

O tamanho de sementes de feijão afeta a utilização das reservas armazenadas durante a germinação

Seed size of common bean affects the utilization of stored reserves during germination

Matheus Santin Padilha (ORCID 0000-0001-6622-9252), Cileide Maria Medeiros Coelho (ORCID 0000-0001-9528-7371),
Yasmin Pincegher Siega (ORCID 0000-0002-0484-4564), Natalia Carolina Moraes Ehrhardt-Brocardo (ORCID 0000-0002-0397-448X)

Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil. Autor para correspondência: cileide.souza@udesc.br

Submissão: 28/02/2023 | Aceite: 19/04/2023

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão com diferentes tamanhos, identificando a relação do tamanho da semente com a mobilização e utilização de reservas. Foram utilizadas sementes da cultivar comercial IPR-88 Uirapuru e lapar 81 padronizadas e posteriormente, determinadas três frações a partir de pesagem individual, sendo: sementes pequenas, médias e grandes. A qualidade fisiológica das três frações foi determinada pelo teste de germinação e pelos testes de vigor: envelhecimento acelerado e teste de desempenho de plântulas (comprimento). A mobilização e utilização de reservas foi mensurada aos cinco dias de hidratação das sementes, onde foram avaliadas massa seca, taxa de mobilização de reservas, taxa de redução de reservas e eficiência de uso das reservas. Os resultados demonstraram que não houve diferença entre as frações na porcentagem de germinação e envelhecimento acelerado. Considerando os parâmetros que avaliaram a mobilização e utilização de reservas, verificou-se que sementes de maior tamanho formam plântulas de maior massa seca, no entanto, tem menor taxa de mobilização de reservas e menor eficiência de uso de suas reservas. Desta forma, evidencia-se que o tamanho da semente influencia a mobilização e utilização de reservas, de maneira que sementes da fração média e pequena apresentam maior eficiência de uso de reservas até os cinco dias de germinação.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L.; qualidade fisiológica; mobilização de reservas.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the physiological quality of bean seeds with different sizes, identifying the relationship of seed size with the mobilization and utilization of reserves in bean seeds. Seeds of the commercial cultivar IPR-88 Uirapuru and lapar 81 were standardized and subsequently, three fractions were determined from individual weighing, being: small medium and large seeds. The physiological quality of the three fractions was determined by germination test, accelerated aging vigor test, and seedling performance (length) test. Reserve mobilization and utilization was measured at five days of seed hydration, where dry mass, reserve mobilization rate, reserve reduction rate, and reserve use efficiency were evaluated. The results showed that there was no difference between the fractions in the percentage of germination and accelerated aging. Considering the parameters that evaluated the mobilization and use of reserves, it was found that larger seeds form seedlings with greater dry mass, however, have lower rate of reserve mobilization and lower efficiency of use of their reserves. Thus, it is evident that the size of the seed influences the mobilization and use of reserves, so that seeds of the medium and small fraction present higher reserve use efficiency at five days of germination.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L.; physiological quality; reserve mobilization.

INTRODUÇÃO

A produção de sementes nas diferentes espécies de plantas apresenta variações, seja em quantidade ou em tamanho de sementes. O tamanho de sementes é um atributo físico considerado em pesquisas que abordam a germinação e a emergência de plântulas, no entanto, os resultados dependem da espécie estudada (MUT & AKAY 2010).

A semente tem sua produção no campo, para tanto, é necessário que durante o seu desenvolvimento haja estreita interação entre a regulação da expressão gênica e o fornecimento de nutrientes, que influenciam diretamente no seu tamanho e qualidade. A taxa de crescimento e a duração do período de enchimento da semente são geneticamente controladas nas espécies cultivadas, porém podem ser afetadas pelo ambiente. A maioria das diferenças genéticas no tamanho da semente se manifestam como diferenças no número total de células e na taxa de crescimento das sementes, onde, sementes grandes tem mais células e maior taxa de crescimento do que sementes pequenas (BEWLEY et al. 2013).

Durante o processo de produção de sementes, a massa de mil sementes pode apresentar variação dependendo da safra e condições ambientais (MICHELS et al. 2014), manejo (DERETTI et al. 2022), assim como do genótipo (COELHO et al. 2007, MICHELS et al. 2014). Os lotes de sementes apresentam impurezas, e essas devem ser removidas para favorecer as etapas posteriores de secagem, armazenamento, tratamento e por fim semeadura. Outra técnica que garante homogeneidade das sementes é o processo de padronização, pois possibilita sua segregação pelo peso específico (PESKE et al. 2019).

Alguns trabalhos buscaram estabelecer relação entre o peso específico da semente e sua qualidade fisiológica, e observou-se que a fração de tamanho médio se destaca como a de maior potencial fisiológico do lote para maioria das espécies (MARCOS FILHO 2015, STEINER et al. 2019). Contudo, diversos estudos apontam que semente com maior tamanho possuem influência sobre a formação de plântulas durante a germinação, sendo esse efeito verificado para milho (ANDRADE et al. 2019), soja (PEREIRA et al. 2015), amendoim (STEINER et al. 2019) e espécies florestais (PADILHA et al. 2021, KUMAR et al. 2016), determinando a formação de plântulas de maior massa seca.

Considerando a análise de mobilização de reservas durante a formação de plântulas, os estudos não explicam de forma detalhada como ocorrem as diferenças de mobilização e se a utilização de reservas é influenciada pelo tamanho, sendo, em geral, indicadas as diferenças no parâmetro final da mobilização (massa seca de plântulas). Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes com diferentes tamanhos, identificando a relação do tamanho da semente com a mobilização e utilização de reservas em sementes de feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do experimento foram utilizadas sementes da cultivar comercial IPR-88 Uirapurú (IPR Uirapurú) e Iapar 81 produzidas na safra 2021/2022 em Lages, Santa Catarina, Brasil. Após a colheita, o lote foi submetido à pré-limpeza, homogeneização e secagem até grau de umidade de 13% de umidade. Foram utilizadas duas peneiras, uma de formato redondo (8 mm) e posteriormente uma de formato oblongo (4 x 22 mm), sendo descartadas as sementes que ficaram retidas na peneira redonda e as que passaram pela peneira oblonga. Após esse processo, foi obtida a amostra média (1000 g de sementes), conforme especificado para sementes de feijão pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL 2009).

Para a obtenção das diferentes frações de tamanho dentro da amostra média, 500 sementes de cada cultivar foram separadas e tiveram sua massa aferida individualmente em balança analítica de precisão (0,001 g) para identificar a variação na massa específica das sementes presentes no lote, e estabelecer a faixa de massa específica para cada fração. Após realizado esse procedimento, foram obtidas três frações definidas pela análise de frequência e diagrama de caixa (Figura 1), sendo estabelecidas as frações sementes pequenas (< 0,242 g), médias (0,243-0,290 g) e grandes (>0,290g) para a cultivar IPR Uirapurú (Figura 1A, 1B); e pequenas (< 0,254 g), médias (0,255-0,315 g) e grandes (>0,315g) para a cultivar Iapar 81 (Figura 1C, 1D). A fração pequena continha sementes com massa específica até o primeiro quartil do diagrama de caixa, a fração média pelas sementes com massa específica entre o primeiro e o terceiro quartil e a fração de sementes grandes com massa específica após o terceiro quartil (Figura 1B, 1D).

Uma vez determinadas as frações de tamanho, as demais sementes que constituíam a amostra média (i.e., 1000g) tiveram sua massa aferida individualmente, e cada semente foi individualmente classificada em sua respectiva fração. A partir da obtenção das três frações, foi determinada a massa de mil sementes (BRASIL 2009).

Com a obtenção das três frações de tamanho, 50 sementes de cada fração para cada cultivar foram utilizadas para determinar o comprimento, largura e a espessura, sendo essas determinadas e

apresentadas na Tabela 1.

Após a obtenção dos tratamentos, foi realizado o teste de germinação com oito repetições de 25 sementes em germinador do tipo *Mangelsdorf* com temperatura de 23 ± 2 °C utilizando fotoperíodo (12 h com luz e 12 h em escuro), sendo a semeadura realizada em substrato papel *Germitest*[®] na forma de rolo umedecido com água destilada na proporção de 2,5 mL g⁻¹ de papel seco. As contagens do número de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas foram realizadas aos cinco e nove dias após o início do teste (BRASIL 2009).

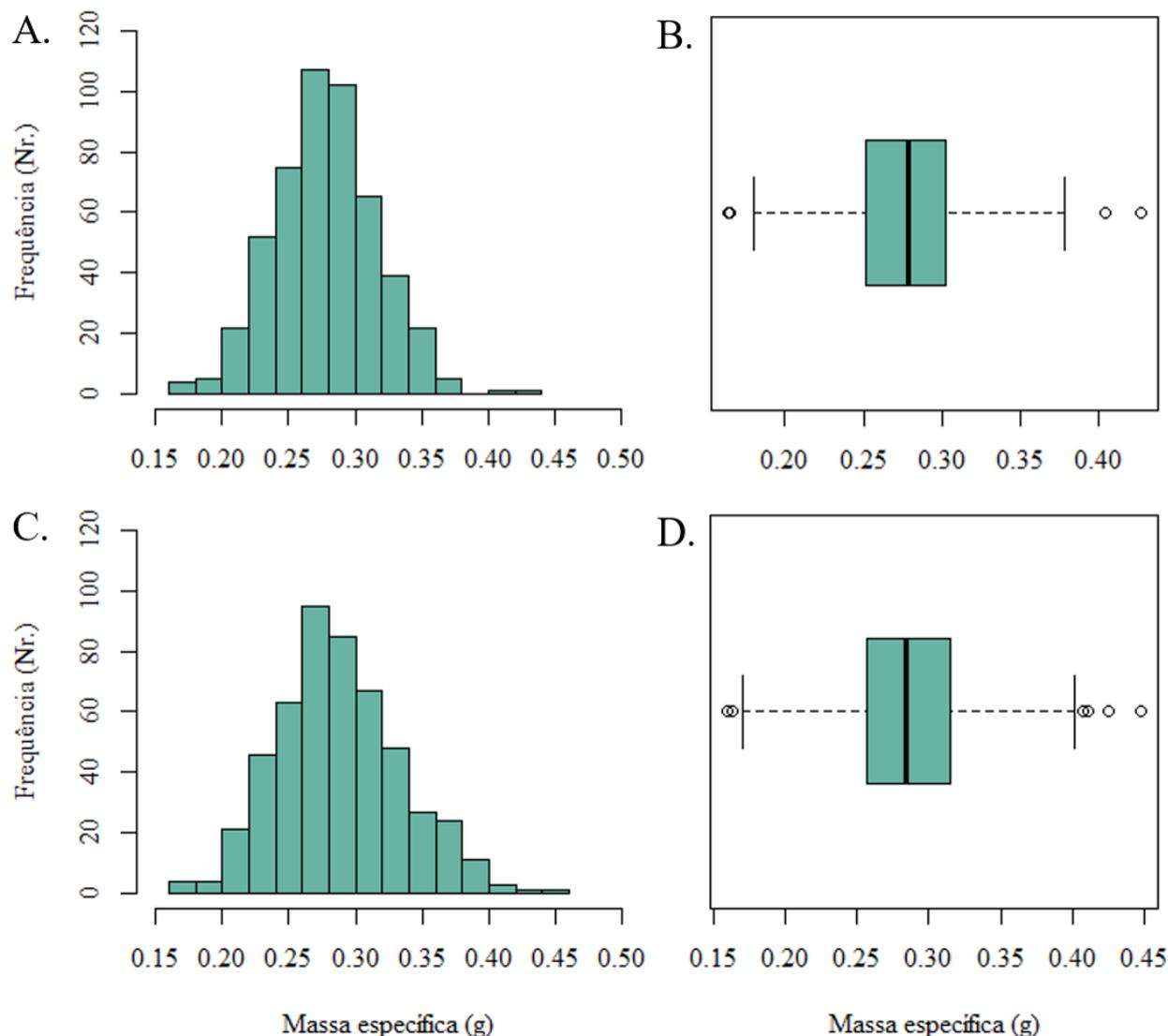


Figura 1. Distribuição de frequência e diagrama de caixa elaborados a partir da pesagem individual de 500 sementes do lote da cultivar IPR Uirapurú (A, B) e Iapar 81 (C, D).

Figure 1. Frequency distribution and box diagram based on the individual weighing of 500 seeds from the lot of cultivars IPR Uirapurú (A, B) and Iapar 81 (C, D).

Tabela 1. Tamanho das sementes utilizadas, comprimento (C), largura (L) e espessura (E) das frações pequena, média e grande das cultivares IPR Uirapurú e Iapar 81.

Table 1. Size of the seeds used with length (L), width (W) and thickness (T) of the small, medium and large fractions of the IPR Uirapurú and Iapar 81 cultivars.

Variável	IPR Uirapurú			Iapar 81		
	Pequena	Média	Grande	Pequena	Média	Grande
C (mm)	9,42 ± 0,54	10,45 ± 0,39	11,54 ± 0,81	10,18 ± 0,54	10,87 ± 0,70	11,63 ± 0,56
L (mm)	6,38 ± 0,28	6,84 ± 0,28	7,27 ± 0,45	6,45 ± 0,28	6,78 ± 0,23	7,10 ± 0,26
E (mm)	4,77 ± 0,32	5,10 ± 0,31	5,45 ± 0,47	4,86 ± 0,27	5,18 ± 0,20	5,41 ± 0,20

Média obtida ± desvio padrão.

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado em câmara de envelhecimento utilizando a temperatura de 42 °C por um período de 72 h (SCAPPA-NETO et al. 2001). Após esse período o teste de germinação foi conduzido conforme descrito anteriormente.

A determinação do desempenho de plântulas foi realizada com oito repetições de 15 sementes, distribuídas no terço superior das folhas de papel umedecido com água destilada na proporção de 2,5 mL g⁻¹ de papel seco. O procedimento foi conduzido em temperatura de 23 ± 2 °C e no quinto dia após a montagem do teste, as plântulas normais foram avaliadas (NAKAGAWA et al. 1999). O comprimento de plântulas foi determinado utilizando paquímetro digital e foram avaliados o comprimento das raízes (CR), comprimento de hipocótilo (CH) e comprimento total (CT), os dados foram expressos em milímetros por plântula (mm plântula⁻¹).

As plântulas mensuradas foram separadas para a determinação da massa seca de raiz (MSR), massa seca de hipocótilo (MSH) e massa seca remanescente em cotilédones (MSRC), por meio de secagem em estufa a 80 °C por 24 h e posteriormente tiveram sua massa aferida (NAKAGAWA et al. 1999). Os resultados de massa seca de raiz, hipocótilo e massa seca total (MST) foram expressos em miligrama por plântula (mg plântula⁻¹). A massa seca remanescente em cotilédones foi apresentada em porcentagem, baseada na massa seca inicial das sementes. A massa seca de sementes (MSS) foi determinada subtraindo a massa de tegumento das sementes, e sendo secas em estufa a 105 °C por 24 horas, a fim de corrigir a massa de mil sementes do lote.

Com os dados da MSS e MSRC foi possível calcular a redução das reservas da semente (RRS), conforme expressão a seguir. Os resultados são expressos em mg semente⁻¹ (SOLTANI et al. 2006), conforme Equação 1.

$$RRS = MSS - MSRC \quad \text{Eq. 1}$$

A determinação da taxa de mobilização de reservas (TMR) para as raízes (TMR_{Raiz}), hipocótilo (TMR_{Hipocótilo}) e total (TMR_{Total}) foi baseada na metodologia descrita por ANDRADE et al. (2019) e expressa em porcentagem, conforme Equação 2.

$$TMR = (\text{Massa seca raiz; ou hipocótilo; ou total} / MSS) \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

A taxa de redução das reservas da semente (TRRS) foi determinada conforme descrito por PEREIRA et al. (2015) e expressa em porcentagem, conforme Equação 3.

$$TRRS = (RRS / MSS) \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

A eficiência de uso das reservas da semente (EUR) foi determinada conforme descrito por SOLTANI et al. (2006) e expressa em miligrama por miligrama (mg mg⁻¹), conforme Equação 4.

$$EUR = MSP / RRS \quad \text{Eq. 4}$$

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o aplicativo R (R CORE TEAM 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis que compõem a avaliação da qualidade fisiológica de sementes das diferentes frações de tamanho não demonstraram diferença significativa ($p > 0,05$). A germinação foi superior a 90% em todas as frações e, o vigor pelo teste de envelhecimento acelerado foi superior a 87% (Tabela 2).

Com os resultados obtidos, foi possível constatar que o tamanho da semente não permitiu detectar diferenças na qualidade fisiológica entre as frações, sendo assim, um fator não determinante na composição desse atributo de qualidade. Segundo MARCOS FILHO (2015), o tamanho não é um fator determinante para a qualidade, porém variações podem ocorrer, isso porque sementes que apresentam maior massa tendem a sofrer maior dano mecânico, enquanto que as sementes de menor massa podem não ter completado normalmente o processo de maturação. Nesse sentido, considerando a colheita manual realizada no presente estudo, efeitos associados a danos não podem ser destacados, em que, a condição física das sementes apenas varia em relação ao seu peso, e dessa forma, o potencial fisiológico de ambas as classes não apresentaram diferenças entre si.

Assim como as variáveis anteriores, o comprimento de raiz (CR), comprimento de hipocótilo (CH) e comprimento total (CT) não apresentaram diferença significativa entre as frações avaliadas ($p > 0,05$) (Figura 2A, B, C, G, H, I). Resultados semelhantes foram observados por CANGUSSÚ et al. (2013) e DERRE et al. (2017), trabalhando com feijão e soja, respectivamente, em que o tamanho da semente não foi um fator determinante no crescimento das plântulas.

Tabela 2. Massa de mil sementes (MMS), Porcentagem de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e envelhecimento acelerado (EA) na avaliação das três frações de tamanho de sementes de feijão.

Table 2. Thousand seed mass (TSM), First germination count (FGC), germination (G), abnormal seedlings (AS), dead seeds (DS) and accelerated ageing (AA) for three common bean seed size fractions.

Fração	IPR Uirapurú					
	MMS	PCG	G	PA	SM	EA _{42°C/72h}
Pequena	230,48	93 a	96 a	3 a	1 a	89 a
Média	268,10	90 a	97 a	3 a	0 a	91 a
Grande	306,60	89 a	97 a	3 a	0 a	89 a
CV	-	5,14	3,45	98,11	489,90	4,29
Fração	lapar - 81					
	MMS	PCG	G	PA	SM	EA _{42°C/72h}
Pequena	228,85	90 a	93 a	5 a	2 a	89 a
Média	275,97	92 a	93 a	6 a	1 a	90 a
Grande	345,35	91 a	94 a	4 a	2 a	87 a
CV	-	5,80	2,86	54,42	158,03	4,61

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação.

Em relação ao acúmulo de massa seca, as sementes da maior fração de tamanho apresentaram maior acúmulo de massa seca em todas as estruturas avaliadas (i.e., massa seca de raiz (MSR), massa seca de hipocótilo (MSH) e massa seca total (MST)) (Figura 2). O efeito da massa das sementes sobre o acúmulo de massa foi verificado em sementes de soja (PEREIRA et al. 2015) milho (ANDRADE et al. 2019), feijão (PADILHA et al. 2020), amendoim (STEINER et al. 2019). Dessa forma, verificou-se que sementes de maior tamanho possuem potencial para formação de plântulas de maior massa seca. No entanto, ao avaliar a capacidade de mobilização de reservas, as sementes de maior tamanho apresentaram menor taxa de mobilização de reservas (TMR) para o eixo embrionário (Tabela 3).

Considerando a proporção do que foi mobilizado em relação a massa seca inicial das sementes (i.e., TMR) observa-se que as sementes pertencentes a fração de tamanho grande, apresentaram menor taxa de mobilização de reservas para a raiz (TMR_{Raiz}) e hipocótilo (TMR_{Hipocótilo}), resultando em menor taxa de mobilização de reservas total (TMR_{Total}). Segundo ANDRADE et al. (2019) a TMR é um parâmetro que pode ser utilizado para indicar a eficiência de mobilização de reservas em sementes. Desta forma, a maior taxa de mobilização de reservas foi observada nas sementes pequenas, resultando na sua maior eficiência em utilizar as reservas reduzidas dos cotilédones (TRRS) (Tabela 3). Os resultados corroboram o trabalho de CHENG et al. (2013), onde a maior redução de reservas favoreceu a disponibilização e mobilização de compostos solúveis para o eixo embrionário em plântulas de arroz.

As sementes de tamanho médio e grande apresentaram maior porcentagem de reserva remanescente em cotilédones (MSRC), indicando que utilizaram as reservas em menor proporção em relação às sementes pequenas resultando em menor taxa de mobilização (Tabela 3). Ao considerar a massa seca da plântula produzida, as sementes de menor tamanho apresentaram os menores valores de MST (Figura 2F, 2L), contudo, apresentaram maior potencial de uso das reservas durante a germinação (Tabela 3).

Considerando as sementes de tamanho médio e grande, observa-se semelhança nos resultados de TRRS obtidos, contudo, as sementes de tamanho médio da cultivar lapar-81 apresentaram maior taxa de mobilização de reservas (TMR) (Tabela 3). Esses resultados podem ser explicados pela eficiência de uso de reservas das sementes, onde as sementes de maior tamanho apresentaram menor eficiência de uso de suas reservas (EUR) (Tabela 3). A eficiência de uso de reservas é um indicativo do gasto metabólico das sementes. Para sementes de soja (PEREIRA et al. 2015), milho (ANDRADE et al. 2019) e feijão (PADILHA et al. 2020) a média de eficiência de mobilização das reservas é de 0,66, 0,80 e 0,72, respectivamente. Esses autores destacam que a eficiência é influenciada pelo genótipo e pela qualidade fisiológica dos lotes de sementes.

De acordo com SOLTANI et al. (2006), sementes com maior EUR utilizam menor quantidade de reservas mobilizadas (TRRS) para a produção de plântula, assim como, apresentam menor gasto metabólico com respiração (CHENG et al. 2018). A respiração influencia diretamente a germinação de sementes, uma vez que, é um processo que demanda grande quantidade de energia gerada pelas mitocôndrias após a embebição (MA et al. 2019). Assim, a respiração durante a germinação aumenta no

eixo embrionário e nos tecidos de reserva devido a atividade das mitocôndrias reparadas e das recém-sintetizadas (BEWLEY et al. 2013). Nesse contexto, a maior massa seca de plântulas (MST) observada para as sementes de maior tamanho da cultivar Iapar-81 (Tabela 3) necessitaram de maior demanda energética, o que resultou em maior atividade respiratória e afetou a sua eficiência durante a mobilização de reservas. Entretanto, a menor eficiência em sementes de maior tamanho não foi observada para a cultivar IPR Uirapurú (Tabela 3).

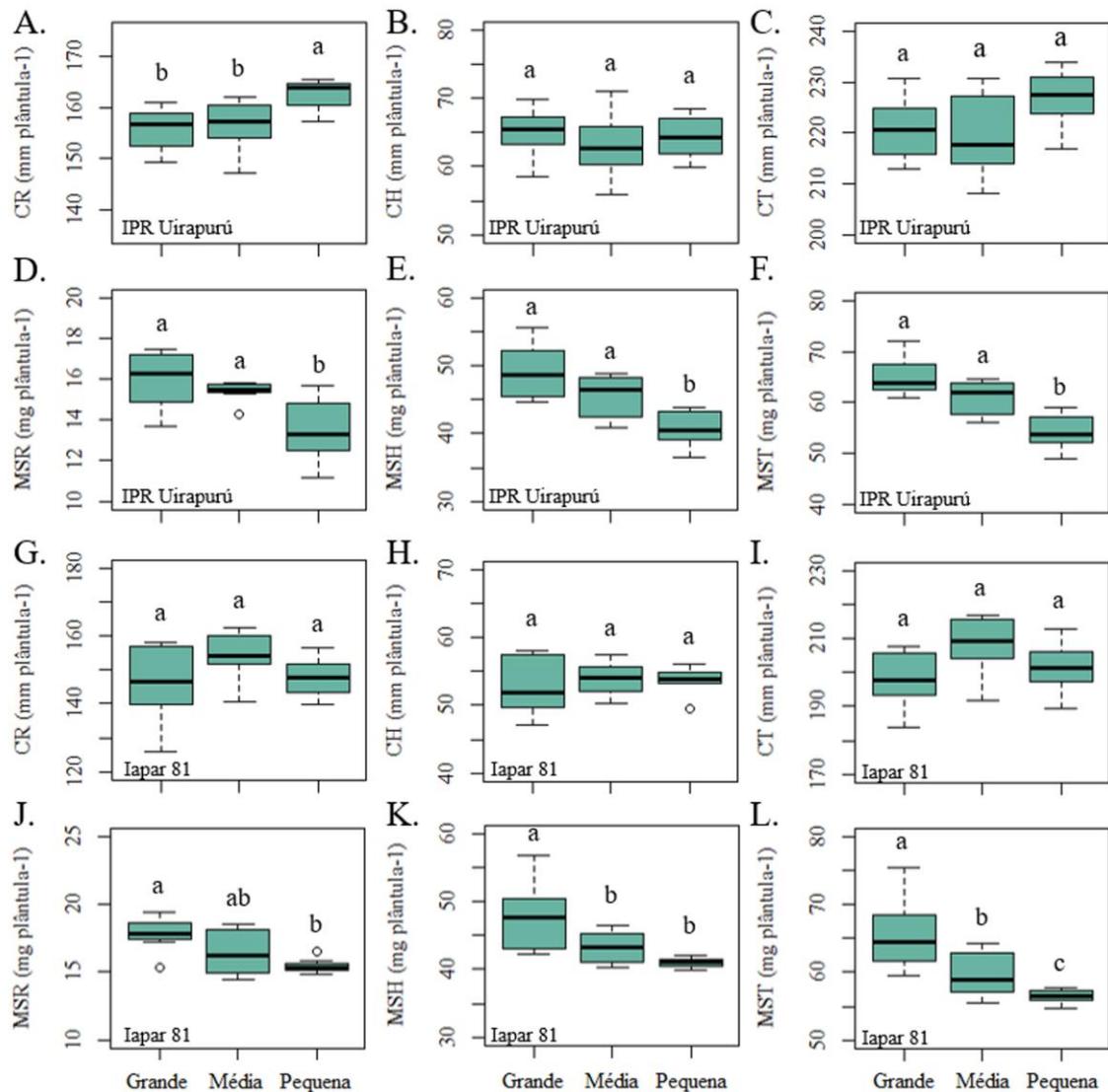


Figura 2. Diagrama de caixa para comprimento de raiz (CR), comprimento de hipocótilo (CH), comprimento total (CT), massa seca de raiz (MSR), massa seca de hipocótilo (MSH) e massa seca total (MST) das três frações de tamanho de sementes de feijão. Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada diagrama de caixa, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 2. Boxplot for root length (RL), hypocotyl length (HL), total seedling length (TSL), root dry weight (RDW), hypocotyl dry weight (HDW) and total seedling dry weight (TSDW) for three common bean seed size fractions. Means followed by the same letter in each boxplot do not differ statistically from each other by the Tukey test at 5% probability.

Tabela 3. Massa seca de sementes (MSS), taxa de mobilização de reservas para a raiz (TMR_{Raiz}), taxa de mobilização de reservas para o hipocótilo ($TMR_{Hipocótilo}$), taxa de mobilização de reservas total (TMR_{Total}), taxa de redução de reservas da semente (TRRS), massa seca remanescente em cotilédones (MSRC) e eficiência de uso de reservas da semente (EUR) na avaliação das três frações de tamanho de sementes de feijão.

Table 3. Seed dry weight (SDW), reserve mobilization rate to the root (RMR_{Root}), reserve mobilization rate to hypocotyl ($RMR_{Hypocotyl}$), total reserve mobilization rate (RMR_{Total}), seed reserve reduction rate (SRRR), dry weight remaining in the cotyledons (RDWC) and seed reserve utilization efficiency (RUE) in the evaluation of three common bean seed size fractions.

Fração	IPR Uirapurú						
	MSS	TMR_{Raiz}	$TMR_{Hipocótilo}$	TMR_{Total}	TRRS	MSRC	EUR
	mg	%			mg mg ⁻¹		
Pequena	182,93	7,39 a	22,27 a	29,67 a	45,67 a	54,33 b	0,66 a
Média	212,83	7,23 ab	21,38 ab	28,62 ab	40,45 b	59,55 a	0,70 a
Grande	244,06	6,55 b	20,12 b	26,68 b	39,87 b	60,13 a	0,67 a
CV	-	7,06	7,15	6,05	7,84	5,69	7,56
Fração	Iapar-81						
	MSS	TMR_{Raiz}	$TMR_{Hipocótilo}$	TMR_{Total}	TRRS	MSRC	EUR
	mg	%			mg mg ⁻¹		
Pequena	184,75	8,36 a	22,19 a	30,55 a	42,38 a	57,62 b	0,72 a
Média	222,94	7,37 b	19,39 b	26,76 b	36,94 b	62,75 a	0,74 a
Grande	280,18	6,36 c	17,00 c	23,38 c	35,67 b	64,33 a	0,65 b
CV	-	7,10	6,34	5,35	7,90	5,56	7,24

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação.

Observando o CP2 na análise de componentes principais é possível observar que a massa de mil sementes é negativamente correlacionada com a eficiência de uso de reservas (Figura 3), indicando que as sementes de maior tamanho apresentam perda da eficiência de mobilização de reservas de forma mais rápida devido a maior demanda respiratória das plântulas ao longo de 120 h de germinação. Conforme WANG et al. (2016), trabalhando com arroz, a taxa respiratória foi positivamente associada com a massa seca das plântulas e com o metabolismo do amido durante a germinação. Nos resultados obtidos por ANDRADE et al. (2019) constatou-se que sementes de milho que apresentaram maior gasto metabólico tiveram menor eficiência de uso das reservas. Assim, sugere-se que as sementes de maior tamanho, por apresentarem maior atividade respiratória durante o processo de germinação, demonstraram menor eficiência de uso de reservas nos primeiros cinco dias de germinação (Figura 3).

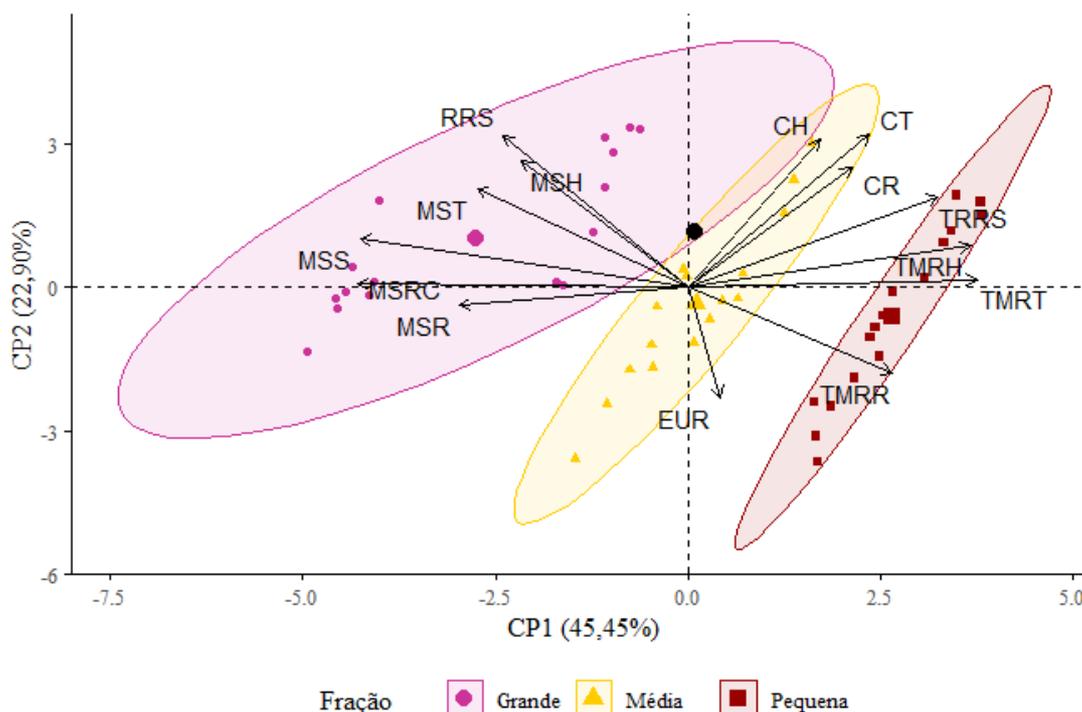


Figura 3. Análise de componentes principais demonstrando a associação entre o peso das sementes e os parâmetros de mobilização de reservas.

Figure 4. Principal component analysis of seed reserve mobilization variables and the association with seed size.

Com os dados obtidos foi observado que a germinação e vigor não são influenciados pela massa específica do lote de sementes, entretanto o potencial de produção de plântulas de maior massa seca é o principal fator que difere entre as frações de tamanho, o que possibilita a elaboração de novos trabalhos associados ao metabolismo de hidrólise e mobilização de reservas.

CONCLUSÃO

O tamanho da semente influencia a mobilização e utilização de reservas, de maneira que sementes da fração média e pequena apresentam maior eficiência de uso de reservas nos primeiros cinco dias de germinação, favorecendo a taxa de mobilização de reservas dos cotilédones para o eixo embrionário. O parâmetro taxa de mobilização de reservas (TMR) demonstra as diferenças no desempenho de plântulas entre sementes com massa específica distinta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro da FAPESC (TR653PAP/UDESC/FAPESC), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - UNIEDU e ao Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior - FUMDES. O autor correspondente Cileide Maria Medeiros Coelho agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE GCD et al. 2019. Seed reserves reduction rate and reserves mobilization to the seedling explain the vigour of maize seeds. *Journal of Seed Science* 41: 488-497.
- BEWLEY JD et al. 2013. *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy*. 3.ed. New York: Springer. 392 p.
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes (RAS). Brasília: MAPA/ACS. 395p.
- CANGUSSÚ LVS et al. 2013. Efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha* 19: 73-81.
- CHENG X et al. 2013. Dynamic quantitative trait loci analysis of seed reserve utilization during three germination stages in rice. *PLoS One* 8: 1-11.

- CHENG X et al. 2018. Seed reserve utilization and hydrolytic enzyme activities in germinating seeds of sweet corn. *Pakistan Journal of Botany* 50: 111-116.
- COELHO CMM et al. 2007. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência Rural* 37: 1241-1247.
- DERETTI AFH et al. 2022. Resposta de cultivares de soja à redução na densidade de plantas no planalto norte catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 21: 123-136.
- DERRE LO et al. 2017. Influência do tamanho de sementes na germinação e vigor inicial da soja (*Glycine max*). *Colloquium Agrariae* 13: 100-107.
- KUMAR R et al. 2016. Influence of Growing Medium and Seed Size on Germination and Seedling Growth of *Pinus gerardiana* Wall. *Compost Science & Utilization* 24: 98-104.
- MA W et al. 2019. Mitochondrial small heat shock protein mediates seed germination via thermal sensing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116: 4716-4721
- MARCOS FILHO J. 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES. 660p.
- MICHELS AF et al. 2014. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas no oeste e planalto catarinense. *Revista Ciência Agronômica* 45: 620-632.
- MUT Z & AKAY H. 2010. Effect of seed size and drought stress on germination and seedling growth of naked oat (*Avena sativa* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 16: 459-467.
- NAKAGAWA J. et al. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI FC et al. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. cap. 2. p.1-24.
- PADILHA MS et al. 2021. Qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel.) Taubert classificadas pelo tamanho. *Biofix Scientific Journal* 6: 20-27.
- PADILHA MS et al. 2020. Seed reserve mobilization evaluation for selection of high-vigor common bean cultivars. *Revista Caatinga* 33: 927-935.
- PEREIRA WA et al. 2015. Dynamics of reserves of soybean seeds during the development of seedlings of different commercial cultivars. *Journal of Seed Science* 37: 63-69.
- PESKE ST et al. 2019. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 579p.
- R CORE TEAM. 2021. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 01 ago. 2021.
- SCAPPA-NETO A et al. 2001. Efeito do teor inicial de água de sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado. *Scientia Agricola* 58: 747-751.
- SOLTANI A et al. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany* 55: 195-200.
- STEINER F et al. 2019. Does seed size affect the germination rate and seedling growth of peanut under salinity and water stress? *Pesquisa Agropecuária Tropical* 49: 1-9.
- WANG W et al. 2016. Pre-sowing seed treatments in direct-seeded early rice: consequences for emergence, seedling growth and associated metabolic events under chilling stress. *Scientific reports* 6: 1-10.