

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**RELAÇÃO ENTRE A PRESENÇA DE DORMÊNCIA E A DINÂMICA  
NA EMERGÊNCIA DE HERBÁCEAS DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO  
DA CAATINGA**

JOSÉ DJALMA DE SOUZA

RECIFE

2019

JOSÉ DJALMA DE SOUZA

**RELAÇÃO ENTRE A PRESENÇA DE DORMÊNCIA E A DINÂMICA  
NA EMERGÊNCIA DE HERBÁCEAS DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO  
DA CAATINGA**

Monografia apresentada ao  
Curso de Licenciatura Plena em  
Ciências Biológicas/UFRPE  
como requisito parcial para  
obtenção do grau de Licenciado  
em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elcida de  
Lima Araújo.

Co-orientador: Bruno Ayrton de  
Souza Aguiar.

RECIFE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S729r Souza, José Djalma de.  
Relação entre a presença de dormência e a dinâmica na  
Emergência de herbáceas do banco de sementes do solo da caatinga  
/ José Djalma de Souza. – Recife, 2019.  
53 f.: il.

Orientador (a): Elcida de Lima Araújo.  
Coorientador (a): Bruno Ayron de Souza Aguiar.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento em Ciências  
Biológicas, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências e anexo (s).

1. Florestas secas 2. Germinação 3. Estabelecimento  
I. Araújo, Elcida de Lima, orient. II. Aguiar, Bruno Ayron de Souza,  
coorient. III. Título

CDD 574

JOSÉ DJALMA DE SOUZA

**RELAÇÃO ENTRE A PRESENÇA DE DORMÊNCIA E A DINÂMICA  
NA EMERGÊNCIA DE HERBÁCEAS DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO  
DA CAATINGA**

Comissão Avaliadora:

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elcida de Lima Araújo – UFRPE

Orientador

---

Dr<sup>a</sup> Juliana Ramos de Andrade – UFRPE

Titular

---

Dr<sup>a</sup> Danielle Melo dos Santos – UFPE

Titular

---

Msc<sup>a</sup> Vanessa Kelly Rodrigues de Araujo – UFRPE

Suplente

RECIFE

2019

“Vou andando nas horas,  
atravessando os agoras,  
dançando as novas auroras”

Nação Zumbi – Novas Auroras

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e da sabedoria que me guiaram durante esses anos e me fizeram chegar até aqui.

A minha família, em especial ao meus pais Djalma Pedro e Maria José que me deram todo amor, apoio e sustento, imprescindíveis durante toda graduação. Também as minhas irmãs queridas Maria Filha e Marianne Eunice pela parceria e aos seus respectivos esposos, Aldemir e Gabriel.

Aos meus amigos do interior que muitas vezes se sentiram abandonados, enquanto passava algumas semanas longes deles.

Aos meus amigos que criei durante o curso, as turmas LB1 e LB3 já fazem parte da minha vida e vou leva-los para sempre.

Aos meus parceiros de Residência Estudantil, onde pude viver e trocar experiências incríveis com cada um deles. Em especial aos companheiros de quarto Fabricio Gabriel, Matheus Lira, Artur Ferreira, Marcos Júnior e o mais recente Thiago Izaquiel. E ao meu quase segundo quarto a Camila Mascena, Plícida Arcorverde, Maiana Ranyelle, Jéssica Dionísio e Fernanda Santos.

Ao corpo docente da UFRPE que participou diretamente comigo no processo de ensino/aprendizagem tenho ótimas lembranças e muito carinho por todos.

A todos que fazem o LEVEN/UFRPE e seus “agentes externos”, meus amigos de pesquisa que aprendi a admirar e com certeza irei levar para a vida inteira. Em especial Vanessa K. Araujo, Elda Simone e Bruno Aguiar que foram meus co-orientadores durante os anos de Iniciação Científica.

A minha orientadora de Iniciação Científica e Trabalho de Conclusão de Curso, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elcida de Lima Araújo.

Por fim, a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para minha formação, meu muito obrigado!

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| LISTA DE TABELAS.....  | 06 |
| LISTA DE FIGURAS.....  | 07 |
| RESUMO.....  | 08 |
| FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....   | 09 |
| DORMÊNCIA DE SEMENTES.....   | 09 |
| BANCO DE SEMENTES DO SOLO.....   | 11 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 14 |
| ARTIGO.....  | 18 |
| RESUMO.....  | 19 |
| INTRODUÇÃO.....  | 20 |
| MATERIAL E MÉTODOS.....  | 22 |
| CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....  | 22 |
| ESPÉCIES SELECIONADAS.....   | 22 |
| COLETA DE SEMENTES E TESTES PRÉ-GERMINATIVOS.....                                  | 23 |
| AMOSTRAGEM E DINÂMICA DO BANCO DE SEMENTES.....                                    | 24 |
| ANÁLISE DOS DADOS.....   | 25 |
| RESULTADOS.....  | 25 |
| DORMÊNCIA DAS SEMENTES.....  | 25 |
| DINÂMICA DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO.....   | 26 |
| DISCUSSÃO.....   | 27 |
| DORMÊNCIA DAS SEMENTES.....  | 27 |
| DINÂMICA DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO DE ESPÉCIES<br>DORMENTE E NÃO DORMENTES..... | 30 |
| CONCLUSÃO.....   | 32 |
| LITERATURA CITADA.....   | 34 |
| APÊNDICE.....  | 41 |
| ANEXOS.....  | 47 |
| NORMAS DA REVISTA.....   | 47 |

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Modelos lineares generalizados (GLMs) das respostas interanuais e sazonais intraespecíficas do quantitativo de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga. (df: grau de liberdade; SS: soma dos quadrados; Error: valor do erro; MS: Média dos quadrados; F: Teste Fisher; P: <0.05-diferenças significativas; R<sup>2</sup>: Percentual explicativo).....41

**Tabela 2.** Modelos lineares generalizados (GLMs) das respostas interanuais e sazonais interespecíficas do quantitativo de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga. (df: grau de liberdade; SS: soma dos quadrados; MS: Média dos quadrados; F: Teste Fisher; P: <0.05-diferenças significativas; Ano1; Ano2; Ano3; Ano4).....42

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Variações nas respostas interanuais intraespecíficas e interespecífica do (A) quantitativo de emergência e (B) índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga (Ano1; Ano2; Ano3; Ano4). Letras maiúsculas distintas denotam diferenças intraespecíficas e letras minúsculas distintas denotam diferenças interespecíficas pelo *teste de Tukey a posteriori*.....43
- Figura 2.** Variações nas respostas sazonais intraespecíficas e interespecífica do (A) quantitativo de emergência e (B) índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga (Ano1; Ano2; Ano3; Ano4). Letras maiúsculas distintas denotam diferenças intraespecíficas e letras minúsculas distintas denotam diferenças interespecíficas pelo *teste de Tukey a posteriori*.....44
- Figura 3.** Variações nas respostas interespecífica do quantitativo de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga. Letras minúsculas distintas denotam diferenças interespecíficas pelo *teste de Tukey a posteriori*.....45
- Figura 4.** Avaliação de tratamentos pré-germinativos para quebra de dormência em herbáceas da caatinga. Letras minúsculas distintas denotam diferenças entre os tratamentos pelo *teste de Tukey a posteriori*. (*Delillia biflora*: T1: controle; T2: imersão em H<sub>2</sub>O por 24h; T3: imersão em H<sub>2</sub>O por 48h T4: Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); (Demais espécies: T1: controle; T2: imersão em H<sub>2</sub>O por 24h; T3: Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100%; T4: Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O por 24h)..46

## RESUMO

Dentre os fatores pós dispersivos que atuam na germinação, a dormência das sementes é um dos mecanismos essencial para manutenção do banco de sementes do solo. Além disso, as condições ambientais (luz, água e temperatura), também afetam o processo de germinação, porém existem lacunas a serem respondidas quanto ao desencadeamento e regulação desse processo no banco de sementes do solo de florestas secas. Assim, hipotetizamos que diferenças interanuais e sazonais na emergência de herbáceas do banco de sementes do solo de região semiárida são determinadas pela presença e/ou ausência da dormência física nas sementes. Cinco espécies de herbáceas: *Commelina benghalensis* L.; *Delilia biflora* (L.) Kuntze; *Desmodium glabrum* (Mill.) DC; *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn e *Talinum triangulare* Willd, foram selecionadas e submetidas a tratamentos pré-germinativos: T1 (Controle); T2 (H<sub>2</sub>O); T3 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); T4 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O). Para isso, aferimos o percentual (PG) e o índice de velocidade de germinação (IVG), com intuito de verificar a existência de dormência. Coletamos amostras do banco de sementes do solo nos finais das estações seca e chuvosa de quatro anos consecutivos, as quais em casa de vegetação foram irrigados e acompanhadas a emergência de plântulas diariamente durante seis meses. Aferimos o quantitativo da emergência e velocidade de emergência (IVE) na dinâmica do banco de sementes do solo. Como resultado, verificamos a presença de dormência física para as espécies *T. paniculatum*, *T. triangulare*, *C. benghalensis*, ausência de dormência em *D. biflora* e dupla estratégia em *D. glabrum*. Independente da presença ou ausência de dormência, os tratamentos com maior PG e IVG foram T3 e T4. Houve diferenças intra e interespecíficas para todas as espécies no IVE e quantitativo de emergência entre anos e estações. Portanto, evidenciamos algumas tendências na dinâmica do banco de sementes do solo, como pulsos no tempo e ausências exclusivas em entre anos e estações, o que sugere a influência da ação de dormência destas herbáceas no banco de sementes do solo.

**Palavras-chave:** florestas secas, germinação, estabelecimento, ervas.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### DORMÊNCIA DE SEMENTES

As sementes possuem potencial de germinar perante exposição a diversos fatores ambientais essenciais, como viabilidade, níveis de água, oxigênio e temperatura adequadas (Baskin & Baskin 2004). No entanto, pode haver barreiras na germinação, mesmo em condições consideradas favoráveis, definidas por Bewley (1997) como dormência. Sendo assim, a germinação de sementes com a presença de dormência é precedida de sinais ambientais específicos, permitindo o estabelecimento das plântulas em momentos sazonalmente diferentes ou após perturbações. Consideram ainda que a dormência é uma das características adaptativas mais importantes nos vegetais. (Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006).

É preciso deixar claro que dormência não é apenas o fato da ausência de germinação (Thompson 2000; Fenner & Thompson 2005), já que são características inerentes às sementes que irão determinar esse evento. Por isso, discute-se o fato de que qualquer alteração em fatores ambientais que modifique as condições consideradas normais para a germinação é, portanto, um fator de superação da dormência (Probert 2000; Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006).

Baskin & Baskin (2004) sugerem um parâmetro para classificação da dormência das sementes, dividindo-se em cinco grupos:

**Dormência fisiológica (DP):** A DP é a forma mais representativa, presente em sementes de gimnospermas e em todos os seus principais clados. É a forma de dormência mais prevalente em bancos de sementes temperadas e a classe de dormência mais abundante em campo. A DP ainda pode ser dividido em três níveis: profundo, intermediário e não profundo (Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006). PD pode ser dividido em três níveis: profundo, intermediário e não profundo, sendo a grande maioria das sementes com PD não-profunda.

**Dormência morfológica (DM):** As sementes com DP possuem um embrião pequeno (subdesenvolvido) são fisiologicamente ativos e não requerem um pré-tratamento de quebra de dormência para germinar, dessa

forma, necessitam apenas de uma variação temporal para crescer até o tamanho normal e então germinar. O período de dormência fica definido entre o tempo decorrido entre a incubação de sementes frescas e a emergência da radícula.

**Dormência morfofisiológica (DMP):** A DPM também é encontrada em sementes com embriões subdesenvolvidos, mas, além disso, está associado a uma dormência fisiológica. Por tanto, essas sementes necessitam de um tratamento de quebra de DM seguida de quebra de DP. Existem oito níveis conhecidos de MPD. Ressaltando que o tempo do crescimento embrionário e emergência da radícula requer um período consideravelmente mais longo do que nas sementes apenas com DM.

**Dormência física (PY):** PY é caracterizada por camadas impermeáveis à água das células da paliçada no revestimento de sementes ou frutos. A escarificação mecânica ou química podem ser sugestões para quebrar a PY.

**Dormência combinatória (PY + DP):** PY + PD é evidenciada em sementes com camadas impermeáveis à água (presença de PY) associada com a dormência fisiológica.

No que diz respeito aos tratamentos para superação da dormência, tanto para experimentos controlados (Zeinalabedini *et al.* 2009; Dittus & Muir 2010), quanto para os estudos em áreas naturais áridas ou semiáridas, definidos por fatores ambientais (Santana *et al.* 2010; Walck *et al.* 2011; Le Stradic *et al.* 2015). Existem algumas categorias principais:

A química onde o tempo de tratamento é reduzido a minutos em comparação ao do ambiente natural, agindo na quebra do tegumento, possibilitando a entrada de água no interior das sementes. Contudo, condições da espécie do cultivar, método de colheita e ambiente de produção podem comprometer a eficiência do tratamento (Zarnstorff *et al.* 1994; Duclos *et al.* 2013).

A física, que está diretamente ligada à morfologia da semente, precisando haver uma escarificação mecânica, quebrando assim o pericarpo e permitindo a entrada de gás e água no interior das sementes em maior quantidade (Lopes *et al.* 2011).

Os hormônios vegetais além do controle do crescimento, definem o processo de germinação. Considerados como fundamentais a giberelina (GA) e

o ácido abscísico (ABA), promovendo e retardando a germinação, respectivamente (Loch *et al.* 2004). Além disso, existem outros métodos foram testados, descritos e amplamente discutidos na literatura (Kimura *et al.* 2015).

O ABA é considerado um importante regulador na indução de dormência e conservação desse estado (Kucera *et al.* 2005), embora, a manutenção do estado dormência está ligada a relação entre ABA x GA. Le Page-Degivry *et al.* (1996) sugere que as GA estarão em concentrações ideais para promover a germinação, precedida da degradação do ABA. Além de que, existe uma a relação de feedback entre ABA x GA definida como hipótese de equilíbrio hormonal (Ali-Rachedi *et al.* 2004), agindo simultaneamente e em diferentes locais nas sementes. É preciso deixar claro que não foi levado em consideração sementes com a presença de dormência do tipo física, apenas regulação da dormência embrionária (Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006).

Por consequência, ainda há dificuldade na definição de dormência, pelo fato de que não é apenas o ambiente pós-dispersão que delineará o tempo de germinação, as condições durante a maturação das sementes também precisam ser levadas em consideração. A dormência precisa ser encarada, portanto, como algo instável, interagindo com o ambiente e ajustando as circunstâncias para a germinação (Finch-Savage & Leubner-Metzger 2006).

## **BANCO DE SEMENTES DO SOLO**

O banco de sementes é definido por Baker (1989) como o conjunto de sementes viáveis presente no solo que variam no tempo e no espaço. Este componente é constituído de forma dinâmica, pois a entrada, permanência e saída das sementes do banco podem ocorrer de diferente modo nas espécies que fazem parte da composição da comunidade vegetal (Baker 1989; Almeida-Cortez 2004). Assim, o banco de sementes do solo é um elemento continuamente afetado pelas variações temporais, espaciais e outros fatores que são inerentes à vegetação (Muvengwi *et al.* 2015).

A entrada e permanência das sementes no banco são determinadas pelas características intrínsecas da semente, como a presença de dormência (fisiológica, morfológica, morfofisiológica, física ou combinada) e a ausência de dormência. Esta dinâmica também é influenciada pelas pressões ambientais

como a temperatura, precipitação, umidade e luminosidade, bem como pela deposição das sementes em camadas mais profundas do solo, o que comprometem sua viabilidade (Baker 1989).

O banco de sementes do solo nas florestas tropicais é constituído por uma parte significativa de espécies herbáceas e arbustivas e que incluem espécies com dormência (Thompson 2000; López 2003). É possível verificar que nestas florestas as herbáceas é um componente dominante e apresentam maior quantitativo de sementes no banco do solo (Thompson 2000; López 2003). Esta característica é justificada pela presença de dormência (Baskin & Baskin 2004), além do seu comportamento pioneiro (Santos *et al.* 2013) e ciclo de vida rápido.

Foi proposto por Thompson & Grime (1979) duas estratégias opostas para determinar o estabelecimento das sementes no banco do solo. Na primeira delas, as sementes que permanecem de maneira temporária não possuem dormência e contam com o ciclo de vida mais rápido. Por segundo, as sementes permanentes precisam de circunstâncias específicas para germinação, caracterizando assim a presença de dormência e viabilidade duradoura. Todavia, a dormência é pouco comprovada no banco, pois não se sabe ao certo se o banco é constituído por sementes realmente dormentes que perduram no solo ou se são sementes dispersadas recentemente (Garwood 1989).

No geral, compreende-se como dormência do banco de sementes do solo o mecanismo que consiste em sementes naturalmente viáveis com barreira natural à germinação, mesmo em condições consideradas propícias. Dessa maneira, a emergência só ocorre quando essa barreira é superada e juntamente com condições favoráveis para o estabelecimento e sobrevivência das plântulas (Baskin & Baskin 2014).

Os estudos que investigam a dinâmica do banco de sementes do solo são realizados com a finalidade de conhecer a situação atual da composição da comunidade vegetal de uma determinada floresta, como também auxiliam na modelagem de previsões destas áreas (Magro *et al.* 2014). O que pode auxiliar no entendimento da função ecológica das espécies que compõem a vegetação (Luzuriaga *et al.* 2005). Assim, contribui para o entendimento da dinâmica da regeneração natural, principalmente em ambientes áridos e

semiáridos que sofrem intensa perturbação (Strubelt *et al.* 2019). Alguns dados obtidos nestes estudos, como o de riqueza, abundância e densidade podem ajudar a moldar estratégias de conservação, manejo de áreas degradadas e descobrir a potencialidade de recuperação (Freitas & Pivello 2005; Martins 2007).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI-RACHEDI, S. *et al.* Changes in endogenous abscisic acid levels during dormancy release and maintenance of mature seeds: studies with the Cape Verde Islands ecotype, the dormant model of *Arabidopsis thaliana*. **Planta**, Berlim, v. 219, n. 3, p. 479-488, ago. 2004.
- ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: Ferreira, A. G.; BORGHETTI, F (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- BAKER, H. G. Some aspects of the natural history of seed banks. In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R.L.A.F. (Org.). **Ecology of soil seed banks**. London: Academic Press, 1989.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. What kind of seed dormancy might palms have? **Seed Science Research**, Cambridge, v. 24, n.1, p. 17-22, mar. 2014.
- \_\_\_\_\_, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed science research**, Cambridge, v. 14, n. 1, p. 1-16, mar. 2004.
- BEWLEY J. D. Seed germination and dormancy. **Plant Cell**, Canadá, v. 9, n. 7, p.1055–1066, jul. 1997.
- BRASIL. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Meio Ambiente. **O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação – Parque Estadual de Vassununga**. São Paulo, 2005.
- DITTUS, D. A.; MUIR, J. P. Breaking germination dormancy of Texas native perennial herbaceous legumes. **Native plants journal**, Baltimore, v. 11, n. 1, p. 5-10, mar. 2010.
- DUCLOS, D. V. *et al.* Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum virgatum* L.): understanding the physiology and mechanisms of coat-imposed seed dormancy. **Industrial Crops and Products**, Geneva, v. 45, n.1, p. 377-387, fev. 2013.
- FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. 1. ed. United States: Cambridge University Press, 2005.

- FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. **New phytologist**, Germany, v. 171, n.3, p. 501-523, abr. 2006.
- FREITAS, G. K.; PIVELLO, V. R. A ameaça das gramíneas exóticas à biodiversidade. **O Cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação-Parque Estadual de Vassununga**. (Eds VR Pivello, EM Varanda) pp, p. 283-296, 2005.
- GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. A. F. (ed.) **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989.
- HAYNES, J. G.; PILL, W. G.; EVANS, T. A. Seed treatments improve the germination and seedling emergence of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). **HortScience**, United States, v. 32, n. 7, p. 1222-1226, dez. 1997.
- KIMURA, E. *et al.* Breaking seed dormancy of switchgrass (*Panicum virgatum* L.): A review. **Biomass and bioenergy**. United States, v. 80, p. 94-101, out. 2015.
- KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, Germany, v. 15, n. 4, p. 281-307, dez. 2005.
- LE STRADIC, S. *et al.* Diversity of germination strategies and seed dormancy in herbaceous species of campo rupestre grasslands. **Austral Ecology**, Austrália, v. 40, n. 5, p. 537-546, fev. 2015.
- LOCH, D. S. *et al.* **Seed formation, development, and germination Warm-Season (C4) Grasses**. 10. Ed. United States: American Society of Agronomy, mar. 2004.
- LOPES, P. S. N. *et al.* Tratamentos físicos e químicos para superação de dormência em sementes de *Butia capitata* (Martius) Beccari. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 120-125, jan/mar. 2011.
- LÓPEZ, R. P. Soil seed bank in the semi-arid Prepuna of Bolivia. **Plant Ecology**. United States, v.168, n. 1, p 85-92, jan. 2003.
- LUZURIAGA, A. L. *et al.* Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. **Acta Oecologica**, Spain, v. 27, n. 1, p. 57-66, jan/fev. 2005.

- MAGRO, S. *et al.* Community ontogeny at the roadside: Critical life-cycle events throughout a sequential process of primary colonization. **Applied vegetation science**, Madrid, v.17, n. 3, p. 493-503, jul. 2014.
- MARTINS, A. M.; ENGEL, V. L. Soil seed banks in tropical forest fragments with different disturbance histories in southeastern Brazil. **Ecological Engineering**, Áustria, n.31, v. 3, p. 165-174, nov. 2007.
- MUVENGWI, J.; NDAGURWA, H. G. Soil seed bank dynamics and fertility on a seasonal wetland invaded by *Lantana camara* in a savanna ecosystem. **South African Journal of Botany**, South Africa, v.100, n. 1 p. 190-194, set. 2015.
- LE PAGE-DEGIVRY, M. L. L. *et al.* Changes in hormone sensitivity in relation to onset and breaking of sunflower embryo dormancy. *Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology*. **CAB International**, Wallingford, v. 1, n.1, p. 221-231, out. 1996.
- PROBERT, R. J. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Great Britain: Cabi, 2000.
- REIS, A. *et al.* Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, Goiás, v.1, n. 1, p. 28-36, abr. 2003.
- SANTANA, V. M. *et al.* Effects of soil temperature regimes after fire on seed dormancy and germination in six Australian Fabaceae species. **Australian Journal of Botany**, Austrália, v.58, n. 7, p. 539-545, out. 2010.
- SANTOS, J. M. F. F. *et al.* Natural regeneration of the herbaceous community in a semiarid region in Northeastern Brazil. **Environment Monitoring Assessment**, Netherlands, v.185, n. 10, p. 8287-8302, out. 2013.
- STRUBELT, I. *et al.* Inter-annual variation in species composition and richness after coppicing in a restored coppice-with-standards forest. **Forest Ecology and Management**, Germany, v. 432, n. 1, p. 132-139, jan. 2019.
- THOMPSON, K.; FENNER, M. **Seeds: The ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. United States: *CAB International*, 2000.
- \_\_\_\_\_, GRIME, J. P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **The Journal of Ecology**, Eslováquia, v. 67, n. 3, p. 893-921, nov. 1979.

- \_\_\_\_\_. *et al.* The functional ecology of soil seed banks. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Great Britain: Cabi, 2000.
- TISCHLER, C. R.; YOUNG, B. A.; SANDERSON, M. A. Techniques for reducing seed dormancy in switchgrass. **Seed Sci. & Techn**, United Kingdom, v. 22, n.1, p. 19-26, jan. 1994.
- VLEESHOUWERS, L. M.; BOUWMEESTER, H. J.; KARSSSEN, C. M. Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. **Journal of Ecology**, Eslováquia, v. 83, n. 6, p. 1031-1037, dez. 1995.
- WALCK, J. L. *et al.* Climate change and plant regeneration from seed. **Global Change Biology**, United States, v. 17, n. 6, p. 2145-2161, nov. 2011.
- ZARNSTORFF, M. E.; KEYS, R. D.; CHAMBLEE, D. S. Growth regulator and seed storage effects on switchgrass germination. **Agronomy Journal**, United States, v. 86, n. 4, p. 667-672, jul. 1994.
- ZEINALABEDINI, M. *et al.* Breaking seed dormancy in long-term stored seeds from Iranian wild almond species. **Seed Science and Technology**, United Kingdom, v. 37, n. 2, p. 267-275, jul. 2009.

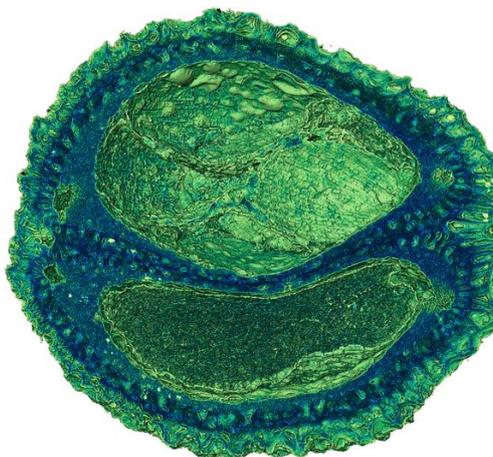
**ARTIGO****DORMÊNCIA EM SEMENTES DE HERBÁCEAS CONFERE VANTAGEM NA  
DINÂMICA DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM FLORESTAS  
SECAS?**

José Djalma de Souza<sup>1</sup>, Bruno Ayrton de Souza Aguiar<sup>1</sup> e Elcida de Lima  
Araújo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco.  
Recife, Pernambuco, Brasil.

Artigo a ser enviado a Internation Journal of Plant Sciences

VOLUME 180 NUMBER 2 FEBRUARY 2019

**INTERNATIONAL JOURNAL OF  
PLANT SCIENCES**

---

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

## RESUMO

*Premissa da pesquisa.* A persistência de sementes viáveis no banco do solo de florestas secas durante o período de condições ambientais desfavoráveis pode estar associada a dormência. Com isso, é necessário investigar a existência e o tipo de dormência de herbáceas relacionando com a dinâmica do banco de sementes do solo.

*Metodologia.* Selecionamos cinco espécies herbáceas de uma floresta tropical seca e através de tratamentos pré-germinativos verificamos presença ou ausência de dormência física. Essas mesmas espécies tiveram sua dinâmica do banco de sementes do solo e a velocidade de emergência acompanhadas por quatro anos entre estações secas e chuvosas.

*Resultados principais.* Dentre as espécies, diferentes estratégias germinativas foram verificadas, apresentando sementes dormentes e não dormentes. Ausências, reduções e aumento das emergências interanuais e sazonais do banco ocorreu de diferente modo entre as espécies. Porém, obtivemos algumas tendências como pulsos no tempo, preferência de emergência entre estações, o que sugere a influência da ação de dormência nestas herbáceas.

*Conclusões.* Podemos considerar que há tendências nestas respostas, evidenciando a influência da ação de dormência nestas espécies herbáceas.

*Palavras-chave:* ervas, semiárido, germinação, estabelecimento, dormência física.

## Introdução

Sementes de espécies adaptadas em regiões semiáridas tendem a manter-se persistente no banco de sementes do solo como estratégia para tolerar a estação seca, período de estresse hídrico com intensa luminosidade e elevada temperatura (Vanier et al. 2005; Baskin e Baskin 2014; Escobar et al. 2018; Hu et al. 2018). A persistência de sementes viáveis, aguardando o retorno das condições favoráveis ao desencadeamento do processo germinativo na semente, com a chegada do período chuvoso pode estar relacionado ou não a dormência (Baskin e Baskin 1998; Cota-Sánchez e Abreu 2007; Walck et al. 2011; Krichen et al. 2014).

O mecanismo de dormência é bastante vantajoso garantindo o estabelecimento das plântulas em florestas secas (Salazar et al. 2011; Krichen et al. 2014; Escobar et al. 2018). E compreende uma estratégia adaptativa de algumas espécies para garantir sucesso na sobrevivência e o estabelecimento do banco de plântulas a ser formado no ambiente (Baskin e Baskin 2014; Cuena-lombraña et al. 2017; Hu et al. 2018). Essa estratégia atua na regulação fisiológica da germinação no espaço e no tempo (Cuena-lombraña et al. 2017) até o retorno das condições ambientais favoráveis à emergência das plântulas (Baskin e Baskin 2014). Contudo, a ausência de disponibilidade de água adequada ao estabelecimento futuro das plântulas no ambiente, pode refletir na ausência de germinação de suas sementes da espécie, mesmo após essa ter superado a dormência, quando possui.

Assim, as sementes podem permanecer viáveis no solo sem desencadear os processos germinativos por longos períodos, suportando desde estações climáticas até anos seguintes (Baskin e Baskin 2014; Hu et al. 2018), e, podendo nesse intervalo de tempo, aumentar ou reduzir sua viabilidade de germinação (Van Assche et al. 2003; Baskin e Baskin 2014; Long et al. 2015), contribuindo para a formação do banco de sementes persistente do solo (Meiado 2014).

Por outro lado, algumas sementes de florestas secas denominadas quiescentes apresentam ausência de dormência, podendo germinar em um determinado intervalo de tempo, sob condições hídricas, oxigênio e temperatura adequados. Sendo favoráveis a formação de um banco de

sementes do solo transitório, relacionados a sazonalidade do ambiente (Torres 2008; Meiado 2014).

A formação de um banco de sementes do solo persistente e transitório em uma floresta é importante, pois auxilia na regeneração natural de áreas antropogênicas, através da recuperação da estrutura e composição da floresta nativa, e do equilíbrio de seus processos ecológicos por sementes autóctones ou alóctones (Schorn et al. 2013).

Logo, estudos sobre os mecanismos de germinação do componente herbáceo da vegetação, e sua correlação com a dinâmica do banco de sementes de florestas de clima semiárido, apresentam grande contribuições para compreensão do processo de regeneração natural dessas florestas (Baskin & Baskin 2014; Dürr et al. 2015; Le Stradic et al. 2015), principalmente quando se considera as futuras mudanças climáticas nas regiões tropicais do mundo (Albuquerque et al. 2012; Santos et al. 2013b; IPCC 2014). Além do que, contribui com a ampliação das discussões sobre os mecanismos de dormência das sementes e sua relação com o banco de sementes do solo em regiões de clima semiárido, servido como base para trabalhos de restaurações de áreas degradadas que utilizam espécies nativas (Bochet et al. 2007; Merritt e Dixon 2011).

São muitas as lacunas sobre qual melhor técnica, que apresente menor superestimação ou subestimação na velocidade de germinação e assim inferir sobre sua longevidade e/ou dormência no banco do solo de espécies lenhosas (Thompson et al. 2000). Quando falamos em herbáceas de floresta seca a escassez de informação é ainda mais ampla. Com isso, este trabalho aborda duas temáticas importantes nos estudos ecofisiológicos: 1) a investigação da existência e o tipo de dormência nas herbáceas e 2) relação da dormência ou não dormência com a velocidade de emergência e dinâmica das espécies herbáceas. Avaliamos ainda a influência sazonal e interanual do clima através do monitoramento da velocidade da emergência de plântulas no banco do solo de um fragmento de floresta seca.

Sendo assim, hipotetizamos que as diferenças interanuais e sazonais na emergência de herbáceas do banco de sementes do solo de região semiárida são determinadas pela presença e/ou ausência da dormência física nas sementes. Para testar tal hipótese, foram previamente identificados os tipos de

dormência das sementes das herbáceas selecionadas e investigado a sua dinâmica no banco de sementes do solo buscando responder os seguintes questionamentos: (I) A dormência física estar presente nas sementes de cinco herbáceas nativas de regiões de clima semiárido? (II) herbáceas dormentes e não dormentes de regiões de clima semiárido diferem no quantitativo e velocidade de emergência do banco de sementes entre anos e estações?

## **Material e Métodos**

### *Caracterização da Área*

O estudo foi conduzido em um fragmento de floresta seca (caatinga) com cerca de 30 há, localizado no Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA (8o 14' S e 35o 55' W, 537m de altitude), na zona rural do município de Caruaru, Pernambuco, Brasil (Alcoforado-Filho et al. 2003; Lopes et al. 2012; Santos et al. 2013a; Santos et al. 2013b).

A vegetação apresenta clima estacional, com temperatura mínima de 11°C e máxima absoluta de 38°C e precipitação média anual de 694 mm. A estação chuvosa compreende aos meses de março a agosto e a estação seca ocorre de setembro a fevereiro (Araújo et al. 2005; Santos et al. 2013a; Araújo et al. 2014). Nos anos em que foram realizados este estudo as variações anuais das precipitações variaram de 350,8 mm à 1031,2 mm.

### *Espécies Selecionadas*

As espécies selecionadas para este estudo foram: *Commelina benghalensis* L. (Commelinaceae); *Delilia biflora* (L.) Kuntze (Asteraceae); *Desmodium glabrum* (Mill.) DC (Fabaceae); *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn e *Talinum triangulare* Willd (Talinaceae). Estas espécies foram escolhidas por apresentar ampla distribuição, elevada densidade na vegetação de caatinga e comumente encontradas em florestas tropicais secas (Reis et al. 2011; Santos et al. 2013b; Lima et al. 2014). Além disso, também são utilizadas por populações humanas para a alimentação por serem consideradas PANC's,

eventualmente usadas na medicina popular, além de apresentarem potencial forrageiro (Santos et al. 2010).

*C. benghalensis* é uma erva perene, considerada daninha em algumas culturas (Wilson 1981), conhecida popularmente como “trapoeraba” ou “erva-de-santa-luzia”, nativa da região tropical da Ásia (Takematsu e Ichizen 1997). A espécie é anficárpica, possuindo a capacidade de produzir frutos aéreos e subterrâneos com sementes dimórficas, apresentando diferenças no tamanho, peso e função (Sabila et al. 2012; Webster e Grey 2017).

*D. biflora* é uma erva anual colonizadora/facilitadora de ambientes secos (Araújo et al. 2005; Reis et al. 2011; Silva et al. 2011; Santos et al. 2013a; FLORA 2020). *D. glabrum* é uma erva anual, conhecida popularmente como “pega-pega”, “amor-agarrado” e “amor-de-velho”. Sua síndrome de dispersão é anemocórica na transição seco/chuvosa (Santos et al. 2013a; Lima et al. 2014; Souza et al. 2014).

*T. paniculatum* e *T. triangulare* são ervas perenes decidual que toleram a estação seca. Conhecida popularmente como “beldroega”, “beldroega-grande”, “beldroega-miúda” ou “bredo”. Possui propriedade medicinais, cultivada no mundo inteiro (Thanamool et al. 2013; Kuhlmann e Ribeiro 2016; FLORA 2020).

#### *Coleta de Sementes e Testes Pré-germinativos*

A coleta das sementes foi realizada no IPA, na transição da estação chuvosa/seca, período de dispersão das herbáceas selecionadas (Souza et al. 2014). As amostras foram secadas por 72 horas a sombra, a 25°C e 40% de umidade relativa. Em seguida, foram homogeneizadas e selecionadas 60 sementes aleatoriamente de cada espécie. Estas foram higienizadas com hipoclorito de sódio a 2,5% e submetidas a tratamentos pré-germinativos para superação da dormência, seguindo as recomendações das regras de análises de sementes (Brasil 2009).

Para verificar a dormência física das sementes aplicamos os seguintes tratamentos pré-germinativos: T1: Controle (temperatura constante e umidade disponível); T2: Imersão em H<sub>2</sub>O por 24 horas; T3: Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 100%;

T4: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O. Com exceção de *D. biflora* onde modificamos os seguintes tratamentos: T3: Imersão em H<sub>2</sub>O por 48 horas; T4: Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Utilizamos a escarificação química com imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado por um, três, cinco e dez minutos para todas as espécies, entretanto, analisamos estatisticamente os que obtiveram germinações (*T. paniculatum* e *T. triangulare* = 10 minutos; *D. biflora* e *C. benghalensis* = 1 minuto; *D. glabrum* = 3 minutos). A escarificação química foi utilizada pela eficiência no rompimento de forma homogênea do tegumento das sementes. (Heynes e Evans 1997).

Posteriormente, as sementes foram colocadas para germinar em placas de Petri contendo papel filtro e algodão previamente umedecidos, conduzidas em câmara de BOD, mantidas a 28°C e fotoperíodo de 24h. No geral, o delineamento experimental foi construído em blocos casualizados em esquema fatorial, com 5 espécies x 4 tratamentos x 3 repetições. Após 24 horas do início dos experimentos, contabilizamos o número de sementes germinadas diariamente por 30 dias (tempo total do experimento). Para verificar a presença da dormência física utilizamos os princípios de acordo com Baskin e Baskin (2014).

#### *Amostragem e Dinâmica do Banco de Sementes*

Em um trecho de 1ha do fragmento estudado foram coletadas aleatoriamente 105 amostras de solo, nos finais das estações chuvosas e secas durante quatro anos consecutivos. O solo foi coletado em parcelas confeccionadas com chapa galvanizada de 20 x 20 cm, a 5 cm de profundidade, incluindo a camada de serrapilheira seguindo a metodologia adotada nos estudos sobre o banco de sementes do solo (Ma et al. 2006; Hegazy et al. 2009; Ne'eman e Izhaki 2009; Quevedo-Robledo et al. 2010).

Todas as amostras foram conduzidas para casa de vegetação em bandeja de isopor (20 x 38 x 3 cm). A irrigação foi realizada diariamente, sem adição de solução nutritiva e/ou hormonal por um período de seis meses, por conta da duração das estações climáticas (Santos et al. 2013a).

O método realizado foi o de emergência de plântulas, seguindo metodologia adotada por (Bromn 1992; Christoffoleti e Caetano 1998; Gasparino et al. 2006). Diariamente, as plântulas das espécies selecionadas de cada amostra do solo foram contadas e etiquetadas, anotando-se a data de germinação.

### *Análise dos Dados*

Nos experimentos de superação da dormência, avaliamos o percentual de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) proposto por Maguire (1962):  $PG = (N/100) \times 100$  (N = número de sementes germinadas ao final do teste. Unidade: %.);  $IVG = \sum (ni / ti)$  (ni = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; ti = tempo após instalação do teste; i = 1 → 30 dias. Unidade: adimensional).

Para a análise do banco de sementes foi utilizado o índice de velocidade de emergência (IVE), proposto por Maguire (1962):  $IVE = \sum (ni / ti)$  (ni = número de plântulas que germinaram no tempo 'i'; ti = tempo após instalação do teste; i = 1 → 26 semanas. Unidade: adimensional).

Modelos lineares generalizados (GLMs) foram utilizados para avaliar a eficiência dos tratamentos pré-germinativos na superação da dormência, incorporando ANOVA, havendo significância utilizando teste *Tukey a posteriori*. As diferenças intraespecíficas e interespecíficas no quantitativo e velocidade da emergência do banco de sementes dormentes e não dormentes, entre anos e estações, foram avaliadas por GLMs.

## **RESULTADOS**

### *Dormência das Sementes*

Para *T. Paniculatum*, tanto o PG (98,33%) quanto o IVG (13,22) foram maiores em T4. Em *T. triangulare* o PG e o IVG em T3 (56,6%; 2,28) e T4 (66,6%; 3,6) diferiu dos demais tratamentos com os maiores valores, sem apresentar diferenças entre si. A imersão em 10 minutos em ácido em

combinação o tempo mais eficiente em ambas às espécies para superar as barreiras do tegumento (Figura 4).

O PG em *C. benghalensis* foi maior em T3 nas sementes aéreas (83%) e subterrâneas (88%). Porém em T3 a maior velocidade de germinação ocorreu nas sementes aéreas (15,11), sendo mais tardia nas subterrâneas (5,75). A imersão em 1 minuto em ácido foi o tempo mais eficiente para superar as barreiras do tegumento (Figura 4).

Em *D. biflora* o T4 diferenciou com o menor PG (10%) e IVG (1,83) dos demais, que foram similares entre si. Assim, manter as sementes em 48h imersas em água (T3) acelerou este processo (Figura 4).

Em *D. glabrum* o T3 (100%; 16.8) e T4 (83.3; 13.4) predominaram os maiores valores de PG e IVG. Consideramos a imersão em ácido por 3 min (T3) o tempo adequado para aumentar germinação desta espécie, porém os valores obtidos no controle (55%) também foram significativos (Figura 4).

As sementes de *T. paniculatum*, *T. triangulare*, *C. benghalensis* apresentaram dormência física, com tempos distintos na escarificação química e combinações em imersão em água para sua germinação. Enquanto as sementes de *D. biflora* foram não-dormentes, demonstrando não haver barreiras para germinação em condições naturais. Já as sementes de *D. glabrum* apresentaram duas estratégias, ou seja, grupo sem dormência que germinam em condições naturais e outro dormente, superando a barreira através da escarificação do tegumento (Figura 4).

#### *Dinâmica do Banco de Sementes do Solo*

Não obtivemos diferenças nas respostas intraespecíficas da emergência do banco de sementes entre anos e estações, nas espécies *T. triangulare* e *D. glabrum*. Em relação a *T. paniculatum*, o quarto ano apresentou maior emergência de plântulas, sem variação entre as estações chuvosas e secas. Já para *C. benghalensis*, apenas o terceiro ano diferiu dos demais, apresentando o maior quantitativo desta emergência, sem diferenças significativas entre estações climáticas. Para *D. biflora*, apenas o segundo ano diferiu dos demais com um aumento expressivo desta emergência dentro da estação seca do presente ano (Figura 1; Figura 2; Tabela1).

Analisando a ausência total de emergência intraespecíficas, foram observadas que em *D. glabrum* foi mais frequente no banco do solo das estações secas. Em *C. benghalensis*, houve ausência completa de emergência no primeiro ano e em duas estações chuvosas. Em *T. paniculatum* foi mais extremo, com ausência consecutiva da emergência no primeiro e no segundo ano. Em *D. biflora* apenas houve uma redução no quantitativo de indivíduos a partir do terceiro ano, sem ausência entre estações. Para *T. triangulare* também se manteve somente uma redução da emergência dentro de duas estações secas no primeiro e quarto ano (Figura 1; Figura 2; Tabela 1).

Analisando a velocidade da emergência (IVE) intraespecífico, somente *C. benghalensis* apresentou diferenças entre anos, sendo o terceiro ano diferente dos demais, não constatando diferenças entre estações. *D. glabrum* foi a única que apresentou diferença entre estações com o maior IVE no banco de sementes do período chuvoso. (Figura 1; Figura 2; Tabela 2).

No geral, nas relações interespecíficas *D. biflora* diferiu das demais espécies, porém foi estatisticamente igual a *T. triangulare* (Figura 3) no primeiro e segundo ano deste estudo. No terceiro ano apenas *D. glabrum* difere de *T. triangulare*. No quarto ano não houve diferenças entre as espécies. Em relação a variação sazonal, *D. biflora* diferiu das demais espécies com a maior emergência nas duas estações climáticas sendo maior na estação seca (Figura 1; Figura 2; Tabela 2). Em relação ao IVE, não houve diferença interespecífica entre anos e estação (Figura 1; Figura 2; Tabela 2).

## DISCUSSÃO

### *Dormência das Sementes*

Nossos resultados constaram a presença de dormência física nas herbáceas *T. paniculatum*, *T. triangulare* e *C. benghalensis* e ausência em *D. biflora*. No caso de *D. glabrum*, esta estratégia pode ser dupla, por apresentar sinais de grupos de sementes que germinam em condições naturais e outro necessitando superar as barreiras físicas pela escarificação. Em concordância, a literatura afirma que a dormência física está presente na maioria das herbáceas de florestas secas, para garantir as melhores chances de

sobrevivências e estabelecimento bem-sucedido, principalmente nestas regiões que existe um período crítico de múltiplos estresses ambientais (Baskin e Baskin 2014; Cabrera et al. 2015; Tinoco-Ojanguren et al. 2016; Hu et al. 2017; Hu et al. 2018). Esta barreira física constatada é uma característica adaptativa e permite a germinação somente quando as tensões ambientais não excedem seus limites de tolerância, ou seja, prepara o evento de germinação para o tempo e espaço apropriado em que as condições ambientais são favoráveis (Walck et al. 2011; Krichen et al. 2014; Cuena-Lombraña et al. 2017; Hu et al. 2018).

Em alguns ambientes, como em savanas brasileiras, as proporções de espécies dormentes e não dormentes podem ser semelhantes, e geralmente a classe de dormência é influenciada pela síndrome e época de dispersão, que pode ocorrer dentro das estações secas, chuvosas ou na transição (Escobar et al. 2018). No geral, nestas florestas secas, as sementes que são produzidas e dispersas no final da estação chuvosa e na transição com a seca, podem possuir alto nível de dormência inata para tolerar as condições climáticas adversas e germinar apenas no início do período chuvoso seguinte (Ramos et al. 2017; Bhatt et al. 2018; Escobar et al. 2018). Pelo contrário, as espécies que dispersam sementes no final da seca e início da estação chuvosa possuem uma estratégia de produzir sementes não dormentes que germinam rapidamente com o aumento do teor de umidade do solo (Salazar et al. 2011; Silveira et al. 2012; Ramos et al. 2017). Deste modo, a estratégia de uma maior dispersão dentro das estações secas e na transição em *D. biflora* e *D. Glabrum* (Souza 2010), sinaliza a importância da ausência de dormência em suas sementes, facilitando seu estabelecimento dentro da estação favorável seguinte. Todavia, a dupla estratégia em *D. glabrum* confere a esta espécie êxito na germinação independente das condições temporais.

Em concordância ao estudo, foi confirmada a dormência em herbáceas nativas africanas dos gêneros *Talinum* sp. (Fawusi 1979) ou perder a dormência em cultivares em casa de vegetação (Brasileiro et al. 2010). Em estudos anteriores, também foi constatada a dormência física imposta pelo tegumento rígido em *C. benghalensis* em populações de clima frio e tropicais, não existindo diferenças na viabilidade das sementes aéreas e subterrâneas,

apenas na estratégia da ocorrência de ambas as sementes sob as variações ambientais (Riar et al. 2017; Webster e Gray 2017).

Nossos achados trazem diferenças na velocidade de germinação em *C. benghalensis*, sendo mais cedo em sementes aérea e tardia nas subterrâneas. Acreditamos que, anteceder a germinação em sementes aéreas após a quebra da dormência, seria uma estratégia positiva da espécie para obter plântulas com maior variabilidade genética. Já que estas sementes são resultado de reproduções cruzadas, e ainda por seus tamanhos reduzidos e numerosos, garantem uma maior capacidade de propagação (Gibson e Tomlinson 2002). Esta característica confere maior vantagem adaptativa em comparação às germinações de sementes subterrâneas que são resultados de autopolinizações (Webster e Gray 2017). Estes achados divergem, quando pesquisadores afirmam haver maior importância de sementes subterrâneas, pelos maiores tamanhos, e produção antecipada em resposta ao estresse ambiental (Riar et al. 2012).

Contudo, sabemos que esta plasticidade nas repostas germinativas das espécies dormentes seriam diferentes estratégias adaptativas adquiridas para suportar e enfrentar o ambiente imprevisível, principalmente diante das flutuações climáticas existentes nestas regiões semiáridas (Hamasha e Hensen 2009; Krichen et al. 2014; Cabrera et al. 2015; Hu et al. 2017).

Diante dos nossos resultados o tratamento de escarificação do tegumento das sementes dormentes de *T. paniculatum* e *T. triangulare* não é suficiente para otimizar as germinações, necessitando do aumento da disponibilidade hídrica em um maior intervalo de tempo, através da imersão em água por 24h. Por outro lado, nas sementes dormentes de *C. benghalensis*, apenas superar a barreira física e condições favoráveis (umidade), já propicia a germinação da espécie. Estas questões podem alterar a dinâmica da emergência destas espécies em campo (Escobar et al. 2018), uma vez que, em condições naturais as flutuações na temperatura e aumento da umidade por um período consecutivo no solo pode ser um sinal para muitas espécies dormentes iniciar e aumentar o percentual e velocidade de germinação (Bezerra et al. 2006; Macedo et al. 2009; Hu et al. 2017). Mecanismos estes eficientes e adaptados para sobreviver

nos ecossistemas tropicais (Jaganathan 2018), dispersando a germinação no espaço e no tempo até que as condições ambientais sejam favoráveis (Baskin e Baskin 2014).

### *Dinâmica do Banco de Sementes do Solo de Espécies Dormente e Não Dormentes*

Diante dos nossos resultados, encontramos dissimilaridade nas respostas intraespecíficas e interespecíficas no quantitativo de emergência do banco de sementes, o que dificulta estabelecer tendências para as espécies dormentes e não dormentes.

Por exemplo, as respostas intraespecíficas mostram que houve variações anuais no quantitativo de emergências para as espécies *T. paniculatum*, *C.benghalensis* e *D.biflora*, mostrando períodos distintos no aumento expressivo desta emergência. Em relação às variações sazonais, só houve diferença na emergência das estações secas e chuvosas no tempo monitorado em *D. biflora*.

Estas flutuações da emergência das herbáceas, ao longo do tempo (anos e estações), podem acontecer devido a confluências de fatores ambientais, como alterações na disponibilidade hídrica e temperatura, que é altamente variável nestas florestas secas (Salazar et al. 2011; Aguado et al. 2012; Tinoco-Ojanguren et al. 2016; Hu et al. 2018). Sendo a disponibilidade hídrica o principal mecanismo de controle do momento da germinação nas florestas secas (Baskin e Baskin 2014). Em adição, a dinâmica das germinações no decorrer entre anos e estação pode ser controlada por fatores bióticos, tanto pela dormência, quanto pela dispersão das sementes (Escobar 2018). Gerando assim uma imprevisibilidade do banco, tanto no espaço quanto no tempo (Gomaa et al. 2012). Além da variação sazonal marcante, no nosso estudo houve uma variação interanual no quantitativo das chuvas de 350,8 mm à 1031,2 mm, sendo possível identificar anos mais secos e chuvosos. Estas variações anuais podem também explicar as variações na dinâmica da emergência destas espécies (Santos et al. 2013b).

Para entender a influência da dormência preferimos discutir as ausências, bem como a redução intraespecífica nos valores totais nas

emergências. De modo geral, além de constatarmos uma dupla estratégia na germinação, existe uma ausência na emergência da espécie *D. glabrum* entre anos, frequentemente dentro do banco das estações secas e maior velocidade no chuvoso. Esta ausência de germinação na seca é uma estratégia de espécies dormentes, pois impede seu estabelecimento sob as condições desfavoráveis (Baskin e Baskin 2014). Esta espécie também dispersa no decorrer da estação seca (Souza 2014), o que pode ser uma explicação em *D. glabrum* para diferenças nesta estratégia germinativa cedo e tardia, dormentes e não dormentes (Tinoco-Ojanguren 2016). Outras explicações das reduções da emergência do banco nesta espécie podem estar relacionando às variações na densidade das herbáceas acima do solo neste período (Santos et al. 2013a).

Em *D. biflora* ocorre um aumento expressivo da emergência em banco da estação seca, ou seja, em nenhum momento ocorre ausência de emergência. Este fato corresponde a sua expressiva dispersão dentro desta estação seca e chuvosa (Souza et al. 2010, 2014) e a falta de mecanismos de dormência (Esmailzadeh et al. 2011), confirmando nossas expectativas. Esta característica confere as espécies com estratégia de germinar rapidamente no período chuvoso seguinte e provavelmente não formando um banco persistente (Baskin e Baskin 2014; Escobar et al. 2018). Porém, não foi investigada a longevidade de sua viabilidade, o que pode contribuir, mesmo com ausência de dormência, para formação de um banco persistente.

As ausências e redução das emergências no banco coletado ao final da estação chuvosa de *C. Benghalensis*, como ausência por anos consecutivos em *T. paniculatum*, podem também sinalizar a ação da dormência, impedindo a germinação na estação seca desfavorável. Já *T. triangulare* manteve uma constância de poucas emergências similar entre os anos e estações. Este fato pode ser explicado, pela formação de um banco persistentes nestas dormentes, o que pode ajustar as espécies a emergir em qualquer momento com aumento da umidade (Tinoco-Ojanguren et al 2016).

Analisando as relações interespecíficas, houve uma inconstância entre as espécies. De maneira geral, nos primeiros anos *D. biflora* foi semelhante a *T. triangulare*. No terceiro ano apenas *D. glabrum* difere de *T. triangulare*. Esses resultados apontam que algumas espécies podem ter estratégias

semelhantes na formação do banco de sementes. Desta forma, estes dados podem permitir entender quais são as estratégias para o estabelecimento e sobrevivência destas herbáceas nestas florestas tropicais secas (Baskin e Baskin 2014; Dürr et al. 2015; Le Stradic et al. 2015; Lai et al. 2016). Ou mesmo auxiliar na construção de grupos funcionais com base nas características da dormência (Gomaa 2014), importante para compreender o processo de regeneração natural destas florestas de caatinga (Santos et al. 2013b).

Sendo assim, nossos achados auxiliam na compreensão de que herbáceas de florestas secas possuem um banco de sementes que abriga diferentes estratégias de germinação de coortes diferentes, relacionando com fatores abióticos (sazonais e interanuais) e bióticos (dormência) da vegetação. Por exemplo, em anos mais secos possivelmente algumas espécies podem dispersar suas sementes e não as germinar até que tenha uma estação propícia. Em anos mais chuvosos essas sementes de coortes passadas podem emergir no solo, com um quantitativo maior de indivíduos, para que possam conseguir ter uma ótima dispersão para suprir o banco de sementes e estabelecer uma maior quantidade de indivíduos. Outras espécies podem ter uma estratégia sazonal diferenciada preferindo germinar suas sementes nos finais das estações secas, garantindo o seu estabelecimento na estação chuvosa. Esta dinâmica também pode ser completamente modificada, em função do período em que as barreiras da dormência serão superadas.

## CONCLUSÃO

Constatamos diferentes estratégias na germinação em espécies herbáceas de florestas secas. Espécie que apresentam dormência física, com combinações distintas entre tempo de escarificação e água para superar estas barreiras. Além da falta de mecanismos de dormência, podemos também encontrar uma dupla estratégia de germinação, ou seja, grupo com e sem dormência. Como também, em especial, uma plasticidade na velocidade germinativa entre sementes dimórficas, como o caso *C. benghalensis*. Todas estas características germinativas podem otimizar o sucesso em estabelecer em novas áreas em ambientes com clima imprevisível.

Ausências, reduções e aumento das emergências interanuais e sazonais do banco de sementes ocorreu de diferente modo entre as herbáceas, o que denota estratégias distintas para sobrevivência e estabelecimento no tempo e espaço nestas florestas secas. Porém obtivemos algumas tendências nestas respostas temporais o que sugere a influência da ação de dormência nestas herbáceas. Estes achados auxiliam na construção de grupos funcionais pelas respostas similares de espécies dormentes e não dormentes e ajuda a compreender o processo de regeneração natural das florestas de caatinga. Todavia, necessita-se de mais estudos multifatoriais que envolvem fatores bióticos e abióticos para entender profundamente a influência da dormência na dinâmica do banco de sementes do solo.

## LITERATURA CITADA

- Aguado M, MJ Vicente, J Miralles, JA Franco, JJ Martínez-Sánchez 2012 Aerial seed bank and dispersal traits in *Anthemis chrysantha* (Asteraceae), a critically endangered species. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 207:275-282.
- Albuquerque UP, EL Araújo, ACA El-Deir, ALA Lima, S Antonio, BM Bezerra, EMN Ferraz, EMX Freire, EVSB Sampaio, FMG Las-Casas, GJB Moura, GA Pereira, JG Melo, MA Ramos, MJN Rodal, N Schiel, RM Lyra-Neves, RRN Alves, SM Azevedo-Júnior, WR Telino-Júnior, W Severi 2012 Caatinga revisited: ecology and conservation of an important seasonal dry forest. *The Scientific World Journal* 205182:1-18.
- Alcoforado-Filho FG, EVSB Sampaio, MJN Rodal 2003 Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta botanica brasílica* 17:287-303.
- Araújo EL, KA Silva, EMN Ferraz, EVSB Sampaio, SI Silva 2005 Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru-PE. *Acta Botanica Brasílica* 19:285-294.
- Araújo V, D Santos, J Santos, D Nascimento, K Silva, E Araújo 2014 Influência do status da floresta e da variação sazonal sobre o banco de sementes no semiárido brasileiro. *Gaia Scientia* 8.
- Baskin JM, CC Baskin, X Li 2000 Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology* 15:139-152.
- \_\_\_\_\_ JM, CC Baskin 2004 A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14:1-16.
- \_\_\_\_\_ JM, CC Baskin 2014 What kind of seed dormancy might palms have? *Seed Science Research* 24:17-22.
- Baskin CC, JM Baskin 1998 *Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination*, Elsevier.
- \_\_\_\_\_ CC 2003 Breaking physical dormancy in seeds—focussing on the lens. *New Phytologist* 158:229-232.
- Bezerra AME, S Medeiros Filho, RDLA Bruno, VG Momenté 2006 Effect of pre-soaking and giberelic acid application on *Egletes viscosa* seeds germination. *Revista Brasileira de Sementes* 28:185-190.

- Bhatt A., PC Phondani, MF Pompelli 2018 Seed maturation time influences the germination requirements of perennial grasses in desert climate of Arabian Gulf. *Saudi Journal of Biological Sciences* 25:1562-1567.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2009 Regras para análise de sementes, Secretaria de Defesa Agropecuária.
- Brasileiro BG, DCFS Dias, VWD Casali, MC Bhering, PR Cecon 2010 Temperatura e tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd (Portulacaceae). *Revista Brasileira de Sementes Londrina* 32:151-157.
- Bromn D 1992 Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Can. J. Bot.* 70:1603-1612.
- Cabrera E, J Hepp, M Gómez, S Contreras 2015 Seed dormancy of *Nolana jaffuelii* IM Johnst. (Solanaceae) in the coastal Atacama Desert. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 214:17-23.
- Christoffoleti PJ, RSX Caetano 1998 Soil seed banks. *Scientia Agricola* 55:74-78.
- Cota-Sánchez JH, DD Abreu 2007 Vivipary and offspring survival in the epiphytic cactus *Epiphyllum phyllanthus* (Cactaceae). *Journal of Experimental Botany* 58:3865-3873.
- Cuena-Lombraña A, M Porceddu, CA Dettori, G Bacchetta 2017 Discovering the type of seed dormancy and temperature requirements for seed germination of *Gentiana lutea* L. subsp. *lutea* (Gentianaceae). *Journal of Plant Ecology* 11:308-316.
- Dürr C, JB Dickie, XY Yang, HW Pritchard 2015 Ranges of critical temperature and water potential values for the germination of species worldwide: contribution to a seed trait database. *Agricultural and forest meteorology* 200:222-232.
- Escobar DF, FA Silveira, LPC Morellato 2018 Timing of seed dispersal and seed dormancy in Brazilian savanna: two solutions to face seasonality. *Annals of botany* 121:1197-1209.
- Esmailzadeh O, SM Hosseini, M Tabari, Baskin CC, H Asadi 2011 Persistent soil seed banks and floristic diversity in *Fagus orientalis* forest

- communities in the Hyrcanian vegetation region of Iran. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206:365-372.
- Fawusi MOA 1979 Germination of *Talinum triangulare* L. seeds as affected by various chemical and physical treatments. *Annals of Botany*, 44:617-622.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 03 fev. 2019.
- Gasparino D, UC Malavasi, MDM Malavasi, ID Souza 2006 Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. *Revista Árvore* 30:1-9.
- Gibson JP, AD Tomlinson 2002 Genetic diversity and mating system comparisons between ray and disc achene seed pools of the heterocarpic species *Heterotheca subaxillaris* (Asteraceae). *International Journal of Plant Sciences* 163:1025-1034.
- Gomaa NH 2012 Soil seed bank in different habitats of the Eastern Desert of Egypt. *Saudi journal of biological sciences* 19:211-220.
- \_\_\_\_\_ NH 2014 Microhabitat variations and seed bank-vegetation relationships in a desert wadi ecosystem. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 209:725-732.
- Hamasha HR, I Hensen 2009 Seed germination of four Jordanian *Stipa* spp: differences in temperature regimes and seed provenances. *Plant species biology* 24:127-132.
- Haynes JG, WG Pill, TA Evans 1997 Seed treatments improve the germination and seedling emergence of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *HortScience* 32:1222-1226.
- Hegazy MEF, MHA El-Razek, F Nagashima, Y Asakawa, PW Paré 2009 Rare prenylated flavonoids from *Tephrosia purpurea*. *Phytochemistry* 70:1474-1477.
- Hu D, JM Baskin, CC Baskin, X Yang, Z Huang 2017 Ecological role of physical dormancy in seeds of *Oxytropis racemosa* in a semiarid sandland with unpredictable rainfall. *Journal of Plant Ecology* 11:542-552.
- Hu A, J Zhang J, X Chen, S Chang, F Hou 2018 Winter Grazing and Rainfall Synergistically Affect Soil Seed Bank in Semiarid Area. *Rangeland Ecology & Management* 72:160-167.

- Jaganathan GK 2018 Physical dormancy alleviation and soil seed bank establishment in *Cassia roxburghii* is determined by soil microsite characteristics. *Flora* 244:19-23.
- Krichen K, HB Mariem, M Chaieb 2014 Ecophysiological requirements on seed germination of a Mediterranean perennial grass (*Stipa tenacissima* L.) under controlled temperatures and water stress. *South African Journal of Botany* 94:210-217.
- Kuhlmann M, Ribeiro JF 2016 Evolution of seed dispersal in the Cerrado biome: ecological and phylogenetic considerations. *Acta Botanica Brasilica* 30:271-282.
- Lai L, L Chen, L Jiang, J Zhou, Y Zheng, H Shimizu 2016 Seed germination of seven desert plants and implications for vegetation restoration, *AoB Plants*.
- Le Stradic S, FA Silveira, E Buisson, K Cazelles, V Carvalho, GW Fernandes 2015 Diversity of germination strategies and seed dormancy in herbaceous species of campo rupestre grasslands. *Austral Ecology* 40:537-546.
- Lima LCP, LP Queiroz, AMGDA Tozzi, GP Lewis 2014 A taxonomic revision of *Desmodium* (Leguminosae, Papilionoideae) in Brazil. *Phytotaxa* 169:1-119.
- Long RL, MJ Gorecki, M Renton, JK Scott, L Colville, DE Goggin, WE Finch-Savage 2015 The ecophysiology of seed persistence: a mechanistic view of the journey to germination or demise. *Biological Reviews* 90:31-59.
- Lopes CGR, EMN Ferraz, CC Castro, EN Lima, JMFF Santos, DM Santos, EL Araújo 2012 Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid region. *Forest ecology Management* 271:115-123.
- Ma JY, J Ren, G Wang, FH Chen 2006 Influence of different microhabitats and stand age on viable soil seed banks of sand-stabilising species. *South African Journal of Botany* 72:4650.
- Macedo MCD, SDPQ Scalon, AP Sari, H Scalon Filho, YBCJ Rosa, AD Robaina 2009 Biometry of fruit and seeds and germination of *Magonia pubescens* ST. Hil (SAPINDACEAE). *Revista Brasileira de Sementes* 31:202-211.

- Maguire JD 1962 Speed of Germination—Aid In Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor 1. *Crop science* 2:176-177.
- Ne'eman G, I Izhaki 2009 The effect of stand age and microhabitat on soil seed banks in Mediterranean Aleppo pine forests after fire. *Plant Ecology* 144:115–125.
- Meiado MV 2014 Banco de sementes no solo da Caatinga, uma Floresta Tropical Seca no Nordeste do Brasil. *Informativo ABRATES* 24:39-43.
- Merritt DJ, KW Dixon 2011 Restoration seed banks—a matter of scale. *Science* 332:424-425.
- Quevedo-Robledo L, E Pucheta, Y Ribas-Fernández 2010 Influences of interyear rainfall variability and microhabitat on the germinable seed bank of annual plants in a sandy Monte Desert. *Journal of arid environments* 74:167-172.
- Ramos DM, AB Liaffa, P Diniz, CB Munhoz, MK Ooi, F Borghetti, JF Valls 2017 Seed tolerance to heating is better predicted by seed dormancy than by habitat type in Neotropical savanna grasses. *International Journal of Wildland Fire* 25:1273-1280.
- Reis RDGE, MS Pereira, NR Gonçalves, DS Pereira, AME Bezerra 2011 Emergência e qualidade de mudas de *Copernicia prunifera* em função da embebição das sementes e sombreamento. *Revista Caatinga* 24:43-49.
- Riar AK, S Kaur, HS Dhaliwal, K Singh, P Chhuneja 2012 Introgression of a leaf rust resistance gene from *Aegilops caudata* to bread wheat. *Journal of genetics* 91:155-161.
- Sabila MH, TL Grey, TM Webster, WK Vencill, DG Shilling 2012 Evaluation of factors that influence Benghal dayflower (*Commelina benghalensis*) seed germination and emergence. *Weed science* 60:75-80.
- Salazar A, G Goldstein, AC Franco, F Miralles-Wilhelm 2011 Timing of seed dispersal and dormancy, rather than persistent soil seed-banks, control seedling recruitment of woody plants in Neotropical savannas. *Seed Science Research* 21:103-116.
- Santos DM, KA Silva, JMFF Santos, CGR Lopes, RMM Pimentel, EL Araújo 2010 Variação espaço-temporal do banco de sementes em uma área de floresta tropical seca (caatinga) – Pernambuco. *Revista de Geografia* 27:234-253.

- Santos JMFF, DM Santos, CGR Lopes, KA Silva, EVSB Sampaio, EL Araújo 2013a Natural regeneration of the herbaceous community in a semiarid region in Northeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment* 185:8287-8302.
- Santos DM, KA Silva, UP Albuquerque, JMFF Santos, CGR Lopes, EL Araújo 2013b Can spatial variation and inter-annual variation in precipitation explain the seed density and species richness of the germinable soilseed bank in a tropical dry forest in north-eastern Brazil? *Flora* 208:445-452.
- Schorn LA, TAB Fenilli, A Krieger 2013 Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. *Floresta* 43:49-58.
- Silva RCS, JMFF Santos, DM Santos, JR Andrade, RMM Pimentel, EL Araújo 2011 Dinâmica de *Delilia biflora* kuntze sob a influência da sazonalidade climática e diferentes status de conservação em uma floresta seca do Brasil. *Revista de Geografia (Recife)* 28:132-148.
- Silveira FAO, PO Mafia, JP Lemos-Filho, GW Fernandes 2012 Species-specific outcomes of avian gut passage on germination of Melastomataceae seeds. *Plant Ecology and Evolution* 145:350-355.
- Souza JT 2010 Chuva de sementes em área abandonada após cultivo próxima a um fragmento preservado de caatinga em Pernambuco, Brasil.
- Souza MOD, CLMD Souza, NDS Barroso, CR Pelacani 2014 Preconditioning of *Physalis angulata* L. to maintain the viability of seeds. *Acta Amazonica* 44:153-156.
- SPM, IPCC WGII. IPCC, 2014: Summary for policymakers, Climate change.
- Takematsu T, N Ichizen 1997 Weeds of the world, Vol 3, Monocotyledonae.
- Thanamool CATTHAREEYA, PITTAYA Papirom, SUTHIDA Chanlun, SAJEERA Kupittayanant 2013 *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gertn: a medicinal plant with potential estrogenic activity in ovariectomized rats. *Int J Pharm Pharm Sci* 5:478-485.
- Thompson K, M Fenner 2000 *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*, CAB International.
- Tinoco-Ojanguren C, I Reyes-Ortega, ME Sánchez-Coronado, F Molina-Freaner, A Orozco-Segovia 2016 Germination of an invasive *Cenchrus*

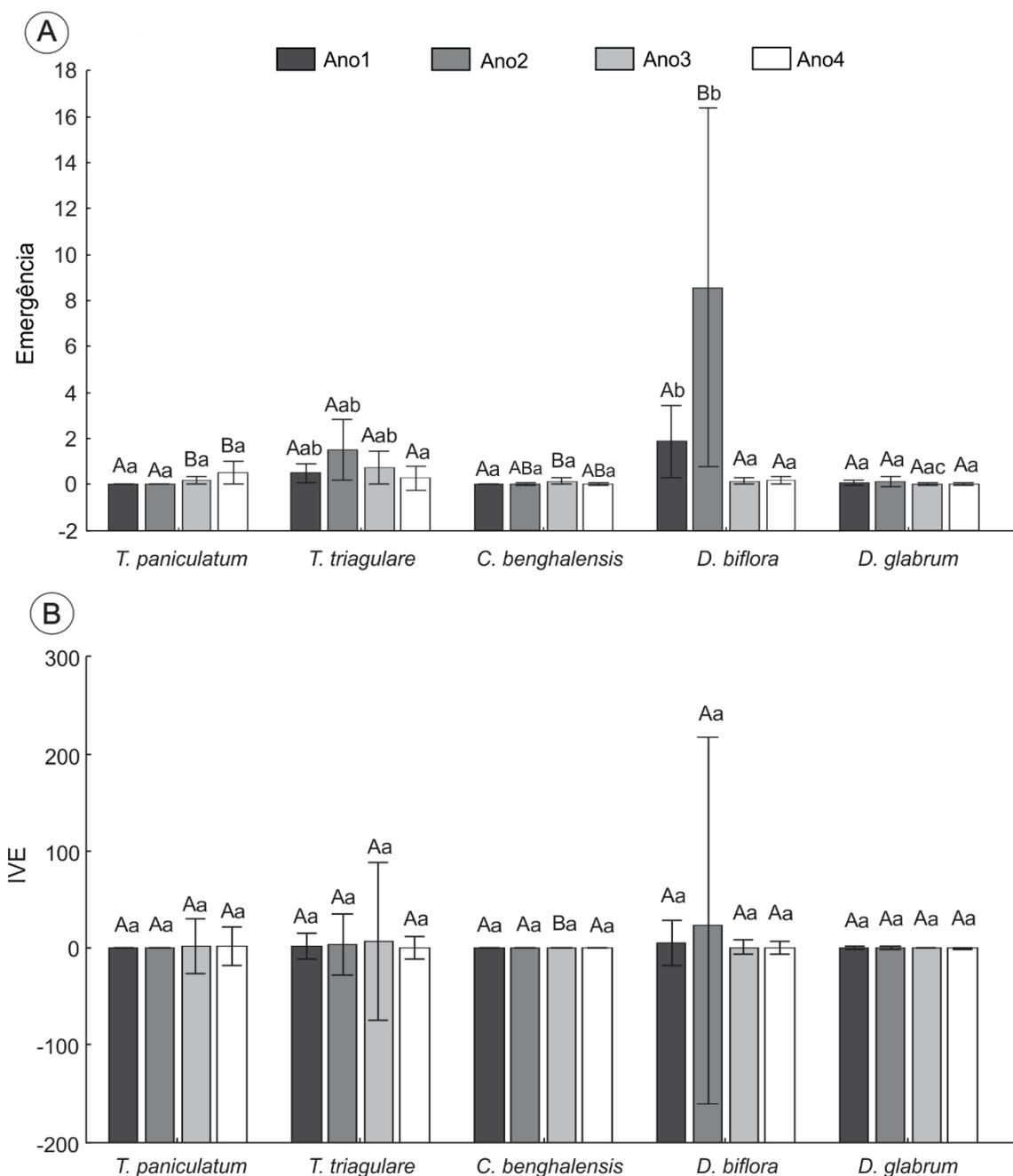
- ciliaris L.(buffel grass) population of the Sonoran Desert under various environmental conditions. South African Journal of Botany 104:112-117.
- Torres IC 2008 Presença e tipos de dormência em sementes de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa. Mestrado em biologia vegetal, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Van Assche JA, KL Debucquoy, WA Rommens 2003 Seasonal cycles in the germination capacity of buried seeds of some Leguminosae (Fabaceae). New Phytologist 158:315-323.
- Walck JL, SN Hidayati, KW Dixon, KEN Thompson, P Poschlod 2011 Climate change and plant regeneration from seed. Global Change Biology 17:2145-2161.
- Webster LM, F Conti-Ramsden, PT Seed, AJ Webb, C Nelson-Piercy, LC Chappell 2017 Impact of antihypertensive treatment on maternal and perinatal outcomes in pregnancy complicated by chronic hypertension: A systematic review and meta-analysis. Journal of the American Heart Association 6:e005526.
- Wilson JA 1981 Stomatal Responses to Applied ABA and CO<sub>2</sub> in Epidermis Detached from Well-Watered and Water-Stressed Plants of *Commelina communis* L. Journal of Experimental Botany 32:261-269.

**Tabela 1.** Modelos lineares generalizados (GLMs) das respostas interanuais e sazonais intraespecíficas do quantitativo de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga. (df: grau de liberdade; SS: soma dos quadrados; Error: valor do erro; MS: Média dos quadrados; F: Teste Fisher; P: <0.05-diferenças significativas; R<sup>2</sup>: Percentual explicativo).

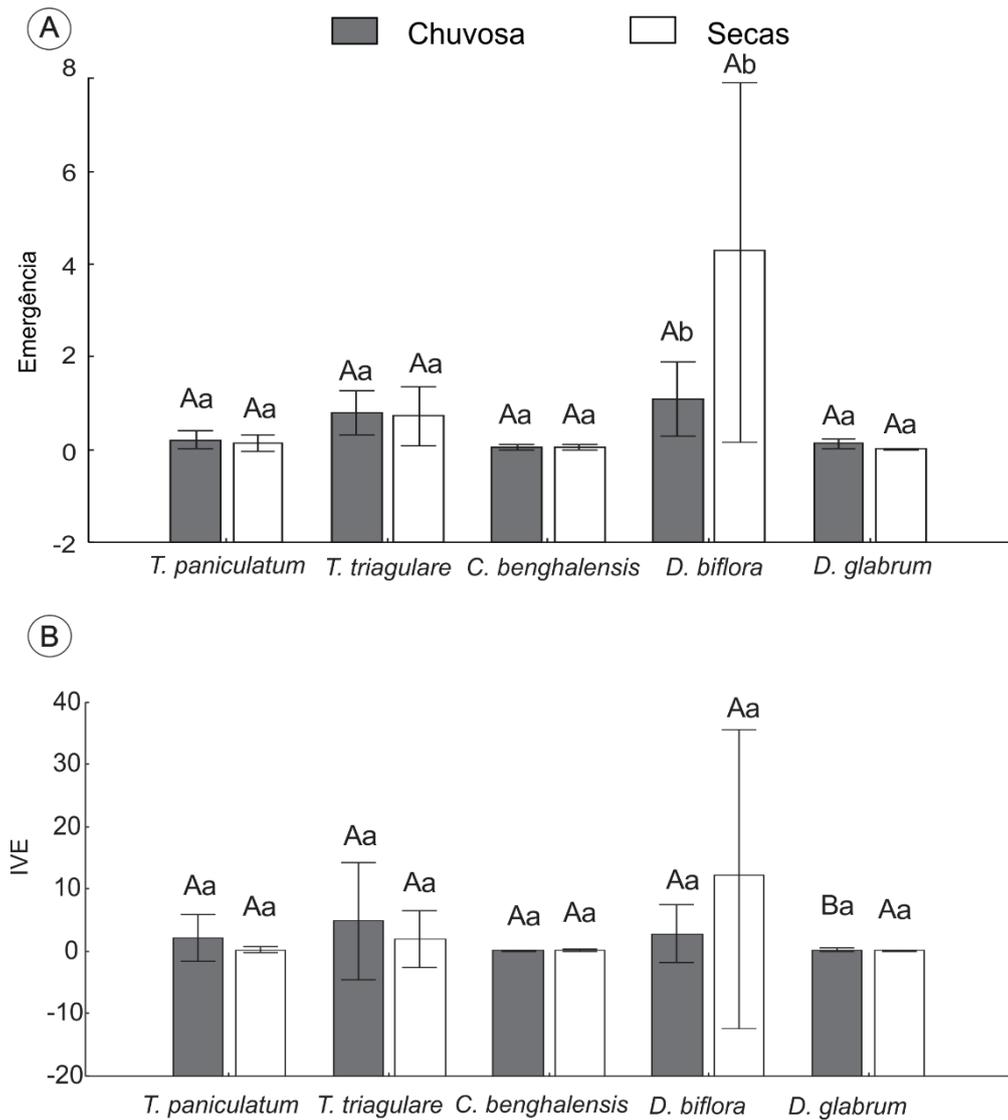
|                   | <b>Espécies</b>                         | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>SS</b> | <b>df</b> | <b>MS</b> | <b>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b> |
|-------------------|---|----------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------|----------|
| <b>Emergência</b> | <i>T. paniculatum</i>                   | 0.04                 | 9.35      | 3         | 3.12      | 176.42       | 3.60     | 0.01     |
|                   | <i>T. Triangulare</i>                   | 0.01                 | 46.05     | 3         | 15.35     | 1734.44      | 1.80     | 0.15     |
|                   | <b>Interanuais</b> <i>Commelina</i>     | 0.03                 | 0.75      | 3         | 0.25      | 17.67        | 2.87     | 0.04     |
|                   | <i>Delilia biflora</i>                  | 0.02                 | 2501.35   | 3         | 833.78    | 68602.96     | 2.48     | 0.05     |
|                   | <i>Desmodium glabrum</i>                | 0.00                 | 0.52      | 3         | 0.17      | 38.54        | 0.92     | 0.43     |
|                   | <i>T. paniculatum</i>                   | 0.00                 | 0.17      | 1         | 0.17      | 185.60       | 0.19     | 0.66     |
|                   | <b>Sazonais</b> <i>T. Triangulare</i>   | 0.00                 | 0.24      | 1         | 0.24      | 1780.26      | 0.03     | 0.87     |
|                   | <b>(secas x</b> <i>Commelina</i>        | 0.00                 | 0.00      | 1         | 0.00      | 18.41        | 0.05     | 0.82     |
|                   | <b>chuvosas)</b> <i>Delilia biflora</i> | 0.00                 | 542.77    | 1         | 542.77    | 70561.54     | 1.58     | 0.21     |
|                   | <i>Desmodium glabrum</i>                | 0.01                 | 0.69      | 1         | 0.69      | 38.37        | 3.72     | 0.06     |
| <b>IVE</b>        | <i>T. paniculatum</i>                   | -0.04                | 10.13     | 3         | 3.38      | 14.75        | 0.92     | 0.51     |
|                   | <i>T. Triangulare</i>                   | -0.17                | 48.59     | 3         | 16.20     | 97.67        | 0.66     | 0.62     |
|                   | <b>Interanuais</b> <i>Commelina</i>     | 0.79                 | 0.05      | 3         | 0.02      | 0.01         | 9.89     | 0.03     |
|                   | <i>Delilia biflora</i>                  | 0.02                 | 678.88    | 3         | 226.29    | 872.60       | 1.04     | 0.47     |
|                   | <i>Desmodium glabrum</i>                | -0.27                | 0.04      | 3         | 0.01      | 0.10         | 0.50     | 0.70     |
|                   | <i>T. paniculatum</i>                   | 0.17                 | 7.13      | 1         | 7.13      | 17.75        | 2.41     | 0.17     |
|                   | <b>Sazonais</b> <i>T. Triangulare</i>   | -0.03                | 17.32     | 1         | 17.32     | 128.94       | 0.81     | 0.40     |
|                   | <b>(secas x</b> <i>Commelina</i>        | -0.07                | 0.01      | 1         | 0.01      | 0.06         | 0.56     | 0.48     |
|                   | <b>chuvosas)</b> <i>Delilia biflora</i> | -0.03                | 179.87    | 1         | 179.87    | 1371.60      | 0.79     | 0.41     |
|                   | <i>Desmodium glabrum</i>                | 0.43                 | 0.07      | 1         | 0.07      | 0.07         | 6.26     | 0.05     |

**Tabela 2.** Modelos lineares generalizados (GLMs) das respostas interanuais e sazonais interespecíficas do quantitativo de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga. (df: grau de liberdade; SS: soma dos quadrados; MS: Média dos quadrados; F: Teste Fisher; P: <0.05-diferenças significativas; Ano1; Ano2; Ano3; Ano4).

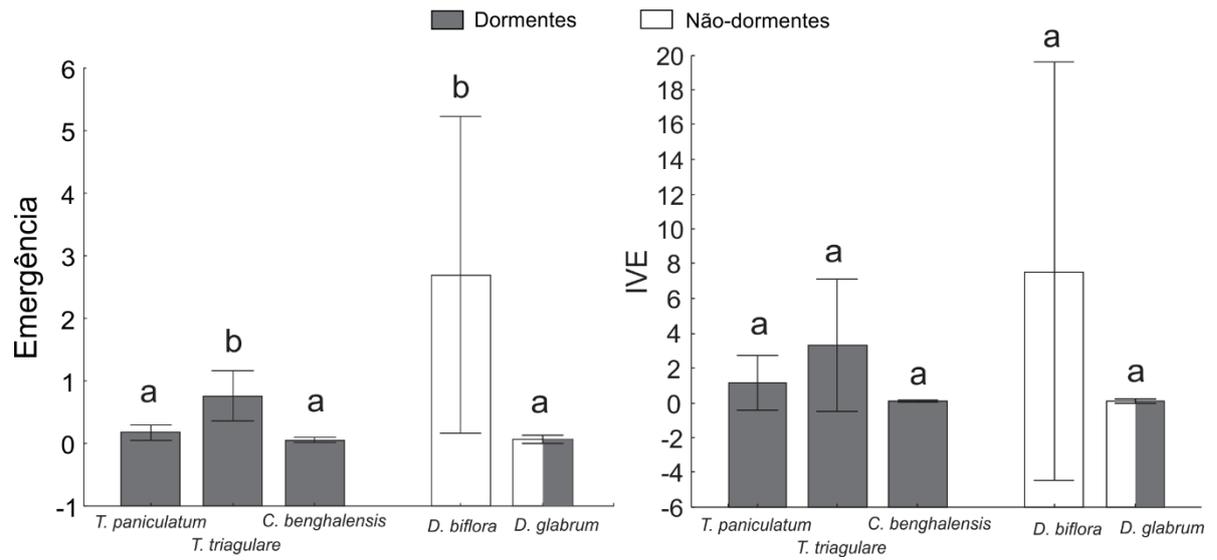
|                   |                                | <b>df Model</b> | <b>SS</b> | <b>MS</b> | <b>F</b> | <b>p</b> |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|-----------|-----------|----------|----------|
| <b>Emergência</b> | <b>Espécies</b>                | 4               | 1051.95   | 262.99    | 3.86     | 0.00     |
|                   | <b>Espécie * todos os anos</b> | 12              | 1954.09   | 162.84    | 2.39     | 0.00     |
|                   | <b>Espécies * ano1</b>         | 4               | 131.41    | 32.85     | 4.98     | 0.00     |
|                   | <b>Espécies * ano2</b>         | 4               | 2849.59   | 712.40    | 2.66     | 0.03     |
|                   | <b>Espécies * ano3</b>         | 4               | 16.05     | 4.01      | 2.76     | 0.03     |
|                   | <b>Espécies * ano4</b>         | 4               | 8.98      | 2.25      | 1.67     | 0.16     |
|                   | <b>Espécies * estação</b>      | 4               | 450.28    | 112.57    | 1.65     | 0.16     |
|                   | <b>Espécies * secas</b>        | 4               | 86.97     | 21.74     | 4.41     | 0.00     |
|                   | <b>Espécies * chuvosas</b>     | 4               | 1415.25   | 353.81    | 2.60     | 0.06     |
| <b>IVE</b>        | <b>Espécie</b>                 | 4               | 312.10    | 78.03     | 1.58     | 0.22     |
|                   | <b>Espécie* todos os anos</b>  | 12              | 608.80    | 50.73     | 1.03     | 0.46     |
|                   | <b>Espécies * ano1</b>         | 4               | 39.21     | 9.80      | 5.34     | 0.06     |
|                   | <b>Espécies * ano2</b>         | 4               | 805.06    | 201.26    | 1.15     | 0.43     |
|                   | <b>Espécies * ano3</b>         | 4               | 70.31     | 17.58     | 0.95     | 0.50     |
|                   | <b>Espécies * ano4</b>         | 4               | 6.33      | 1.58      | 1.14     | 0.44     |
|                   | <b>Espécie * estação</b>       | 4               | 196.25    | 49.06     | 0.97     | 0.44     |
|                   | <b>Espécie * secas</b>         | 4               | 61.35     | 15.34     | 1.56     | 0.24     |
|                   | <b>Espécie * chuvosas</b>      | 4               | 447.00    | 111.75    | 1.22     | 0.34     |



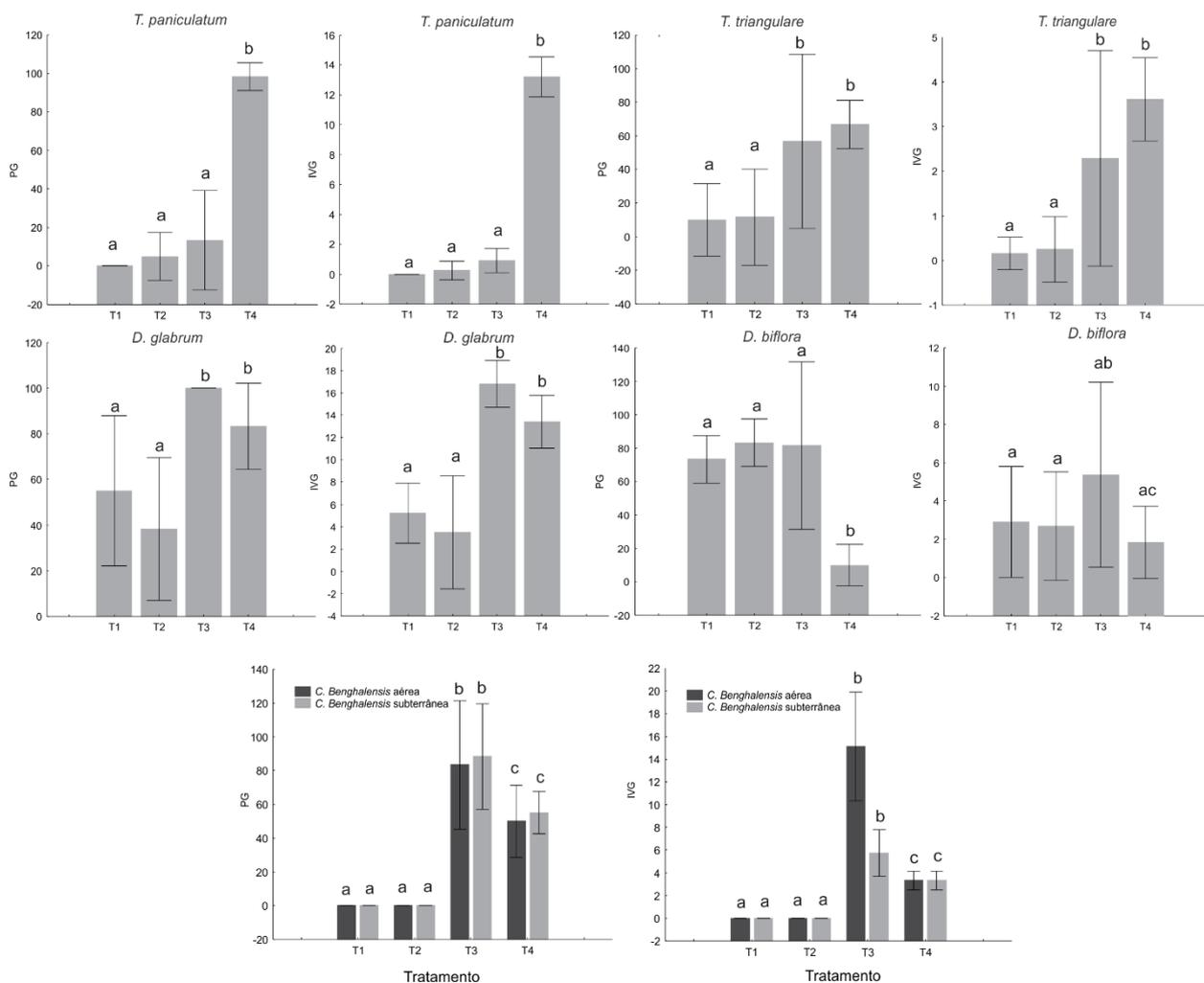
**Figura 1.** Variações nas respostas interanuais intraespecíficas e interespecífica do (A) quantitativo de emergência e (B) índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga. Letras maiúsculas distintas denotam diferenças intraespecíficas e letras minúsculas distintas denotam diferenças interespecíficas pelo teste de Tukey *a posteriori*.



**Figura 2.** Variações nas respostas sazonais intraespecíficas e interespecífica do (A) quantitativo de emergência e (B) índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga. Letras maiúsculas distintas denotam diferenças intraespecíficas e letras minúsculas distintas denotam diferenças interespecíficas pelo teste de Tukey a posteriori.



**Figura 3.** Variações nas respostas interespecífica do quantitativo de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de herbáceas da caatinga. Letras minúsculas distintas denotam diferenças interespecíficas pelo teste de Tukey *a posteriori*.



**Figura 4.** Avaliação de tratamentos pre-germinativos para quebra de dormência em herbáceas da caatinga. Letras minúsculas distintas denotam diferenças entre os tratamentos pelo teste de Tukey *a posteriori*. (*Delilia biflora*: T1: controle; T2: imersão em H<sub>2</sub>O por 24h; T3: imersão em H<sub>2</sub>O por 48h T4: Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); (Demais espécies: T1:controle; T2: imersão em H<sub>2</sub>O por 24h; T3: Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100%; T4: Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O por 24h).

## **ANEXOS**

### **NORMAS DA REVISTA**

#### **SUBMISSÃO DE MANUSCRITO**

Os autores são encorajados a enviar manuscritos on-line através do sistema do Gerente Editorial do International Journal of Plant Sciences em <https://www.editorialmanager.com/ijpss>. Instruções detalhadas estão disponíveis abaixo. Se você não tiver acesso à Web, envie uma cópia impressa de seu manuscrito e um CD-R contendo todos os arquivos eletrônicos relevantes para o escritório editorial. Não é mais necessário enviar uma cópia impressa além de uma submissão eletrônica.

#### **DECLARAÇÃO DE POLÍTICA**

O International Journal of Plant Sciences convida trabalhos em todas as áreas das ciências das plantas, incluindo genética e genômica, biologia e desenvolvimento celular, bioquímica e fisiologia, morfologia e estrutura, sistemática, interações planta-micróbio, paleobotânica, evolução e ecologia. Para ser considerado para publicação, um manuscrito deve relatar uma pesquisa original não publicada que não esteja sendo considerada para publicação em outro lugar e espera-se que apresente os resultados de uma investigação coesa. Manuscritos relacionados a técnicas ou métodos são aceitáveis somente quando acompanhados de observações ilustrativas ou dados quantitativos. Os editores recebem bem manuscritos apresentando avaliações e novas perspectivas sobre áreas de interesse atual em biologia vegetal. Estes manuscritos devem seguir o estilo do International Journal of Plant Sciences e estão sujeitos a revisão e edição.

#### **FORMATANDO ARQUIVOS ELETRÔNICOS**

Por favor, siga os requisitos abaixo ao enviar um manuscrito novo ou revisado através do Gerente Editorial. O sistema depende do processamento automatizado para criar um arquivo PDF a partir do seu envio. Se você não seguir estas instruções, sua submissão não poderá ser processada e não será recebida pelo escritório de periódicos.

## **FORMATOS ACEITÁVEIS**

Microsoft Word (.doc) (qualquer versão recente)

PDF (.pdf)

LaTeX (.tex)

WordPerfect (.wpd)

Formato Rich Text (.rtf)

## **CONTEÚDO DO ARQUIVO**

Documentos do Word devem ser enviados como um único arquivo. Os autores devem enviar figuras como arquivos separados, em formato TIFF (.tif) ou EPS (.eps) (não GIF [.gif] ou JPEG [.jpg]).

Se você enviar um arquivo LaTeX, todas as figuras e tabelas devem ser arquivos externos referenciados dentro do arquivo principal "ms.tex", usando os comandos apropriados. O LaTeX é especialmente adequado para artigos que contenham matemática extensiva; autores de manuscritos intensivos em matemática podem usar o pacote do manuscrito AASTeX disponível em <http://aastex.aas.org/>.

Por favor, note que os autores de manuscritos aceitos podem ser obrigados a enviar cópias impressas de alta resolução de todas as figuras durante a produção, pois nem todos os arquivos de arte digital são utilizáveis.

Além do arquivo principal do manuscrito, envie sua carta de apresentação como um arquivo separado no mesmo formato do seu arquivo principal. Se você usou alguma ferramenta de revisão ou acompanhamento editorial em seu programa de processamento de texto, certifique-se de que a versão final de seu manuscrito não contenha alterações controladas.

## **COMPACTAÇÃO E ARQUIVOS DE ARQUIVOS**

Se você tiver mais de dois arquivos para enviar ao sistema (por exemplo, manuscrito, figuras e carta de apresentação), recomendamos que você combine esses arquivos em um arquivo, para que você envie apenas um único arquivo ao enviar o manuscrito. Aplicativos para Mac OS (como StuffIt) e Windows (como o WinZip) suportam os formatos listados abaixo.

Os seguintes formatos de arquivo podem ser usados:

CEP (por exemplo, "archive.zip")

Arquivos tar compactados no Unix (por exemplo, "archive.tar.gz")

## **VERSÕES REVISADAS E FINAIS DOS MANUSCRITOS**

Se você estiver enviando um manuscrito revisado, inclua suas respostas aos comentários dos revisores como parte do arquivo de carta de apresentação. Ao enviar um manuscrito revisado com figuras, inclua todas as figuras, mesmo que elas não tenham mudado desde a versão anterior. A versão final do seu manuscrito deve ser submetida nos formatos Word (doc.), Rich Text (.rtf) ou LaTeX (.tex), porque suas teclas serão usadas na publicação; um PDF não contém dados de caracteres utilizáveis e, portanto, não é adequado. Para as versões revisada e final dos manuscritos, observe as mesmas instruções de formatação descritas acima.

## **ESPECIFICAÇÕES GERAIS**

Os manuscritos que não seguem o estilo do International Journal of Plant Sciences estarão sujeitos a revisões posteriores. Por favor, consulte a Lista de Abreviaturas e Símbolos que podem ser usados sem definição no IJPS. Os manuscritos devem ser totalmente espaçados em dois espaços e organizados na seguinte sequência:

## **FOLHA DE ROSTO**

Incluir título do manuscrito, autores, afiliações, um título abreviado que não exceda 55 caracteres (incluindo nomes de autores) para uso como título de execução e quatro a seis palavras-chave.

## **RESUMO**

Autores, por favor, note que o formato dos resumos foi alterado.

IJPS requer um resumo em quatro seções (sem citações, não mais do que 300 palavras), escrito no seguinte formato:

Premissa da Pesquisa (Por que a investigação foi feita? Por que é importante?);

Metodologia;

Resultados principais;

Conclusões (O que os leitores devem tirar desta investigação?);

Atenção: Em manuscritos em que os métodos são óbvios a partir do título (por exemplo, "investigação microscópica da morfologia da parede celular"), a seção Metodologia pode ser omitida.

Os manuscritos devem atender à seguinte formatação antes da revisão:

Todas as seções devem ter espaço duplo;

A numeração contínua de linhas deve ser aplicada ao manuscrito para auxiliar os revisores;

Inclua números de página em todas as páginas;

Introdução: o contexto da investigação e a hipótese do autor.

Material e métodos: devem ser fornecidas informações suficientes para a replicação dos resultados por um colega competente.

Resultados: forneça resultados importantes primeiro. Os dados devem ser apresentados em unidades do SI na forma de tabelas e figuras citadas em sequência numérica. Inclua análises estatísticas, se necessário. Citação e discussão de literatura não são permitidas na seção Resultados. Observe também que figuras e tabelas devem ser mencionadas em parênteses; por exemplo, evite escrever "A Tabela 1 fornece ..." ou "Figura 3 mostra ..."

Discussão: esta seção inclui resultados importantes da investigação e a literatura pertinente.

Reconhecimento (s).

Literatura citada. Informações completas devem ser fornecidas, incluindo o editor e a localização (cidade e estado / país) dos artigos citados na Introdução, Material e Métodos e Discussão.

**ARTIGO DE JORNAL**

Platt-Aloia KM, WW Thomson, RE Young 1980 Alterações ultraestruturais nas paredes de abacates de amadurecimento: microscopia de transmissão, varredura e fratura por congelamento. Bot Gaz 141: 366-373.

**LIVRO**

Berlyn GP, JP Miksche 1976 Microtécnica e citoquímica botânica. Iowa State University Press, Ames.

**CAPÍTULO DE LIVRO**

Evert RF, RJ Mierzwa 1986 Percurso (s) do movimento de assimilação de células do mesófilo para peneirar tubos na folha Beta vulgaris. Páginas 419-432 em J Cronshaw, RT Giaguinta, WJ Lucas, eds. Biologia vegetal. Vol 1. Fluxo de transporte. Liss, Nova York.

**MONOGRAFIA**

Pinho de Bristlecone de Fritts HC 1969 nas montanhas brancas de Califórnia. Artigos do Laboratório de Pesquisa do Anel da Árvore, n. 4. University of Arizona Press, Tucson.

Gentry HS 1972 A família agave em Sonora. Manual do USDA 399. Washington, DC.

**TESE**

Anderson CD 1963 Estudo do desenvolvimento do mutante-do-milho Ramificado-Silvestre (bd). PhD diss. Universidade de Purdue, West Lafayette, IN.

**NOTAS DE RODAPÉ**

Digite notas de rodapé em espaço duplo em uma página separada e numere-as consecutivamente; uma nota de rodapé deve conter definições de todas as abreviaturas quando as abreviaturas forem numerosas.

## **TABELAS**

Digite as tabelas em espaço duplo, cada uma em uma página separada, e numere-as consecutivamente de acordo com sua aparência no texto. Dados relacionados ou observações devem ser organizados em colunas. Inclua o título da tabela, cabeçalhos, corpo de dados e notas numeradas consecutivamente e digitadas em partes específicas da tabela. Para mais instruções sobre a preparação de tabelas, consulte as Diretrizes para Tabelas.

## **FIGURAS**

As figuras devem ser projetadas para caber no tamanho de uma página IJPS (17,5 × 23 cm, 6,75 × 9 polegadas) ou largura da coluna (8,25 cm, 3,25 polegadas). Letras e numerais devem ser grandes o suficiente para acomodar a redução e serem legíveis. As fotografias devem ser cortadas com cuidado e dispostas uniformemente em uma placa para maximizar o uso do espaço. As figuras devem ser numeradas consecutivamente de acordo com sua aparência no texto. As placas devem ser numeradas na ordem em que são citadas no texto, e as figuras individuais que compõem a placa devem ser mencionadas em ordem alfabética. Os gráficos e figuras devem ser de qualidade profissional e não devem incluir entradas digitadas. Para mais instruções sobre a preparação de figuras, consulte as Diretrizes para Obra de Arte.

## **LEGENDAS DAS FIGURAS**

Digitado em espaço duplo em uma página separada; auto-explicativo sem referência ao texto.

## **DIVERSOS**

Não há taxa para submeter um manuscrito à IJPS. Não há cobrança de página para publicar um manuscrito no IJPS. Autores de manuscritos especialmente longos ou altamente ilustrados podem ser solicitados a contribuir com o custo de publicar manuscritos teóricos; no entanto, a contribuição pode ser dispensada a critério dos editores.

Todos os manuscritos são revisados por especialistas ad hoc. Os manuscritos que são aceitos com revisão pendente são acompanhados por

uma lista de verificação separada que explica as revisões necessárias; manuscritos devem ser revisados dentro de 8 semanas.

Reprodução de cores Perguntas sobre procedimentos e custos devem ser encaminhadas ao escritório editorial da IJPS.

As fotos da capa são escolhidas pelos editores a partir do conteúdo da edição; os autores são convidados a submeter uma figura ou diagrama para consideração quando o manuscrito é submetido.