

## Superação de dormência de sementes de umbuzeiro em função da idade e diferentes concentrações de ácido giberélico

Overcoming dormancy of umbuzeiro seeds as a function of age and different concentrations of gibberellic acid

Superación de la latencia de las semillas de umbuzeiro en función de la edad y de diferentes concentraciones de ácido giberélico

Recebido: 03/06/2022 | Revisado: 16/06/2022 | Aceito: 19/06/2022 | Publicado: 02/07/2022

### Anderson Dias Vaz de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6229-3417>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil  
E-mail: andersondias\_99@hotmail.com

### Westefann dos Santos Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5273-4362>

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil  
E-mail: westefannsantos@hotmail.com

### Nei Peixoto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2319-8139>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil  
E-mail: nei.peixoto48@gmail.com

### Muza do Carmo Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1730-9541>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil  
E-mail: mcvmuza@gmail.com

### Evaldo Alves dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5610-4288>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil  
E-mail: evaldo0.santos@gmail.com

### Resumo

A superação da dormência de sementes de umbuzeiro é importante para viabilizar a produção de mudas em larga escala, visando a reabilitação de áreas em seu habitat natural e a formação de pomares comerciais, tendo em vista o potencial econômico desta espécie nativa do nordeste brasileiro. O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito do armazenamento e de diferentes concentrações de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na superação da dormência em sementes de umbuzeiro. Os experimentos foram conduzidos em laboratório e casa de vegetação na Universidade Estadual de Goiás, Unidade da Universidade Ipameri, a partir de agosto de 2018. O delineamento experimental utilizado para os experimentos de laboratório foi inteiramente casualizado, com parcelas de 50 sementes, enquanto em casa de vegetação foi em blocos casualizados, com parcelas de 32 sementes. Os tratamentos foram dispostos em fatorial 2 x 5, constituídos por sementes de duas safras 2017 e 2018, e cinco concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 250, 500, 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup>). Avaliou-se a porcentagem final de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, teor de umidade e condutividade elétrica das sementes em condições de laboratório. Em casa de vegetação, avaliou-se a porcentagem final de emergência, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência. O teor relativo de água das sementes recém-colhidas obteve média superior. Por outro lado, a condutividade elétrica não diferiu estatisticamente em relação aos diferentes tempos de armazenamento das sementes de umbuzeiro. Sementes recém-colhidas tiveram melhor desempenho do que as armazenadas, enquanto que a concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> destacou-se na superação da dormência de sementes de umbuzeiro.

**Palavras-chave:** *Spondias tuberosa*; Germinação; Gibberelina; Armazenamento de sementes.

### Abstract

The overcoming of seed dormancy of umbuzeiro is important to enable the production of seedlings on a large scale, aiming the rehabilitation of areas in its natural habitat and the formation of commercial orchards, considering the economic potential of this native species of northeastern Brazil. The present work aimed to study the effect of storage and different concentrations of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) in overcoming dormancy in umbuzeiro seeds. The experiments were conducted in laboratory and vegetation house at the State University of Goiás, Ipameri University Unit, starting in August 2018. The experimental design used for the laboratory experiments was entirely randomized, with plots of

50 seeds, while in the vegetation house was randomized block design, with plots of 32 seeds. The treatments were arranged in a 2 x 5 factorial, consisting of seeds from two crops 2017 and 2018, and five GA<sub>3</sub> concentrations (0, 250, 500, 750 and 1000 mg L<sup>-1</sup>). The final germination percentage, germination speed index and mean germination time, moisture content and electrical conductivity of the seeds under laboratory conditions were evaluated. In the greenhouse, the final germination percentage, germination speed index and mean germination time were evaluated. The relative water content of freshly harvested seeds obtained a higher average. On the other hand, the electrical conductivity did not differ statistically in relation to the different storage times of the umbuzeiro seeds. Newly harvested seeds performed better than stored seeds, while the concentration of 1000 mg L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub> stood out in overcoming dormancy of umbuzeiro seeds.

**Keywords:** *Spondias tuberosa*; Germination; Giberellin; Seed storage.

### Resumen

La superación de la latencia de la semilla de umbuzeiro es importante para permitir la producción de plántulas a gran escala, con el objetivo de la rehabilitación de áreas en su hábitat natural y la formación de huertos comerciales, en vista del potencial económico de esta especie nativa del noreste de Brasil. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar el efecto del almacenamiento y diferentes concentraciones de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) en la superación de la dormancia en semillas de umbuzeiro. Los experimentos fueron realizados en laboratorio y casa de vegetación en la Universidad Estatal de Goiás, Unidad Universitaria de Ipameri, desde agosto de 2018. El diseño experimental utilizado para los experimentos de laboratorio fue totalmente aleatorio, con parcelas de 50 semillas, mientras que en la casa de vegetación fue un diseño de bloques aleatorios, con parcelas de 32 semillas. Los tratamientos se dispusieron en un factorial 2 x 5, compuesto por semillas de dos cosechas 2017 y 2018, y cinco concentraciones de GA<sub>3</sub> (0, 250, 500, 750 y 1000 mg L<sup>-1</sup>). Se evaluaron el porcentaje final de germinación, el índice de velocidad de germinación y el tiempo medio de germinación, el contenido de humedad y la conductividad eléctrica de las semillas en condiciones de laboratorio. En la casa de la vegetación, se evaluó el porcentaje final de emergencia, el índice de velocidad de emergencia y el tiempo medio de emergencia. El contenido relativo de agua de las semillas recién cosechadas obtuvo una media más alta. Por otra parte, la conductividad eléctrica no difirió estadísticamente en relación con los diferentes tiempos de almacenamiento de las semillas de umbuzeiro. Las semillas recién cosechadas se comportaron mejor que las almacenadas, mientras que la concentración de 1000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> destacó en la superación de la latencia de las semillas de umbuzeiro.

**Palabras clave:** *Spondias tuberosa*; Germinación; Giberelina; Almacenamiento de semillas.

## 1. Introdução

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) é uma planta nativa da região semiárida do Brasil, cujos frutos apresentam potencial antioxidante, devido aos seus compostos bioativos importantes na redução de radicais livres e doenças cardiovasculares. Por ser grande fonte de vitamina C, com concentrações superiores à laranja, contribui na eliminação de toxinas, combate problemas nas córneas, tem funcionalidade energética e retarda o envelhecimento (Santos et al., 2010; Neves et al., 2015).

Além do aspecto nutricional, os frutos possuem excelente sabor e aroma e boa aparência. Nas localidades em que ocorre exploração extrativista, constitui, no período de safra, fonte de emprego e renda às comunidades rurais (Mertens et al., 2016), desempenhando papel fundamental na alimentação humana na região do semiárido brasileiro, contribuindo para o fornecimento de calorias, minerais, vitaminas, fibras e à população (Santos et al., 2010).

Os frutos de umbuzeiro apresentam grandes possibilidades de inserção no mercado interno de frutas, devido suas peculiaridades organolépticas. Seu consumo pode ser realizado *in natura*, ou na produção de polpa que pode ser utilizada na forma de suco, sorvete, licores, doces, geleias e picolés (Sousa et al., 2016). A propagação do umbuzeiro pode ser feita tanto via seminífera ou via assexuada, por meio de alporquia, enxertia, estaquia e cultura de tecidos, todas elas apresentando certas limitações (Hartmann et al., 2011). Na propagação sexuada do umbuzeiro a germinação é lenta e desuniforme, em função da dormência das sementes, o que constitui um problema para a produção comercial de mudas.

Em geral, a germinação ocorre entre 12 e 90 dias e sua taxa de germinação é de 30%. Baixas taxas de emergência podem estar associadas à resistência mecânica do endocarpo à expansão do embrião, limitando a entrada de água e oxigênio

(Cavalcanti et al., 2006). Essa característica é típica de plantas adaptadas às condições semiáridas, devido à deficiência e irregularidade das chuvas (Brito Neto et al., 2009; Barros et al., 2018).

Há diversos métodos para uniformizar a germinação das sementes de umbuzeiro (Barros et al., 2018), com o uso de tratamentos pré-germinativos como escarificação, choque de temperatura, estratificação, imersão em água quente, uso de reguladores de crescimento, além de, alternativamente, submeter as sementes a um período de armazenamento (Lopes et al., 2009). A realização de um corte em forma de bisel na parte distal da semente diminui a pressão exercida pelo endocarpo sobre o embrião Campos et al. (2015) e facilita a germinação (que ela absorva água e a giberelina estimula o alongamento celular fazendo com que a radícula rompa o tegumento da semente) (Melo et al., 2012).

Para propagação do umbuzeiro em larga escala via semente, o processo para a superação de dormência é de extrema importância devido proporcionar um aumento na porcentagem de germinação, vigor e uniformidade de plântulas, possibilitando a recuperação de áreas degradadas ocasionadas pelo desmatamento e a construção de pomares para comercialização, dessa forma garantindo a perpetuação mantendo a variabilidade genética (Lopes et al., 2009).

Alguns trabalhos investigaram a superação de dormência das sementes de umbuzeiro, tanto por meio mecânico ou químico. Lopes et al. (2009) evidenciaram que a escarificação mecânica das sementes apresentou melhores resultados para a taxa de germinação, no entanto, esta técnica, mesmo constatando resultados satisfatórios, demonstra ser um método trabalhoso, pois, exige o tratamento individual das sementes. Então, surge a utilização do ácido giberélico que, no que lhe concerne, demonstra ser um método mais acessível e de fácil aplicabilidade.

Os autores enfatizaram a eficiência de se aliar os métodos de escarificação mecânica ao uso do ácido para a superação da dormência, além da importância do método de armazenamento das sementes para otimizar o percentual de germinação. A ação das giberelinas no processo germinativo já vem sendo bastante estudada, atuando no controle da hidrólise do tecido de reserva para o fornecimento de energia ao embrião, promovendo o alongamento celular e possibilitando que a radícula rompa o tegumento da semente (Lavagnini et al., 2014).

Segundo Melo et al. (2012), também investigaram a associação entre o ácido e a escarificação, porém, não identificaram uma melhoria na porcentagem de emergência de plântulas, entretanto a embebição em solução de Ethrel a 100 ppm proporcionou maior velocidade de emergência e desenvolvimento do sistema radicular. Simas et al. (2019), ressaltam a importância da condução de mais pesquisas que investiguem a uniformização e aceleração da germinação das sementes de umbu, devido à importância da espécie para o bioma Caatinga. Dessa maneira, é recomendável que mais estudos sejam realizados para a investigação de métodos que aperfeiçoem a produção de mudas da espécie, sendo o objetivo deste trabalho estudar o efeito do período de armazenamento e diferentes concentrações de ácido giberélico na superação de dormência em sementes de umbuzeiro.

## 2. Metodologia

Os experimentos foram conduzidos em duas etapas. A primeira parte foi realizada no Laboratório multidisciplinar da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária Ipameri. A segunda parte do experimento foi conduzida em casa de vegetação localizada no município de Ipameri, cujas coordenadas geográficas são Lat. 170 43' 19'' S, Long. 480 09' 35'' W, Alt. 773 m; a partir do mês de agosto de 2018. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger (Cardoso et al., 2014) é definindo como clima tropical (Aw) constando estação seca no inverno.

Primeiramente foram conduzidos dois testes de vigor das sementes, para realizar a caracterização dos dois anos de coletas.

**Teor de Água (TA):** foi determinado pelo método da estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 2009), utilizando-se quatro repetições de 15 sementes para cada idade das sementes (% b.u.) (Figura 1A-B).

**Figura 1.** (A) Pesagem das sementes de umbuzeiro; e (B) Cadinhos na estufa.



Fonte: Autores.

**Teste de condutividade elétrica (CE):** quatro subamostras de 25 sementes de cada idade das sementes foram pesadas (Figura 2A), colocadas em recipiente de plástico (500 mL) contendo 250 mL de água deionizada e mantidas a  $25^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas utilizando um condutivímetro (Figura 2B). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de sementes (Marcos Filho, 2016).

**Figura 2.** (A) Pesagem das sementes de umbuzeiro; e (B) Recipiente com as sementes na BOD.



Fonte: Autores.

O delineamento experimental utilizado, para os experimentos em laboratório, foi inteiramente casualizado, tendo as parcelas 50 sementes, enquanto em casa de vegetação foi em blocos casualizados, tendo as parcelas 32 sementes. Os tratamentos, dispostos em um fatorial  $2 \times 5$ , constituíram de sementes de duas safras 2017 (armazenadas por um período de um ano) e 2018 (recém coletadas), e cinco concentrações de  $\text{GA}_3$  (0, 250, 500, 750 e  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ ).

As sementes utilizadas no experimento foram provenientes de plantas de pomar doméstico localizado a 18 Km da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária Ipameri, as quais foram extraídas de frutos, completamente maduros, coletados na manhã posterior ao dia de sua queda natural, nos anos de 2017 e 2018, sendo, posteriormente, despulpados em peneiras, lavados com água corrente e, secos por sete dias à sombra (Figura 3A). Logo após as sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e armazenadas no laboratório de sementes da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri sob temperatura e umidade ambientes.

Antes da imersão nas soluções, as sementes foram escarificadas através de um corte no lado mais espesso com o cuidado de não danificar o embrião (Figura 3B), sendo então feita a assepsia com hipoclorito de sódio 5% por 5 minutos e, em seguida, lavadas em água corrente, com posterior imersão nas soluções de GA<sub>3</sub> por 48 horas (Figura 3C). Na preparação de cada solução foi feita a pesagem e, em seguida, a adição de álcool até dissolver por completo, adicionando-se, finalmente, água destilada até atingir o volume necessário.

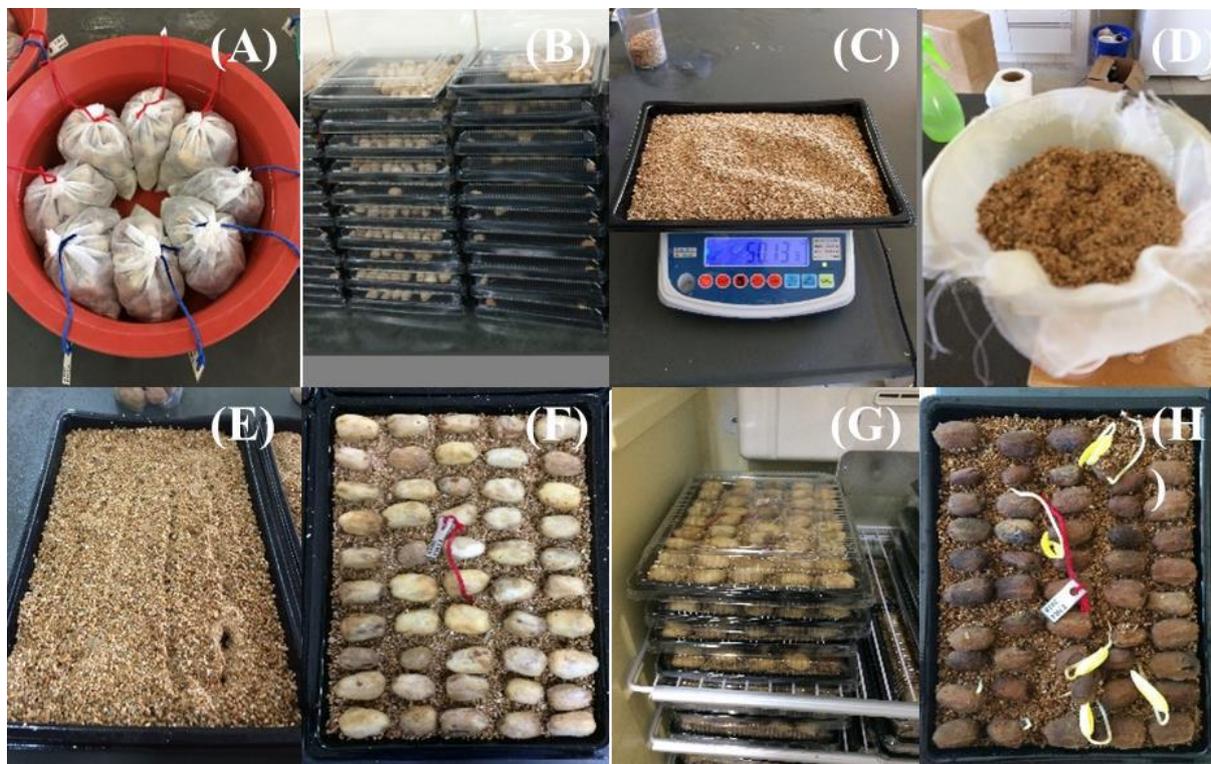
**Figura 3.** (A) Sementes de umbuzeiro; (B) Corte no lado mais espesso da semente; e (C) Sementes em solução de GA<sub>3</sub>.



Fonte: Autores.

Nas condições de laboratório foi conduzido o teste de germinação (Figura 4) com quatro repetições de 50 sementes por tratamento (Figura 4A). A semeadura foi realizada em embalagens plásticas de 26 x 20 x 4 cm, com tampa transparente (Figura 4B). O substrato utilizado foi a vermiculita de granulometria média 50 g (Figura 4C), umedecida com 70% da capacidade de retenção de água do substrato (Figura 4D e E), de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Após a montagem dos testes as embalagens plásticas foram levadas para BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) em condições de temperatura de 25 °C (Figura 4G), sendo as avaliações realizadas diariamente, até 70 dias após a semeadura, considerando germinadas as sementes que apresentaram protrusão da raiz (Figura 4H).

**Figura 4.** (A) Sementes de umbuzeiro em solução de GA<sub>3</sub>; (B) Caixas transparente; (C) Pesagem da vermiculita; (D) Umedecimento da vermiculita; (E) Substrato umedecido na embalagem plástica; (F) Embalagens caixa de plástico em BOD; e (G) Sementes de umbuzeiro germinadas.



Fonte: Autores.

As avaliações de plântulas normais foram realizadas diariamente até 70 dias após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (%), através dos seguintes testes:

**Porcentagem final de germinação (PFG):** calculada pela fórmula  $G = (N/50) \times 100$ , em que: N=número de sementes germinadas ao final do teste.

**Índice de velocidade de germinação (IVG):** de acordo com a fórmula citada por Maguire (1962),  $IVG = \sum (ni / ti)$ , em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; ti = tempo após instalação do teste; i = 1 – 70 dias.

**Tempo médio de germinação (TMG):** de acordo com a fórmula citada por Silva e Nakagawa (1995),  $TMG = (\sum ni ti) / \sum ni$ , em que: ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação.

Posteriormente, em casa de vegetação conduziu-se o teste de emergência em areia com quatro blocos, sendo cada parcela constituída por 32 sementes, na qual essas sementes foram semeadas em vasos retangulares, utilizando como substrato areia e para cobrir as sementes utilizou-se vermiculita. Em seguida, as avaliações foram realizadas diariamente, até 70 dias após a semeadura, considerando germinadas as plântulas que estavam expostas na superfície (Figura 5A-D).

**Figura 5.** (A) Vaso retangular com areia lavada; (B) Semeadura das 32 sementes de umbu; (C) Emergência de plântula; e (D) Plântula de umbuzeiro.



Fonte: Autores.

As variáveis calculadas foram as seguintes:

**Porcentagem final de emergência (PFE):** calculada pela fórmula  $E = (N/32) \times 100$ , em que: N=número de sementes germinadas ao final do teste (%).

**Índice de velocidade de emergência (IVE):** calculado conforme Maguire (1962), sendo o resultado calculado pela fórmula:  $IVE = \sum (ni/ti)$ , em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; ti = tempo após instalação do teste.

**Tempo médio de emergência (TME):** calculado pela fórmula  $TME = (\sum ni \cdot ti) / \sum ni$ , em que: ni = número de sementes emergidas por dia; ti = tempo de incubação (dia).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) em esquema fatorial 2x5 (tempo de armazenamento e concentração de GA<sub>3</sub>) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando houve interação entre as idades das sementes e as concentrações de GA<sub>3</sub> foi realizada análise de regressão. As análises estatísticas foram processadas utilizando o Sisvar®, versão 5.6 (Ferreira, 2011).

### 3. Resultados e Discussão

Por ocasião do início do trabalho, as sementes apresentaram resultados variáveis quanto ao teor de água (TA) relacionada com o período de armazenamento, em que, as sementes coletadas em 2018 apresentaram maior TA do que as coletadas em 2017 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados médios de condutividade elétrica (CE) e teor de água (TA), em sementes de umbuzeiro, provenientes de dois anos de coleta. Ipameri-GO, 2019.

Ano de coleta	CE --- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ---	TA ---% <i>b.u</i> ---
2017	8,16 a	10,47 b
2018	11,58 a	11,73 a
Valor de F	1,71 <sup>ns</sup>	40,44*
CV (%)	37,37	2,51

Médias seguidas da mesma letra minúscula, para cada fator estudado não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

O TA das sementes é um fator importante a ser observado, pois, este confere resultados consistentes para as demais avaliações, evitando interferência sobre os resultados, por influência das diferenças na atividade metabólica, velocidade de hidratação e regulação da integridade das membranas das sementes (Coimbra et al., 2009). Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram a possibilidade de um maior potencial de resultados positivos na atividade metabólica e integridade das sementes de umbuzeiro, para o menor tempo de armazenamento, visto que estas apresentaram maior teor relativo de água nas sementes.

Por outro lado, a condutividade elétrica (CE) não diferenciou estatisticamente quanto aos diferentes tempos de armazenamento das sementes de umbuzeiro. A avaliação da qualidade fisiológica de sementes é uma etapa de importância para a obtenção de informações sobre o vigor e capacidade de germinação, ou emergência de plântulas, conferindo às sementes o seu potencial. No presente estudo constatou-se que não houve diferenças para CE. Todavia é interessante ressaltar que o teor de água das sementes por ocasião da realização da condutividade elétrica é importante, pois permite a utilização de padrões para testes com sementes de espécies ainda em estudo.

Quanto maior o valor de CE menor o vigor da semente por perda de líquidos no exsudato, que acontece em função da perda da integridade das membranas celulares (Binotti et al., 2008). Em estudos com teste de condutividade elétrica em lotes de sementes de *Schinus molle* L, Delazeri et al. (2016) observaram que sementes armazenadas por 30 dias apresentaram elevada taxa de germinação final quando comparado aos demais, evidenciando que o período de armazenamento dos lotes pode ter influenciado nos resultados obtidos, tanto no teste de germinação como nos demais parâmetros morfológicos.

As variáveis porcentagem final de germinação (PFG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) (Tabela 2), porcentagem final de emergência (PFE) e índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 3), apresentaram diferença estatística para o fator armazenamento (anos de coleta), no qual, o menor período de armazenamento das sementes (2018) expressou médias superiores para essas variáveis, exceto para TMG. Pressupõe-se que o armazenamento foi eficiente na superação de dormência, pois as sementes armazenadas, por um ano, germinaram mais rapidamente do que aquelas recém-colhidas.

**Tabela 2.** Resultados médios de porcentagem final de germinação (PFG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de umbuzeiro provenientes de dois anos de coleta. Ipameri-GO, 2019.

Ano de coleta	PFG	IVG -----%-----	TMG
2017	25,60 b	0,50 b	31,45 a
2018	52,90 a	1,45 a	24,48 b
Valor de F	178,53*	233,49*	23,63*
CV (%)	16,46	20,21	16,21

Médias seguidas da mesma letra minúscula, para cada fator estudado não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Resultados semelhantes foram obtidos para porcentagem final de emergência (PFE), índice de velocidade de emergência (IVE). Entretanto o tempo médio de emergência (TME) não diferiu em função do tempo de armazenamento das sementes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resultados médios de porcentagem final de emergência (PFE), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME), com sementes de umbuzeiro provenientes de dois anos de coleta. Ipameri-GO, 2019.

Ano de coleta	PFE	IVE	TME
2017	36,56 b	0,36 b	33,78 a
2018	50,47 a	0,51 a	34,55 a
Valor de F	73,97*	44,47*	0,73 <sup>ns</sup>
CV (%)	11,75	16,21	8,27

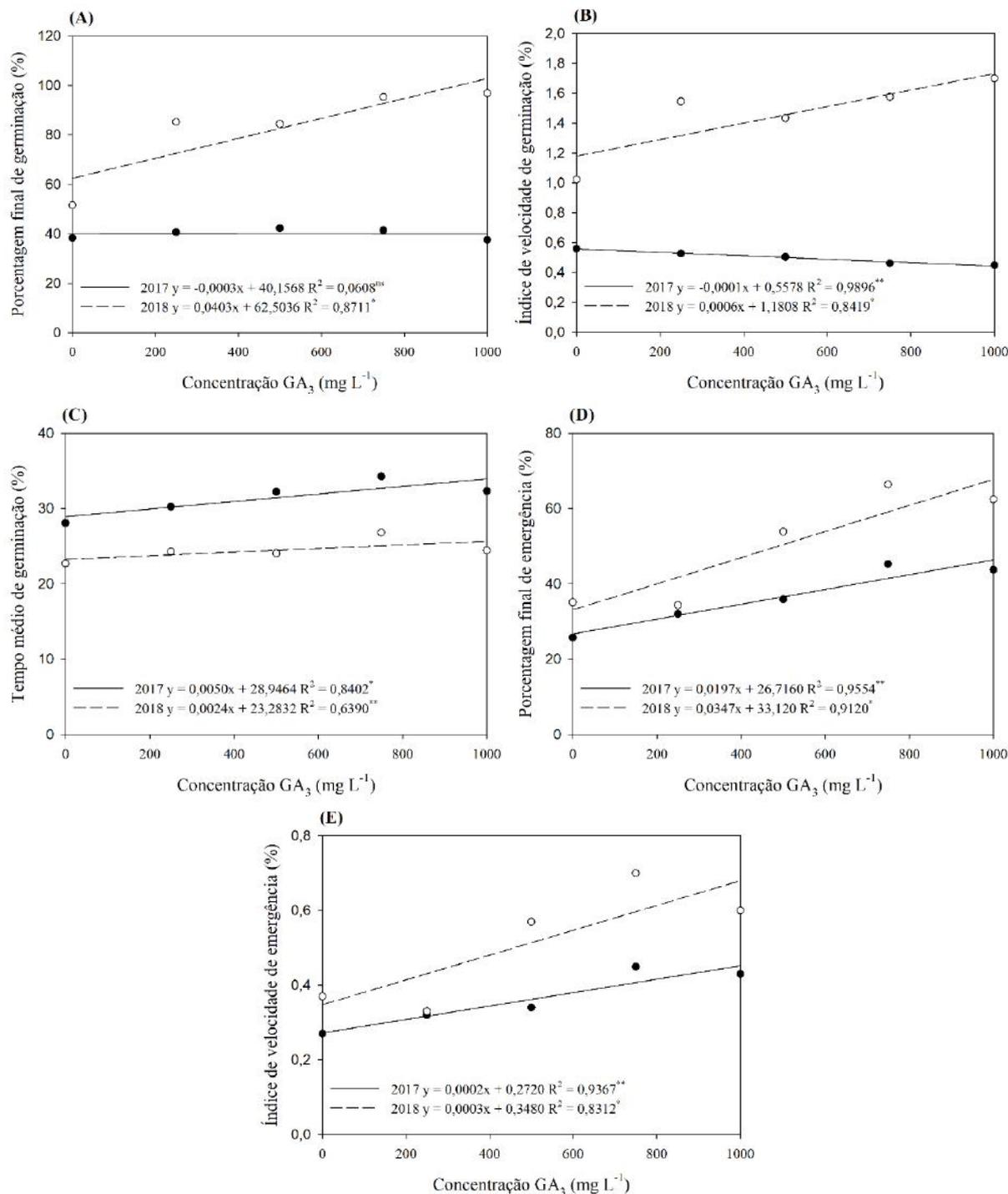
Médias seguidas da mesma letra minúscula, para cada fator estudado não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

A interação dos anos de coleta (2017 e 2018) em função das concentrações do GA<sub>3</sub> para as variáveis PFG, IVG e TMG apresentaram significância e o melhor ajuste da regressão foi linear (Figura 6). Para cada incremento unitário (mg L<sup>-1</sup>) do GA<sub>3</sub>, ocorreu um aumento de 0,40 e 0,0006%, respectivamente, para PFG (Figura 6A) e IVG (Figura 6B). No referido ano de coleta, o tempo médio de germinação apresentou acréscimo de 0,0024% à cada unidade incrementada do GA<sub>3</sub>, enquanto para o ano 2017, o incremento foi de 0,0050% (Figura 1C).

Quando as sementes de umbuzeiro, oriundas de diferentes períodos de armazenamento, foram imersas nas diferentes concentrações GA<sub>3</sub>, verificou-se uma tendência linear e significativa para PFE e IVE. À medida que aumenta a concentração do GA<sub>3</sub>, as sementes coletadas no ano de 2018, apresentaram maiores valores para essas variáveis (Figura 6). Em cada unidade incrementada do GA<sub>3</sub>, nota-se um aumento de 0,0347 e 0,0003% para PFE (Figura 6D) e IVE (Figura 6E), respectivamente.

Em síntese, as sementes recém coletadas quando armazenadas por um menor período (2018), associada a maior dose de GA<sub>3</sub> (1000 mg L<sup>-1</sup>), alcançou maiores resultados para as variáveis PFG (96,88%), IVG (1,700%), PFE (62,50%) e IVE (0,600%). Enquanto o maior tempo de armazenamento (2017) resultou em menores valores para as variáveis mencionadas, com resultados de 37,50% em PFG, 0,4500% em IVG, 43,75% (PFE) e 0,430% (IVE). Quanto ao TMG, os resultados demonstraram um maior retardamento na germinação para as sementes com maior tempo de armazenamento (32,34%), quando comparadas com as sementes recém coletadas e armazenadas por um menor período (24,46%).

**Figura 6.** Regressão para as variáveis porcentagem final de germinação (A); índice de velocidade de germinação (B); tempo médio de germinação (C); porcentagem final de emergência (D) e índice de velocidade de emergência (E), de sementes de umbuzeiro provenientes de dois anos de coletas e submetidas à embebição com ácido giberélico.



Fonte: Autores.

O tratamento tempo de armazenamento possui várias referências que corroboram os resultados encontrados no presente trabalho. Desde estudos que analisaram somente a influência do tempo na dormência, como de Magalhães et al. (2007) e Araújo & Oliveira (2008), os quais apresentam o benefício do tratamento, até pesquisas que indicam a eficiência do

ácido giberélico como tratamento, assim como da associação dos dois tratamentos, conforme apresentado por Lopes et al., (2009).

O umbuzeiro possui a característica de germinação mais lenta, devido à dormência de suas sementes, em virtude deste fato empregam-se métodos visando a superação da dormência para propiciar uma germinação mais rápida e uniforme (Lopes et al., 2009). Os melhores resultados obtidos no presente estudo demonstram eficácia para a uniformidade na germinação e emergência das plântulas de umbuzeiro, quando utilizado a dose de 1000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>.

O menor tempo de armazenamento associado à aplicação do GA<sub>3</sub> incrementaram os parâmetros avaliados. O menor resultado para as variáveis, obtido nas sementes armazenadas por um ano (coleta em 2017), revelam uma lentidão na germinação das sementes, e conseqüentemente, a emergência dessas plântulas à superfície do solo, reduzindo assim o desenvolvimento das mesmas, tornando-as mais suscetíveis a estresses abióticos e diminuindo as possibilidades na competição por recursos (Silveira, 2011). Os resultados indicam que a associação entre o ácido e o menor tempo de armazenamento, quando se utiliza sementes recém coletadas, favorecem o desenvolvimento inicial das plantas.

Magalhães et al. (2007) declaram que o armazenamento de sementes de umbuzeiro, no período de 90 a 210 dias, proporcionaram incrementos de germinação e vigor nas sementes desta espécie. Igualmente, Barros et al. (2018) relatam, que a dormência das sementes de umbuzeiro pode diminuir durante o armazenamento, neste caso, afirmam que o condicionamento por 180 dias das sementes em laboratório ou em estufa (40 °C), atestou ser uma técnica eficiente para propiciar e padronizar a germinação. No entanto, o resultado encontrado neste trabalho para o fator armazenamento difere do declarado pelos autores, uma vez que a associação entre os tratamentos com GA<sub>3</sub> e menores tempos de armazenamento apresentaram contribuição no desenvolvimento e produção de mudas de umbuzeiro. Esse fator pode estar relacionado a origem e condições ambientais aos quais tanto as plantas matrizes quanto as sementes do presente trabalho estavam submetidas.

Outros trabalhos relacionando a superação de dormência com a utilização do ácido giberélico corroboram com os resultados deste trabalho. Autores relatam que o GA<sub>3</sub> auxilia na superação de dormência de sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) (Piveta et al., 2014), biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill) (Campos et al., 2015), pau-fava (*Senna macranthera*) (Piveta et al., 2018), graviola (*Annona muricata*) (Rego et al., 2018) e bacupari (*Garcinia gardneriana*) (Rocha et al., 2018), aumentando a porcentagem de germinação e acelerando o processo de germinação quando utilizado este fitormônio.

Quanto à menor porcentagem de germinação e emergência observadas nas sementes armazenadas por um ano, pode estar relacionada a outros componentes ambientais. Neste quesito pode-se destacar alguns itens como: forma e tempo de armazenamento, bem como a incidência de pragas.

#### 4. Conclusão

Sementes recém-colhidas combinadas com a utilização do ácido giberélico é uma técnica eficiente na promoção da superação de dormência das sementes de umbuzeiro. Recomenda-se a imersão em solução de ácido giberélico na concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup> do GA<sub>3</sub> por 48 horas, com o de máximo efeito na germinação das sementes, porcentagem de plântulas emergidas e vigor.

#### Agradecimentos

À Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade Universitária de Ipameri, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal *Strito Senso* (PPGPV), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão de bolsa de mestrado.

## Referências

- Araújo, F. P. de & Oliveira, V. R. de. (2008). Produção de mudas de algumas espécies do gênero *Spondias*: uma alternativa na diversificação da fruticultura de sequeiro. In IE Lederman, JS Lira Júnior, JS Silva Júnior (Eds.), *Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins* (p.108-116). Pernambuco, Recife: IPA: UFRPE.
- Barros, R. T., Martins, C. C., Pereira, F. E. C. B., & Silva, G. Z. da. (2018). Conditioning in the promotion and uniformization of Umbu seed germination. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(1), 1–9. DOI: 10.1590/0100-29452018109
- Binotti, F. F. da S., Haga, K. I., Cardoso, E. D., Alves, C. Z., Sá, M. E. de, & Arf, O. (2008). Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 30(2), 247–254. DOI: 10.1590/S1807-86212008000200014
- Brasil. (2009). *Regras para análise de sementes* (399p.). Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária.
- Brito Neto, J. F., Lacerda, J., Pereira, W. E., Albuquerque, R., Costa, A., & Santos, D. (2009). Emergência de plântulas e características morfológicas de sementes e plantas de umbuzeiro. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 6(2), 224-230.
- Campos, L. F. C., Abreu, C. M. de, Guimarães, R. N., & Seleguini, A. (2015). Escarificação e ácido giberélico na emergência e crescimento de plântulas de biribá. *Ciência Rural*, 45(10), 1748–1754. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140249
- Cardoso, M. R. D., Marcuzzo, F. F. N., & Barros, J. R. (2014). Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica*, 8(16), 40–55. DOI: 10.5654/actageo2014.0004.0016
- Cavalcanti, N. de B., Resende, G. M., & Drumond, M. A. (2006). Dormancy period of imbuzeiro seeds. *Revista Caatinga*, 19(2), 135–139. Colocar espaço entre uma referência e outra. Lembre-se que usamos a norma APA.
- Coimbra, R. de A., Martins, C. C., Tomaz, C. de A., & Nakagawa, J. (2009). Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). *Ciência Rural*, 39(9), 2402–2408. DOI: 10.1590/S0103-84782009000900004
- Delazeri, P., Garlet, J., & Souza, G. F. (2016). Teste de Condutividade Elétrica em Lotes de Sementes de *Schinus molle* L. *Floresta e Ambiente*, 23(3), 413–417. DOI: 10.1590/2179-8087.142615
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039–1042. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001
- Hartmann, H. T.; Kester, D. E; Geneve, R. L. (2011). *Plant propagation: principles and practices* (8nd ed.). São Paulo: Prentice-Hall.
- Lavagnini, C. G., Di Carne, C. A. V., Correa, F., Henrique, F., Tokumo, L. E., Silva, M. H., & Santos, P. C. S. (2014). Fisiologia Vegetal—Hormônio Giberelina. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 25(1), 48–52.
- Lopes, P. S. N., Magalhães, H. M., Gomes, J. G., Brandão Júnior, D. da S., & Araújo, V. D. de. (2009). Superação da dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câm.) utilizando diferentes métodos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(3), 872–880. DOI: 10.1590/S0100-29452009000300034
- Magalhães, H. M., Gomes, J. G., Lopes, P. S. N., Júnior, D. da S. B., & Fernandes, R. C. (2007). Superação da dormência em sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara) submetidas a diferentes épocas de armazenamento. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(2), 1336–1339.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of Germination—Aid In Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor1. *Crop Science*, 2(2), 176–177. DOI: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x
- Marcos Filho, J. (2016). *Fisiologia de semillas de plantas cultivadas*. (2nd ed). Londrina: ABRATES.
- Melo, A. P. C. de, Seleguini, A., Castro, M. N., Meira, F. de A., Gonzaga, J. M. da S., & Haga, K. I. (2012). Superação de dormência de sementes e crescimento inicial de plântulas de umbuzeiro. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(4), 1343–1349. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n4p1343
- Mertens, J., Germer, J., Siqueira, J. A., & Sauerborn, J. (2016). *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga? *Brazilian Journal of Biology*, 77(3), 542–552. DOI: 10.1590/1519-6984.18715
- Neves, L. C., Tosin, J. M., Benedette, R. M., & Cisneros-Zevallos, L. (2015). Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. *Food Chemistry*, 174, 188–196. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.111
- Piveta, G., Mieth, A. T., Garcia, F. A. de O., & Muniz, M. de F. B. (2018). Qualidade sanitária e fisiológica de *Senna macranthera* (DC ex. Collad.) H.S.Irwin & Barneby quando submetida a métodos de superação da dormência. *Ciência Florestal*, 28(2), 836–844. DOI: 10.5902/1980509832104
- Piveta, G., Muniz, M. de F. B., Reiniger, L. R. S., Dutra, C. B., & Pacheco, C. (2014). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. *Ciência Florestal*, 24(2), 289–297. DOI: 10.5902/1980509814567
- Rego, C. H. Q., Cardoso, F. B., Cotrim, M. F., Cândido, A. C. da S., & Alves, C. Z. (2018). Ácido giberélico auxilia na superação da dormência fisiológica e expressão de vigor das sementes de graviola. *Revista de Agricultura Neotropical*, 5(3), 83–86. DOI: 10.32404/rean.v5i3.2354
- Rocha, A. P., Matos, V. P., Sena, L. H. de M., Pacheco, M. V., & Ferreira, R. L. C. (2018). Métodos para superação da dormência em sementes de *Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi. *Ciência Florestal*, 28(2), 505–514. DOI: 10.5902/1980509832031
- Santos, M. B. dos, Cardoso, R. L., Fonseca, A. A. de O., & Conceição, M. do N. (2010). Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4), 1089–1097. DOI: 10.1590/S0100-2945201100500001

Silva, J. B.; Nakagawa, J. Estudos de fórmulas para cálculo de velocidade de germinação. *Informativo ABRATES*, 5(1), 62-73.

Silveira, P. F., Maia, S. S. S., & Coelho, M. de F. B. (2011). Atividade alelopática do extrato aquoso de sementes de jurema preta na germinação de alface. *Revista de Ciências Agrárias*, 54(2), 101–106. DOI: 10.4322/rca.2012.001

Sousa, F. C., Silva, L. M. M., Moreira, I. S., Castro, D. S., Lins, A. D. F., Rocha, A. P. T. & Nunes, E. N. (2016). Características físico-químicas e compostos bioativos de umbú-caja em dois estádios de maturação. *Gaia Scientia*, 10(4), 57-65. DOI: 10.21707/ga.v10.n04a04