

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**ANDRÉ CARDOSO ALBUQUERQUE**

**Germinação e estabelecimento inicial de espécies congêneres de ambiente  
seco.**

**Fortaleza**

**2015**

**ANDRÉ CARDOSO ALBUQUERQUE**

**Germinação e estabelecimento inicial de espécies congêneres de ambiente  
seco.**

**Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais. Orientador Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho. Co-orientador Prof. Dr. Rafael Carvalho da Costa.**

**Fortaleza**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

A298g      Albuquerque, André Cardoso.  
              Germinação e estabelecimento inicial de espécies congêneres de ambiente seco / André  
              Cardoso Albuquerque. – 2015.  
              33 f. : il., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de  
Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2015.

Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Orientação: Prof. Dr Sebastião Medeiros Filho.

Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carvalho da Costa

1. Diferenciação de nicho. 2. Pulso de precipitação. 3. Coexistência. I. Título.

---

CDD 577

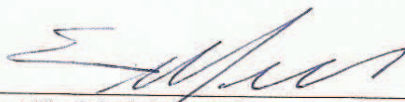
ANDRÉ CARDOSO ALBUQUERQUE

**Germinação e estabelecimento inicial de espécies congêneres de ambiente  
seco.**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovado em 29/01/2015

BANCA EXAMINADORA



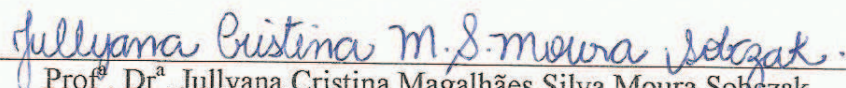
---

Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho - Orientador  
Departamento de Fitotecnia  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Aiala Vieira Amorim

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jullyana Cristina Magalhães Silva Moura Sobczak  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus, pelas bênçãos, felicidades e proteção. Por ser a minha fortaleza nos momentos mais difíceis e sempre me fornecendo forças para continuar a minha trajetória.

Agradeço as pessoas mais importantes na minha vida: minha esposa (Fabíola), pelo amor incondicional, compreensão e participação direta. Aos meus pais (Francisco e Regina) pela educação, qualidade de vida, respeito e inspiração.

Ao meu orientador, professor Sebastião Medeiros Filho, pela orientação, paciência, calma, tranquilidade de lidar com os percalços do trabalho.

Ao meu co-orientador, professor Rafael Carvalho da Costa, pela orientação, sabedoria, ensinamentos, dedicação e grande colaborador deste trabalho.

À CAPES pela concessão de Bolsa.

Aos membros da banca pelas contribuições à concepção do estudo e pela disponibilidade de participar da defesa.

Aos meus colegas de trabalho do Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia-CCA, em especial, a Selma Freire, pelo material fornecido, sugestões e esforço. Ao Charles Lobo e Wesley Eusébio, pela dedicação e empenho para a realização do trabalho.

Gostaria de agradecer à profa. Dra. Maria Iracema Bezerra Loiola, ao Dr. George Machado Tabatinga que, respectivamente, na condição de coordenadora e bolsista de pós doutorado do projeto: Pulso De Recuso E Dinâmica Populacional De Plantas Lenhosas Do Semiárido Brasileiro (PNPD institucional/CAPES), vinculado ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais – UFC proporcionaram apoio nas viagens a Serra das Almas.

À profa. Francisca S. Araújo pelo uso da casa de vegetação.

A todos que não foram citados, mas que contribuíram direta ou indiretamente para que esta dissertação se concretizasse. Meus sinceros agradecimentos.

## Resumo

Em condições abióticas severas, o filtro ambiental seleciona espécies filogeneticamente aparentadas. Essa tendência promove o problema de exclusão competitiva, sendo a diferenciação no nicho de regeneração um mecanismo para a coexistência. Existem estudos dos requerimentos de germinação e estabelecimento inicial de espécies herbáceas que indicam diferenças interespecíficas relacionadas à especialização a pulso ou interpulsos, contribuindo para a coexistência em comunidades vegetais de ambientes áridos e semiáridos. Porém existe uma falta de estudos buscando evidências para espécies lenhosas. Buscando preencher essa lacuna, investigamos diferenças em características de sementes, germinação e desenvolvimento inicial em duas espécies de *Mimosa*. Verificamos biometria e conteúdo de água nas sementes; germinação sob diferentes temperaturas; germinação sob diferentes graus de estresse hídrico; curva de embebição e desenvolvimento inicial sob tratamentos de luminosidade e irrigação. *Mimosa casealpiniifolia* Benth. apresentou características de interpulso na germinação e no desenvolvimento inicial, devido ao maior tamanho das sementes (maior quantidade de reservas); maior teor de água na semente; absorção conservadora de água na curva de embebição; resistência a estresse hídrico mais intenso e crescimento inicial melhor em tratamento hídrico de interpulso do que pulso. *Mimosa tenuiflora* Benth. apresentou características de especialização aos pulsos na germinação e no desenvolvimento inicial: pequena quantidade de reservas; baixo teor de umidade; rápida e maior absorção de água na curva de embebição; menor resistência ao estresse hídrico e crescimento inicial melhor em pulso do que interpulso. Concluímos que as espécies arbóreas congêneres estudadas divergem nas características das sementes e germinação; e apresentam respostas de desenvolvimento inicial distinta quanto aos tratamentos de pulso e interpulso, de forma que indica uma diferenciação de desempenho em diferentes momentos deste regime hídrico; que pode estar relacionada com a coexistência dessas espécies.

**Palavras-Chave:** Diferenciação de nicho. Pulso de precipitação. Coexistência.

## **Abstract**

In severe abiotic conditions, environmental filter selects phylogenetically related species. This trend promotes the problem of competitive exclusion, differentiation the regeneration niche for coexistence mechanism. There are studies of germination requirements and initial establishment of herbaceous species that indicate interspecific differences related to specialization pulse or interpulse, contributing to the coexistence in plant communities of arid and semi-arid environments. But there is a lack of studies seeking evidence for woody species. Seeking to fill the gap investigate differences in seed characteristics, germination and early development in two species of *Mimosa*. We found biometrics and water content in the seeds; germination under different temperatures; germination under different degrees of water stress; imbibition curve and initial development in lighting and irrigation treatments. *Mimosa casealpiniifolia* Benth. presented interpulse features on germination and early development, because of the higher seed size (larger amount of reserves); higher water content in the seed; Conservative soaking in water absorption curve; resistance to more intense water stress and better initial growth in water treatment interpulse than wrist. *Mimosa tenuiflora* Benth. showed characteristics of expertise to the wrists on germination and early development: small amount of reserves; low moisture content; rapid and greater water absorption in the imbibition curve; less resistance to water stress and better initial growth in pulse than interpulse. We conclude that the congeners studied tree species differ in the characteristics of seeds and germination; and have different initial responses and the development of treatments and interpulse pulse, so that indicates a performance difference in different moments of the water system; which can be related to the coexistence of these species.

**Keywords:** Niche differentiation. Pulse precipitation. Coexistence.

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<i>Biometria e conteúdo de água das sementes.....</i>	<i>11</i>
<i>Germinação sob diferentes regimes de temperatura .....</i>	<i>12</i>
<i>Curva de embebição .....</i>	<i>13</i>
<i>Germinação sob um gradiente de potencial hídrico .....</i>	<i>13</i>
<i>Crescimento inicial de plantas em diferentes níveis de sombreamento e regime de irrigação .....</i>	<i>14</i>
<i>Análise Estatística.....</i>	<i>15</i>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>32</b>
<b>PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>33</b>



## Introdução

Em ambientes sob condições abióticas severas, há uma tendência das assembleias vegetais serem compostas por espécies filogeneticamente aparentadas que compartilham traços ecofisiológicos, representando adaptações à severidade do ambiente físico (Webb *et al.*, 2002; Sobral; Cianciaruso, 2012). Essa tendência proporciona um problema de coexistência, pois gera sobreposição na forma de uso de recursos entre as espécies (Schoener, 1974), levando a uma forte competição que pode levar à exclusão competitiva (Harper, 1977; Kahmen *et al.*, 2006).

Então, como explicar a coexistência nas assembleias de plantas de ambientes com forte filtro ambiental (condições abióticas severas)? Na literatura existem várias propostas de mecanismos de coexistência que visam responder essa questão. Estes mecanismos podem ser classificados em equalizadores, estabilizadores (Chesson, 2000) e de deriva ecológica (Hubbel, 2001; Gignoux; Supe, 2004).

Os mecanismos equalizadores estão relacionados à *trade-offs* que diminuem a interferência entre espécies competidoras (Chesson, 2000). Já os mecanismos estabilizadores são aqueles relacionados à coexistência devido à diferença de nicho entre espécies mediadas pela heterogeneidade espacial e temporal do ambiente (Chesson, 2000, Gignoux; Supe, 2004). Por último, a deriva ecológica é um caso extremo de coexistência instável, onde os mecanismos de equalização não são necessários e a exclusão de espécies é compensada pela especiação (Hubbel, 2001; Gignoux; Supe, 2004).

Os mecanismos estabilizadores são tidos como meios importantes para evitar a exclusão competitiva, principalmente através da diferenciação de nicho no aproveitamento de recursos (Chesson, 2000; Gignoux; Supe, 2004). Para as plantas, as principais divergências de nicho têm relação com as variações de níveis de recursos e condições no tempo e no espaço, devido ao fato de serem organismos sésseis (Wright, 2002; Dybzinski; Tilman, 2009). O hábito séssil faz com que haja uma maior importância dos requerimentos de condições e recursos para a diferenciação de nicho logo nas primeiras fases do ciclo de vida (Grubb, 1977; Taylor *et al.*, 2006; Gravel; Beaudet; Messier, 2008; Quero *et al.*, 2008 Butterfield; Briggs, 2011).

Os requerimentos e as tolerâncias de uma planta no início do ciclo de vida para obter sucesso na substituição de um indivíduo maduro por um novo foi definido

por Grubb (1977) como Nicho de Regeneração. As exigências específicas de cada nicho de regeneração podem diferenciar espacialmente e temporalmente, os locais e/ou momentos onde cada espécie tem melhor desempenho, favorecendo uma coexistência estável (Comins; Noble, 1985; Tilman, 1994).

A heterogeneidade espacial na distribuição de condições e recursos pode determinar a segregação das espécies, limitando-as a seus locais de melhor desempenho (Tilman, 2004; Ten Brink; Hendriksma; Bruun, 2013). A variação no suprimento de recursos, em grande parte relacionada aos fatores climáticos, também pode determinar a segregação temporal, onde as espécies só germinam e desenvolvem-se em momentos favoráveis, os quais seriam diferentes entre espécies (Questad; Foster, 2008; Ten Brink; Hendriksma; Bruun, 2013). Assim, os fatores ambientais e os requerimentos de regeneração são oportunidades para que ocorra a diferenciação de nicho entre as espécies (Giacomini, 2007).

Em ambientes áridos e semiáridos, as variações temporais no fornecimento de recursos são caracterizadas pela ocorrência de pulsos de precipitação (Chesson *et al.*, 2004). Os pulsos são definidos como o aumento da disponibilidade de recursos no espaço e no tempo, com características de baixa frequência, grande magnitude e curta duração, ocorrendo intercalados por momentos de fornecimento de recursos em níveis normais, denominados interpulsos (Yang *et al.*, 2008). Este regime de fornecimento de recursos seleciona e influencia a história de vida e características fisiológicas dos organismos dessas regiões (Chesson *et al.*, 2004). A distribuição de recursos em pulsos gera heterogeneidade temporal, podendo promover a coexistência de espécies que apresentam diferenças do nicho de regeneração relacionadas ao sucesso de estabelecimento diante de pulsos ou interpulsos (Chesson *et al.*, 2004; Yang *et al.*, 2008).

Existem poucos trabalhos analisando essa estratégia como mecanismo de coexistência (Wright, 2002; Daws *et al.*, 2002; Grime, 2006; Butterfield; Briggs, 2011; Ten Brink; Bruun, 2011). Porém, já existem resultados indicando que diferenciação do nicho de regeneração em relação aos regimes de fornecimento de recursos pode ser um destes mecanismos (Daws *et al.*, 2002). Em ambientes áridos e semiáridos há resultados que indicam diferenças de aptidão relacionadas à especialização a pulso ou interpulsos nos requerimentos de germinação e estabelecimento inicial, contribuindo para a coexistência de espécies herbáceas (Grime, 2006; Butterfield;

Briggs, 2011; Ten Brink; Bruun, 2011), havendo, porém falta de estudos buscando evidências para espécies lenhosas.

Este trabalho tem como objetivo investigar diferenças nos requerimentos de regeneração entre espécies lenhosas de um ambiente semiárido, buscando evidências de coexistência mediada pela aptidão diferencial em diferentes momentos do regime de pulso e interpulso. Para isso, investigamos diferenças na biometria de sementes e nas respostas de germinação às variações no regime hídrico, temperatura e luz entre espécies congêneres coocorrentes. Por terem parentesco próximo, qualquer diferença no uso de recursos pode ser atribuída com alguma segurança a uma pressão de seleção para diferenciação de nicho (Butterfield; Briggs, 2011).

Em regiões áridas e semiáridas, existem outros fatores que influenciam os requerimentos de regeneração além do regime hídrico, como temperatura e luz (Villalobos; Peláez, 2001). A luz não é reportada como um recurso limitante nesses ambientes, e as variações na forma de crescimento das plantas têm sido explicados como resposta à disponibilidade hídrica (Martínez; Jorge, 2003). Porém, há dados para o nicho de regeneração que indicam que a luminosidade pode ser um fator limitante ao crescimento inicial de plantas lenhosas em ambientes secos (Huante; Rincón, 1998; Davis *et al.*, 1999). Para obter as melhores condições de observação sobre o regime hídrico devem ser analisados estes fatores que influenciam os requerimentos de regeneração.

Os fatores abióticos mencionados, além de influenciar os principais requerimentos de regeneração, germinação e estabelecimento inicial, também influenciam a formação da semente (Bruun; Ten Brink, 2008). Em condições abióticas desfavoráveis há modificação nos aspectos de formação da semente (Usinowicz; Wright; Ives, 2012), por exemplo, na modificação do tamanho e da quantidade de água nas sementes (Bruun; Ten Brink, 2008), o que influencia todos os outros requerimentos de regeneração.

Com isso, queremos responder a seguinte pergunta: existe divergências em aspectos de nicho de regeneração da biometria de sementes, germinação e estabelecimento inicial que sugerem o uso diferencial de recursos em diferentes fases do regime de pulso e interpulso em espécies lenhosas de ambientes secos?

Como hipótese do trabalho, espécies arbóreas congêneras coocorrentes de ambiente seco apresentam diferenças de nicho de regeneração que possibilitem aptidão diferencial no regime pulso e interpulso.

Acreditamos que as espécies divergem apresentando: 1) características relacionadas à germinação e estabelecimento com o uso intenso na fase de pulso de recursos, como: sementes menores com menor conteúdo de água, suportando menor estresse hídrico e com uma curva de embebição rápida e mais acentuada (Chesson *et al.*, 2004).; desenvolvimento inicial melhor em regime hídrico em pulso; ou 2) características relacionadas à germinação e estabelecimento com o uso eficiente de recursos na fase de interpulso como: sementes maiores, com maior conteúdo de água, suportando maior estresse hídrico e com uma curva de embebição tardia e mais conservadora; desenvolvimento inicial melhor em regime hídrico em interpulso (Chesson *et al.*, 2004).

## **Material e métodos**

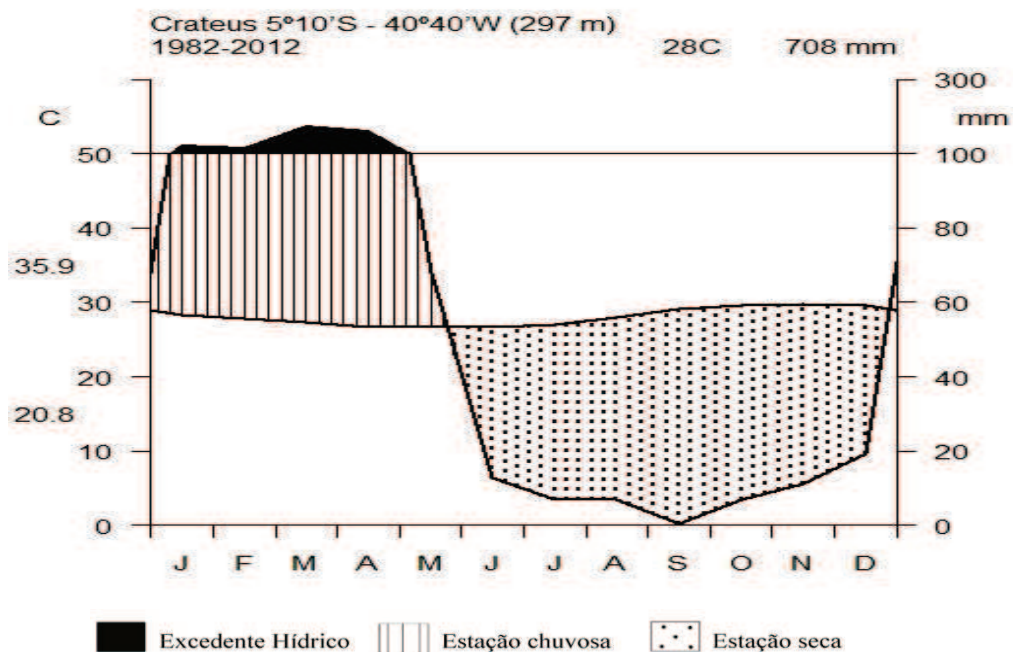
### *Espécies focais e coleta das sementes*

Para este estudo selecionamos as espécies *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret. e *Mimosa caesalpinifolia* Benth, por apresentar coexistência em uma parcela permanente da RPPN Serra das Almas (Costa; Araujo, 2012) e em um Fazenda Experimental Vale do Curú em Pentecoste, Ceará (Oliveira et al., 2014), As duas espécies pertencem à mesma família (Fabaceae) e possuem maturação de fruto e dispersão de sementes entre maio e junho, após a estação chuvosa (Pereira; Araújo; Lima, 1989; Araújo; Carvalho; Gadelha, 1998).

Os frutos maduros foram coletados no mês de maio e junho de 2014, manualmente, de no mínimo dez plantas matrizes, em uma parcela permanente (40 ° 52 ' 21 " S, 5 ° 6 ' 59 " O), localizada em uma área de depressão sobre embasamento cristalino na localidade Grajau, a uma altitude de 368 m, em Planossolo, na RPPN Serra das Almas (5 ° 7 ' 0,01 " S e 40 ° 52 ' 22,79 " O) (Costa; Araujo, 2012).

A propriedade fica no município de Crateús, região centro-oeste do estado do Ceará. A reserva foi criada em 2000 (Instrução Normativa IBAMA nº. 51/00, de 08/09/2000) e cobre uma área de 6.146 hectares, situada na parte centro-sul do planalto da Ibiapaba, na divisa do Ceará e do Piauí. O clima do município de Crateús

é classificado como Tropical Quente Semiárido (Figura 1), com pluviosidade média anual de 697 mm e temperatura média anual variando entre 19 °C e 23 °C, com valor médio anual de evapotranspiração de 2183,1 mm\*ano<sup>-1</sup> e índice de aridez de 0,45, com período chuvoso de janeiro a maio (Costa; Araujo, 2012).



**Figura 1.** Diagrama climático de Walter e Lieth referente à média histórica da cidade de Cratêus (1982-2012).

As sementes foram extraídas dos frutos maduros e embaladas em sacos plásticos e conduzidas ao Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará. Após a colheita dos frutos, as sementes foram beneficiadas e colocadas para secar a sombra por seis dias e armazenadas em câmara fria ( $\pm 12^{\circ}\text{C}$  e 50%) até a instalação dos experimentos. Quando necessário, em razão da dormência causada pela impermeabilidade do tegumento, as sementes de *M. caseapiniifolia* e *M. tenuiflora* foram submetidas, respectivamente, à escarificação química por ácido sulfúrico e em água quente, ambos por 5 minutos, segundo recomendações de Araújo *et al.* (2010) e Benedito (2012).

#### *Biometria e conteúdo de água das sementes*

Para verificar diferenças biométricas de sementes entre espécies, após mistura e homogeneização, foram utilizadas 100 sementes escolhidas ao acaso, para

medição individual com auxílio de paquímetro e balança de precisão. Foram medidos o comprimento, da base até o ápice; a largura, medida na linha mediana; espessura e massa fresca.

O conteúdo de água foi determinado utilizando-se quatro repetições com 5 gramas de sementes para cada espécie. Em cada repetição foi calculada a porcentagem do teor de água, utilizando-se o peso fresco e seco, este último obtido pela pesagem das sementes após secagem em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas, segundo método descrito nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

### *Germinação sob diferentes regimes de temperatura*

A temperatura ótima para a germinação está diretamente associada à adaptação fisiológica das sementes, às condições ambientais dos seus locais de ocorrência e às características ecológicas das espécies, e pode ser útil na definição da temperatura que mais estimula o processo germinativo (Probert, 1992; Brancalion, et al., 2010). Assim, testamos o efeito de diferentes temperaturas sobre a germinação tanto para verificar diferenças entre espécies nos requerimentos de germinação quanto para a determinação das condições ideais para os demais testes.

Os testes de germinação foram instalados utilizando quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram distribuídas sobre três folhas de papel toalha tipo germitest, umedecido com água destilada com quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel sem hidratação, conforme metodologia descrita por Oliveira et al. (2011), e acondicionados em sacos plásticos transparentes. Após a semeadura, os rolos de papel foram transferidos para câmeras de germinação tipo BOD à temperatura constante de 20, 25, 30, 35 °C, com variação de  $\pm 1^\circ\text{C}$ , em fotoperíodo claro (12/12h). Foram reumedecidos quando necessário.

O número de sementes germinadas foi avaliado a cada 24 horas até atingir valor constante. Foram consideradas germinadas aquelas sementes que apresentarem emissão de raiz primária com no mínimo dois milímetros de comprimento.

Ao final do experimento, foi determinado a porcentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG) a cada 24 horas, de acordo com as seguintes fórmulas:  $\%G = N/A * 100$ , em que N = número de sementes germinadas e A = número total de sementes colocadas para germinar;  $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots +$

$G_n/N_n$ , segundo modelo proposto por Maguire (1962), onde  $G_1, G_2, \dots, G_n$  = número de sementes germinadas a cada dia e  $N_1, N_2 \dots N_n$  = número de dias decorridos desde a data da sementeira.

### *Curva de embebição*

A determinação das curvas de embebição utilizou a metodologia proposta por Lima *et al.* (2007). Utilizamos um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições de 100 sementes por tratamento (espécies). Após a superação da dormência, antes do início da embebição, as sementes foram pesadas em balança analítica digital. Em seguida, foram imersas em água destilada mantidas em placa de Petri com papel germitest e acondicionadas em câmara de germinação em temperatura ideal (ver item anterior) e fotoperíodo de 12/12 até o final do experimento. Decorrida 1 hora, as sementes foram retiradas da câmara de germinação, enxutas em papel de filtro e submetidas à primeira pesagem. As demais pesagens ocorreram em intervalos de 1 hora até 8 horas de embebição, pois foi realizado até não se observar alterações de peso das sementes.

O teor de água absorvida em cada tempo foi calculado pela seguinte expressão:

$$\% \text{ de água absorvida} = \frac{(P_f - P_i)}{P_i} \times 100$$

Sendo  $P_i$  o peso inicial e o  $P_f$  peso final das sementes em cada intervalo citado (Silva *et al.*, 2009). Com a porcentagem de ganho de água em relação ao peso inicial das sementes, obteve-se a curva de embebição para cada espécie.

### *Germinação sob um gradiente de potencial hídrico*

Foi utilizado o método baseado em Pereira *et al.* (2012), para determinação da germinação sob um gradiente de potencial hídrico para avaliar o efeito do estresse hídrico sobre a germinação das sementes (Michel; Kaufmann, 1973; Hardegree; Emmerich, 1994; Villela; Doni; Sequeira, 1991). Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, colocadas em placas de Petri e mantidas em câmara de germinação (em temperatura ideal, ver acima, e fotoperíodo 12/12h). Os tratamentos consistiram nas seguintes concentrações de polietileno glicol (PEG 6000): 0 (controle), -0,2 (usando 137,003 g/L de água destilada), -0,4 (199,038 g/L de água destilada), -0,6 (246,699 g/L de água destilada), -0,8 (286,899 g/L de

água destilada), -1,0 (322,327 g/L de água destilada) e -1,2 (354,361 g/L de água destilada) Mpa, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel toalha tipo germitest seco.

Ao final do experimento, foi determinado a porcentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG) a cada 24 horas, conforme descrito em *Germinação sob diferentes regimes de temperatura*.

#### *Crescimento inicial de plantas em diferentes níveis de sombreamento e regime de irrigação*

O método utilizado foi uma modificação dos trabalhos de Novoplansky e Goldberg (2001) e Ten Brink e Bruun (2011). O experimento de desenvolvimento inicial foi realizado em delineamento fatorial triplo (2x2x3) com duas espécies (*M. tenuiflora* e *M. caseapinifolia*), dois fatores de rega (pulso - baixa frequência e alta intensidade de irrigação e interpulso - alta frequência e baixa intensidade de irrigação), três fatores de luz (alta, média e baixa). As unidades experimentais foram plantas cultivadas em três casas de vegetação adjacentes, cada uma com um nível de tratamento de luz (luz plena, 30% e 70% de sombreamento). Os níveis de tratamento de espécies e rega foram replicados em cada estufa.

As sementes das duas espécies foram germinadas em bandejas de células de isopor, contendo substrato de 3:1 (areia e húmus, respectivamente), sendo posteriormente, colocadas dentro de cada telado sobre os tratamentos de luz e com irrigação constante. Quando perderam os cotilédones, foram transplantadas a uma profundidade de 20 mm em vasos de polietileno preto-opaco de 8 kg, com perfurações laterais e no fundo, contendo substrato de 3:1 (areia e húmus, respectivamente).

Na primeira semana após o transplante, todos os vasos foram irrigados até a capacidade de campo do solo. Após está semana de aclimação os vasos foram mantidos sem irrigação até atingirem 30% da capacidade de campo, quando foram iniciados os tratamentos de rega. O tratamento de interpulso consistiu na manutenção de 30% da capacidade de campo com aplicação de água a cada três dias e o de pulso consistiu em rega até 100% da capacidade de campo do solo à cada 15 dias (Novoplansky; Goldberg, 2001).

Para cada tratamento fatorial foram utilizadas três repetições de cada espécie. As plantas foram avaliadas ao final de 60 dias quanto a: altura, número de



folhas, diâmetro do colo, comprimento radicular, massa seca da parte aérea e raiz, razão raiz/parte aérea e biomassa total.

### Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de normalidade. Os dados que não alcançaram normalidade e homocedasticidade foram logaritimizados ( $\log_{10}$ ) ou transformados em  $\sqrt{x}$ . Para os valores de germinação em porcentagem foram previamente transformados para arcoseno  $\sqrt{x}/100$ .

Para lidar com a nossa pergunta sobre a resposta das espécies no nicho de regeneração quanto às características de pulso e interpulso, comparamos todos os resultados que apresentaram distribuição normal de cada experimento em análises de variância (ANOVA). Aqueles que não apresentaram distribuição normal foram comparados pelo teste U, de Mann-Whitney. Nos tratamentos com mais de duas médias que diferiram foram comparadas usando teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Resultados

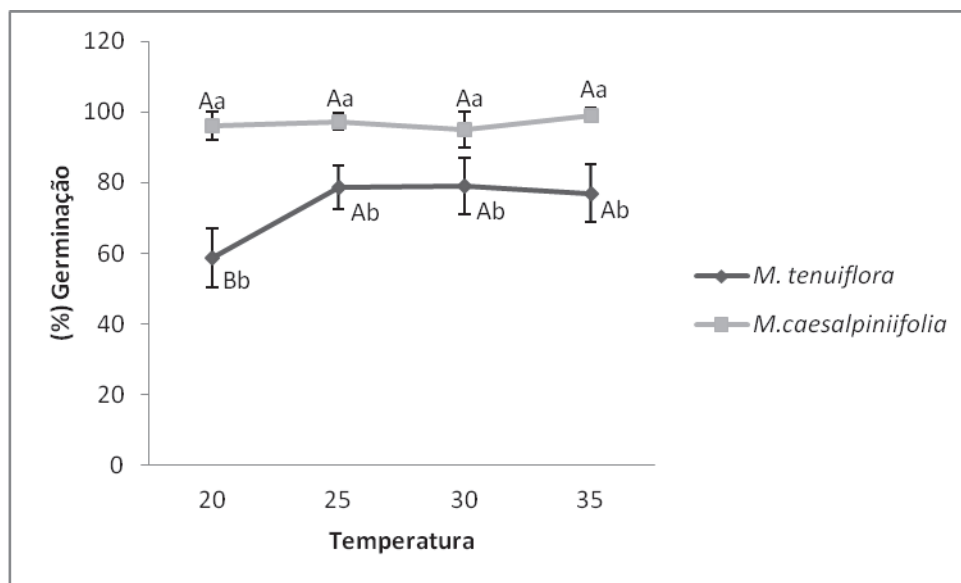
Em relação à biometria das sementes, a espécie *M. caseapiniifolia* possui sementes com maiores comprimento ( $U_{(1,2)}= 12,19$ ;  $p<0,05$ ), largura ( $U_{(1,2)}= 11,99$ ;  $p<0,05$ ), espessura ( $F_{(1,2)}=120,3550$ ;  $p<0,01$ ), massa fresca ( $U_{(1,2)}= 11,48$ ;  $p<0,05$ ) e teor de água ( $F_{(1,2)}= 13,1040$ ;  $p<0,05$ ) do que *M. tenuiflora*. As sementes de *M. caseapiniifolia* apresentaram o dobro de largura e o quádruplo de massa fresca em relação a *M. tenuiflora* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios do comprimento (cm), largura (cm), espessura (mm) e massa fresca (MF) (g) e teor de água (%) de sementes de *M. tenuiflora* e *M. caesalpiniiifolia*.

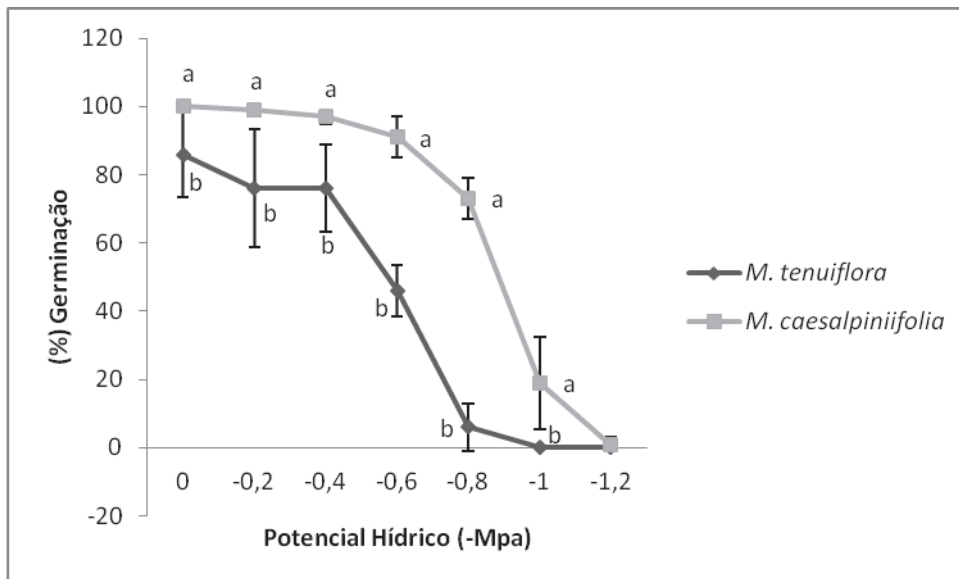
Espécies	Comprimento	Largura	Espessura	MF	Teor de água
<i>M. tenuiflora</i>	3,37 b	2,88 b	1,40 b	0,02 b	5,50 b
<i>M.caesalpiniiifolia</i>	5,21 a	4,57 a	1,63 a	0,08 a	6,61 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna, para: comprimento, largura e massa fresca, diferem entre si, pelo teste U, a 5% de significância e para espessura e teor de água, pelo teste F, a 5% de significância.

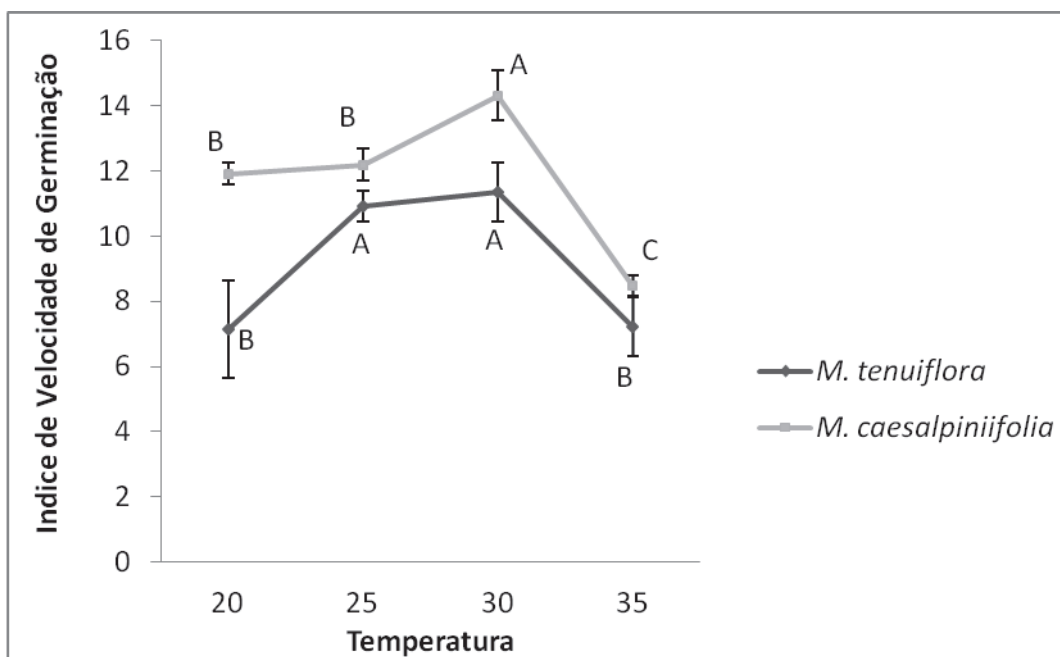
A *M. caesalpiniiifolia* apresentou maior porcentagem de germinação que *M. tenuiflora* diante dos tratamentos de temperatura nos experimentos de germinação (Figura 2 e 3). Nas temperaturas com maior índice de velocidade de germinação e no tratamento sem estresse hídrico houve a germinação de 80% das sementes de *M. tenuiflora*. A temperatura ótima, baseada no índice de velocidade de germinação (IVG), de *M. tenuiflora* é de 25 ou 30°C (Figura 4) e *M. caesalpiniiifolia* é de 30°C (Figura 4). Para a continuação dos demais experimentos foi utilizado à temperatura ótima de 30° para ambas as espécies.



**Figura 2.** Porcentagem de germinação de sementes de *M. tenuiflora* e *M. caesalpiniiifolia* submetidas a diferentes temperaturas (em ° C) e fotoperíodo de 12h. Médias seguidas da mesma letra, minúscula entre espécies e maiúscula entre temperaturas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Barras verticais representam o desvio padrão.



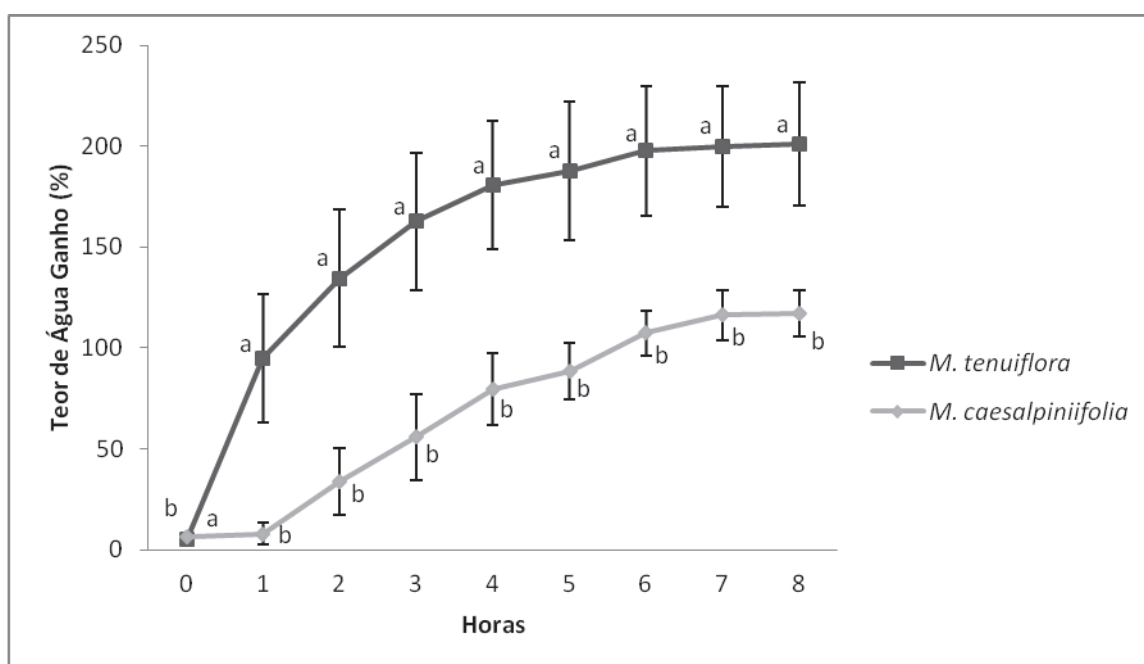
**Figura 3.** Porcentagem de germinação de sementes de *M. tenuiflora* e *M. caesalpinifolia* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000, sob temperatura de 30°C e fotoperíodo de 12h. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Barras verticais representam o desvio padrão.



**Figura 4.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Mimosa tenuiflora* e *Mimosa caesalpinifolia* submetidas a diferentes temperaturas e fotoperíodo de 12h. Médias seguidas de letras maiúscula distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) a nível de temperatura. Barras verticais representam o desvio padrão. Índice de velocidade de Germinação é calculado pela

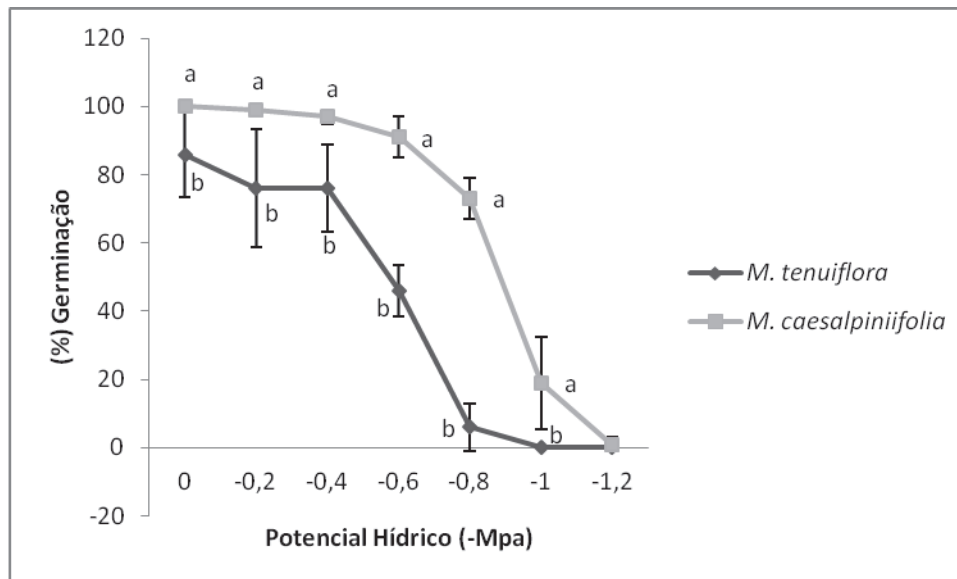
$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$ , segundo modelo proposto por Maguire (1962), onde  $G_1, G_2, \dots, G_n$  = número de sementes germinadas a cada dia e  $N_1, N_2 \dots N_n$  = número de dias decorridos desde a data da semeadura.

As sementes de *M. tenuiflora* apresentaram uma curva de embebição acentuada, com uma taxa de absorção mais rápida e absorvendo mais água que *M. caesalpinifolia*, com o dobro da porcentagem de água absorvida e com o dobro da velocidade de absorção (Figura 6). Para *M. caesalpinifolia* obteve uma taxa de absorção linear e constante (Figura 6).



**Figura 6.** Curva de embebição de sementes de *M. tenuiflora* e *M. caesalpinifolia*, sob temperatura de 30°C e fotoperíodo de 12h. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Barras verticais representam o desvio padrão.

Quando não houve estresse hídrico, observamos que *M. tenuiflora* apresentou um maior índice de velocidade de germinação (IVG) do que a *M. caesalpinifolia* (Figura 7). Porém, à medida que o estresse aumentava a *M. caesalpinifolia* apresentou IVG superior. (Figura 7)



**Figura 7.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *M. tenuiflora* e *M. caesalpinifolia* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000, sob temperatura de 30°C e fotoperíodo de 12h. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Barras verticais representam o desvio padrão. Índice de velocidade de Germinação é calculado pela  $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$ , segundo modelo proposto por Maguire (1962), onde  $G_1, G_2, \dots, G_n$  = número de sementes germinadas a cada dia e  $N_1, N_2 \dots N_n$  = número de dias decorridos desde a data da semeadura.

No desenvolvimento inicial, observamos que em todas as características analisadas houve diferença nos fatores isolados de espécie e telado, sendo raiz a única variável no fator de telado que não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). Para o fator espécie, *M. tenuiflora* apresentou maiores valores médios em todas as variáveis analisadas, exceto pela variável raiz/parte aérea (Tabela 3). Para telado, o tratamento de 30% apresentou maiores valores médio para as variáveis de diâmetro, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e biomassa; para as variáveis de altura e número de folha houve diferença entre 30 e 70 % em relação a 0% e para a variável de raiz/parte aérea o pior tratamento foi o de 30% (Tabela 3).

**Tabela 2.** Quadro da Anova dos tratamentos de espécie (ESP) rega (REG) e luz, representada pelo telado (TEL), mostrando os valores de F das variáveis: altura,

número de folhas (NF), diâmetro, tamanho da raiz, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), razão raiz/parte aérea (R/PA) e biomassa.

Tratamentos	GL	Valores de F							
		Altura	NF	Diâmetro	Raiz	MSPA	MSR	R/PA	Biomassa
ESP	1	315,70 **	60,35 **	40,84 **	8,10 **	114,99 **	25,17 **	33,33 **	100,97 **
REG	1	8,40 **	6,43 *	2,20 ns	0,003 ns	4,21 ns	4,95 *	0,02 ns	5,89 *
TEL	2	20,30 **	11,37 **	22,36 **	0,44 ns	13,68 **	6,61 **	3,52 *	13,39 **
ESP*REG	1	40,20 **	1,09 ns	9,21 **	0,15 ns	55,59 **	20,85 **	4,56 *	55,00 **
ESP*TEL	2	28,8 **	1,63 ns	4,97 *	1,04 ns	4,40 *	4,05 *	7,32 **	0,67 ns
REG*TEL	2	7,40 **	1,68 ns	1,39 ns	0,40 ns	4,51 *	4,43 *	1,44 ns	4,65 *
ESP*REG*TEL	2	0,02 ns	0,67 ns	2,46 ns	2,19 ns	1,94 ns	1,04 ns	1,76 ns	2,02 ns
ERRO	24	17,8	0,19	0,13	228,10	0,32	0,09	0,45	0,57
C.V.		14,02	12,85	12,19	32,43	23,37	37,24	33,87	24,55

\*, \*\* Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. ns, não significativo.

**Tabela 3.** Valores médios do tratamento de espécies (*M. tenuiflora* e *M. caesalpinifolia*) quanto as variáveis : altura (cm), número de folhas (NF), diâmetro (cm), raiz (cm), massa seca da parte aérea (MSPA) (g), massa seca da raiz (MSR) (g), razão raiz/parte aérea (R/PA) e biomassa (g).

Espécies	Altura	NF	Diâmetro	Raiz	MSPA	MSR	R/PA	Biomassa
<i>M. tenuiflora</i>	42,69 a	4,01 a	3,38 a	53,75 a	3,46 a	0,90 a	1,33 b	4,37 a
<i>M.caesalpinifolia</i>	17,63 b	2,86 b	2,60 b	39,41 b	1,42 b	0,40 b	2,63 a	1,82 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si, pelo teste F, a 5% de significância.

**Tabela 4.** Valores médios do tratamento de telado (0, 30, 70 % de sombreamento) quanto as variáveis : altura (cm), número de folhas (NF), diâmetro (cm), raiz (cm), massa seca da parte aérea (MSPA) (g), massa seca da raiz (MSR) (g), razão raiz/parte aérea (R/PA) e biomassa (g).

Telado	Altura	NF	Diâmetro	Raiz	MSPA	MSR	R/PA	Biomassa
0	24,08 b	2,95 b	2,64 b	-	1,95 b	0,61 ab	2,27 a	2,57 b
30	31,58 a	3,59 a	3,56 a	-	3,12 a	0,89 a	1,57 b	4,02 a
70	34,83 a	3,77 a	2,78 b	-	2,24 b	0,45 b	2,11 ab	2,69 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si, pelo teste F, a 5% de significância.

Na interação espécie e rega, as variáveis: altura, biomassa e massa seca da parte aérea diferem no tratamento de *M. tenuiflora* pulso maior que o de *M. tenuiflora* interpulso e o tratamento de *M. caesalpinifolia* interpulso maior que *M. caesalpinifolia* pulso (Tabela 5). Nas análises de diâmetro e massa seca da raiz houve diferença entre *M. tenuiflora* pulso e *M. tenuiflora* interpulso, sendo o tratamento de pulso maior que interpulso, mas não houve diferença entre os

tratamentos de rega de *M. casealpiniifolia* (Tabela 5). Na análise raiz/parte aérea houve diferença entre as espécies em seus tratamentos de rega, sendo o *M. casealpiniifolia* maior que a *M. tenuiflora* (Tabela 5). Não houve diferença nas variáveis de número de folhas, tamanho da raiz e massa seca da raiz quanto a esta interação (Tabela 2).

**Tabela 5.** Valores médios do tratamento de espécie, *M. tenuiflora* (T) e *M. caesalpiniifolia* (C) e rega, pulso (P) e interpulso (I), quanto as variáveis: altura (cm), diâmetro (cm), massa seca da parte aérea (MSPA) (g), massa seca da raiz (MSR) (g), razão raiz/parte aérea (R/PA) e biomassa (g).

Variáveis	Espécies	Rega	
		P	I
Altura	T	49,22 aA	36,16 aB
	C	15,22 bB	20,05 bA
Diâmetro	T	3,66 aA	3,11 aB
	C	2,51 bA	2,70 bA
MSPA	T	4,37 aA	2,56 aB
	C	0,90 bB	1,93 bA
MSR	T	1,25 aA	0,56 aB
	C	0,28 bA	0,52 aA
R/PA	T	1,11 bA	1,56 bA
	C	2,89 aA	2,37 aA
Biomassa	T	5,62 aA	3,12 aB
	C	1,19 bB	2,45 aA

Médias seguidas de letras distintas, minúscula entre espécies e maiúscula entre regas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## Discussão

Em relação à biometria e teor de água das sementes, verificou-se similaridade nas características das sementes de *M. casealpiniifolia* e *M. tenuiflora* quando foram comparadas com os resultados de Alves et al. (2005) e Peixoto (2010), respectivamente. Os resultados obtidos para a germinação em diferentes temperaturas foram semelhantes aos encontrados por Nogueira et al. 2013 para *M. caesalpiniifolia* e por Silva (2007) para *M. tenuiflora*.

Para os resultados da porcentagem de germinação não houve similaridade a nenhum dos trabalhos na literatura para as sementes da espécie *M. tenuiflora* (Silva, 2007; Peixoto, 2010; Bakke et al. 2006). Este resultado indica que as sementes coletadas não apresentaram germinabilidade suficiente ao encontrado em outros estudos, mas não invalida os dados, pois as características fenotípicas das sementes germinadas, como velocidade de germinação são conservadas. Isso pode ter sido ocasionado por uma safra ruim de sementes, gerado pela pior seca dos últimos 50 anos da região (Maia; Gurgel, 2013).

Alguns autores estudando espécies de caatinga encontraram a temperatura ótima de 30° C em espécies de *Caesalpinia férrea*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Sideroxylon obtusifolium* e *Mimosa verrucosa* (Lima et al., 2006; Novembre et al. 2007; Silva, 2010; Silva, 2011a). Baseado na literatura e nos resultados encontrados foi estabelecido 30°C como a temperatura ótima para a germinação para ambas as espécies de *Mimosa*.

Os resultados da curva de embebição apresentaram similaridade com os resultados de Verdolin-Benedito et al., (2012) para as sementes de *M. caesalpiniiifolia* e conforme os resultados de Benedito, (2012) para *M. tenuiflora*. Para o potencial hídrico, a redução da velocidade de germinação nas sementes *M. caesalpiniiifolia* e *M. tenuiflora* em potenciais hídricos altos, foi semelhante ao encontrado por Moura et al., (2011) e Bakke et al. (2006), respectivamente.

Ao observarmos os atributos de germinação quanto às características hídricas na fase de regeneração, as espécies arbóreas do estudo, mesmo pertencendo ao mesmo gênero, apresentaram diferenças que indicam estratégias distintas diante do regime de pulso/interpulso. *M. caesalpiniiifolia* apresentou características de uma espécie de interpulso na germinação, devido a maior quantidade de reservas, baseado na biometria; maior teor de água na semente; absorção linear e constante de água na curva de embebição e resistência a estresse hídrico mais intenso. Ao combinarmos estas quatro características da germinação, observamos que a espécie demonstra capacidade de resistir a períodos mais longos de estresse hídrico e precisa de menos água para germinar, o que garante sua germinação em períodos de interpulso, com água com baixa intensidade e em períodos curtos e constante (Chesson, 2004).

*M. tenuiflora* apresentou características de germinação que indicam melhor desempenho no pulso: pequena quantidade de reservas, baseado na biometria;



baixo teor de umidade; rápida e maior absorção de água na curva de embebição e por ser menos resistente ao estresse hídrico. Ao observamos essas quatro características da germinação, a espécie apresenta capacidade de absorver mais rápido a água em maior quantidade, e possui maior velocidade de germinação em tratamento sem estresse hídrico, o que confere sucesso na germinação em um período de fornecimento de água intensa em curta duração, que se caracteriza como pulso (Chesson, 2004).

A menor quantidade de reserva de *M. tenuiflora*, devido à biometria, não interfere na sua resistência ao período seco, pois a espécie possui dormência tegumentar (Benedito, 2012). Entretanto, por possuir um ritmo de crescimento maior, devido à velocidade de germinação, e por possuir uma menor quantidade de reserva, acaba conferindo um estabelecimento para a fase de desenvolvimento inicial mais rápida, o que caracteriza como uma espécie de pulso (Chesson, 2004).

Esta classificação é explicada pelo aproveitamento hídrico que cada espécie deve possuir, devido à fisiologia especializada à distribuição do fator hídrico restrito nos ambientes áridos e semiáridos (Chesson, 2004). Sendo que os resultados experimentais demonstram que a germinação das duas espécies de *Mimosa* está ligada à sua especialização no nicho de regeneração.

Os requerimentos de germinação das duas espécies de *Mimosa* tem sido demonstrados em outros trabalhos de caracterização (Nogueira et al. 2013; Silva, 2007; Moura et al., 2011 e Bakke et al. 2006), mas não foram observadas em conjunto, e nem foram estudados em resposta às variações de regime hídrico. Isso é devido à observação separada dos atributos de germinação, relacionado apenas com o ritmo de crescimento, o que permite diferenciar somente entre grupos funcionais. Porém as características do nicho de regeneração de espécies de ambientes áridos e semiáridos são adaptações ao regime hídrico de pulso e interpulso, tornando importante considerar o efeito das variações hídricas aos se tentar compreender diferenças interespecíficas de requerimentos de germinação (Chesson, 2004).

A ocorrência de espécies com requerimentos de regeneração diferenciados está presente em muitos trabalhos (Daws *et al.*, 2002; Ranieri, et al., 2003; Alves et al. 2005; Grime, 2006; Bruun; Ten Brink, 2008; Lopes; Freitas; Lemos Filho, 2010; Butterfield; Briggs, 2011; Ten Brink; Bruun, 2011; Usinowicz; Wright; Ives, 2012; Ten Brink; Hendriksma; Bruun, 2012; Pereira, et al. 2012). Entretanto, em Silva, (2011b)

e Soriano et al. (2014), observamos que em espécies arbóreas há diferenciação nos requerimentos de regeneração, principalmente quanto as características de regeneração pelo fator hídrico.

Esse fato mais os resultados encontrados nos atributos de germinação evidenciam que espécies arbóreas congêneres divergem no nicho de regeneração na fase germinativa pela disponibilidade dos recursos hídricos. Isto proporciona uma variação temporal no estabelecimento das sementes, devido a uma melhor germinação em diferentes regimes hídricos, promovendo coexistência. Essa conclusão é baseada nas características que melhor se adaptam a receber água com intensidade em um curto período (pulso) ou com menor intensidade em um período constante (interpulso) e que germinem com maior sucesso para chegarem ao estabelecimento inicial.

Aos resultados do estabelecimento inicial observamos similaridade com os trabalhos de estresse hídrico Bezerra et al., (2013) para as plantas jovens de *M. caesalpinifolia* e de Júnior et al., (2013) para *M. tenuiflora*. Estes trabalhos no tratamento de 30% da capacidade de vaso apresentaram valores de crescimento semelhantes aos resultados apresentados. O mesmo ocorreu para os resultados de Santiago, (2002) para *M. caesalpinifolia*, no tratamento severo de 25% da capacidade de campo. Isso ocorreu porque ambos os tratamentos de rega do nosso estudo são em estresse hídrico (30% da capacidade de campo) com o fornecimento de água diferenciado.

Quanto às características de sombreamento, o nível que apresentou melhor desenvolvimento foi de 30% de sombreamento para ambas as espécies, o que confere menor interferência nos tratamentos hídricos a serem analisados. Segundo Scalon et al. (2003), os diferentes graus de luminosidade causam, em geral, mudanças morfológicas e fisiológicas na planta, sendo que o seu grau de adaptação proporciona a melhor resposta para outro fator limitante.

Ao observarmos os resultados da interação entre espécie e rega obtivemos no estabelecimento inicial que as plantas jovens de *M. tenuiflora* possuem melhor desenvolvimento em pulso do que interpulso, confirmando as observações na germinação. Grande parte desta observação se deve a *M. tenuiflora* apresentar um ritmo de crescimento melhor em quase todos os aspectos analisados.

No trabalho de Neto et al. (2011), *M. tenuiflora* também apresentou maior ritmo de crescimento que *M. caesalpinifolia* sob estresse salino. O crescimento em

pulso de *M. tenuiflora* pode estar associado com a capacidade de absorver melhor a água em abundância no período curto disponível e investir no seu desenvolvimento, permitindo um crescimento radicular profundo (Araújo Filho; Carvalho, 1996), porém com uma menor razão raiz/parte aérea, adaptação para maximizar o uso do pulso hídrico (Schwinning; Ehleringer, 2001)

Os resultados das características do crescimento inicial de *M. caseapinifolia*, demonstram que as plantas submetidas à interpulso se desenvolvem melhor do que pulso. Este resultado pode estar associado com a capacidade de absorção de água pela característica de razão raiz/parte aérea que foi maior que *M. tenuiflora*. Isso confere uma maior absorção superficial da espécie, característica que lhe permitir ter uma eficiência de absorver água em baixa magnitude e em períodos constantes (interpulso).

Trabalhos recentes mostram que há divergência no nicho de regeneração na fase de desenvolvimento inicial (Schwinning; Ehleringer, 2001; López, et al. 2008; Padilla et al. 2009; Capuzzo, 2011; Schwinning; Kelly, 2013; Woods; Archer; Schwinning, 2014) e sugerem que esta divergência está associada a disponibilidade hídrica. Em Gómez-Aparicio; Valladares; Zamora, (2006), a diferenciação pela luminosidade em quatro espécies coocorrentes, concluiu o quanto a luminosidade interfere nesta fase da regeneração.

Com os resultados encontrados e os dados da literatura, podemos concluir que existe divergência na fase de estabelecimento inicial para espécies arbóreas congêneres quanto à disponibilidade hídrica. Esta conclusão indica que as estratégias distintas no desenvolvimento inicial quanto as características hídricas levam a uma diferenciação temporal de nicho, permitindo coexistência.

Em ambientes áridos e semiáridos, com pulso e interpulso hídrico nas estações chuvosas, há uma distribuição diferente nos locais e nos perfis de solo, onde a água é removida e retornada em diferentes taxas e diferentes intervalos. Estas diferenças nos padrões de precipitação resultam em diferentes pressões de seleção para as espécies, o que pode ocasionar à criação de nichos distintos, de modo que uma planta especializada sobre o uso de um tipo de padrão de precipitação pode não se desenvolver com tanta eficiência ao utilizar outra.

## Conclusão

Concluimos que as espécies arbóreas congêneres estudadas divergem nas características das sementes e germinação; e apresentam respostas de desenvolvimento inicial distintas quanto aos tratamentos de pulso e interpulso, de forma que indica uma diferenciação de desempenho em diferentes momentos deste regime hídrico; que pode estar relacionada com a coexistência dessas espécies.

## Referências

- Alves, E.U.; Bruno, R.L.A.; Oliveira, A.P.; Alves, A.U.; Paula, R.C. 2005. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth sobre a germinação e vigor. *Revista Árvore*, Mossoró, 29 (6): 877-885.
- Araújo Filho, J. A.; Carvalho, F. C.; Gadelha, J. A. 1998. Fenologia e valor nutritivo de espécies lenhosas caducifólias da Caatinga. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. Anais Botucatu: SBZ. p. 360-362.
- Araújo Filho, J.A.; Carvalho, F.C. 1996. Desenvolvimento sustentável da Caatinga. Viçosa, Minas Gerais, SBCS, Universidade Federal de Viçosa. 125-133p.
- Araújo, M. E. R.; Mendonça, A. P.; Melo, R. M. S.; Saltão, M. M.; Ribeiro, C. C.R.; Junior, J. E. T. 2010. Determinação de metodologia para superação dormência em sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* BENTH.). V. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Maceió.
- Bakke, I.A; Freire, A.L.O.; Bakke, O.A.; Andrade, A.P.; Bruno, R.L.A. 2006. Water and sodium chloride effects on *mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seed germination. *Revista Caatinga*, 19(3):261-267. <http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/arti>
- Benedito, C. P. 2012. Biometria, dormência, germinação e sanidade de sementes de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.) E jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.). 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.
- Bezerra, A.C.; Silva, M.F.M.; Freires, O.O.; Silva, E.A.; Azevedo, C.F. 2013. Alterações estruturais em plântulas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. Induzidas por estresses abióticos. *Revista Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro*, 1(1): 01-05.
- Brançalion, P.H.S.; Novembre A.D.L.C.; Rodrigues R.R. 2010. Optimal temperature for seed germination of Brazilian tree species. *Revista Brasileira de Sementes*, 32 (1): 15–21.

Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS. 395p.

Bruun H.H.; Ten Brink D.J. 2008. Recruitment advantage of large seeds is greater in shaded habitats. *Ecoscience* 15 (1): 498–507.

Butterfield, B. J.; Briggs, J. M. 2011. Regeneration niche differentiates functional strategies of desert woody plant species. *Oecologia*, 165(1), 477–487.

Capuzzo, J.P. 2011. Diferenças ecofisiológicas de um par congênico de formações savânicas e florestais do cerrado: *Tabebuia* áurea e *T. Impetiginosa*. 49p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, DF.

Chesson, P. 2000. Mechanisms of Maintenance of Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31 (1), 343–366.

Chesson, P.; Gebauer, R. L. E.; Schwinning, S.; Huntly, N.; Wiegand, K.; Ernest, S. K. M.; Sher, A.; Novoplansky, A.; Weltzin, J. F. , 2004. Resource pulses, species interactions and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. *Oecologia*, 141 (1): 236-253.

Comins, H.N.; Noble, I.R. 1985. Dispersal, variability, and transient niches: species coexistence in a uniformly variable environment. *American Nature*, 126 (1), 706–723.

Costa, R.C.; Araújo F.S. 2012. Physiognomy and structure of a caatinga with *Cordia oncocalyx* (Boraginaceae), a new type of community in Andrade-Lima's classification of caatingas. *Rodriguésia*, 63 (2), 269–276.

Davis, M. A.; Wrage, K. J.; Reich, P. B.; Tjoelker, M. G.; Schaeffer, T.; Muermann, C. 1999. Survival, growth, and photosynthesis of tree seedlings competing with herbaceous vegetation along a water-light-nitrogen gradient. *Plant Ecology*, 145 (1): 341-350.

Daws, M. I.; Crabtree, L. M.; Kirkman, P.; Mullins, C. E.; Dallingj, J. W. 2002. Differences in seed germination responses may promote coexistence of four sympatric *Piper* species. *Functional Ecology*, 16 (1): 258–267.

Dybzinski, R.; Tilman, D. 2009. Competition and coexistence in plant communities. *The Princeton Guide to Ecology*, p. 186–195.

Giacomini, H.C. 2007. Os mecanismos de coexistência de species como visto pela teoria ecológica. *Oecologia*. 11 (1): 5521-543.

Gignoux, J.; Supe, E. N. 2004. Mechanisms promoting plant coexistence: can all the proposed processes be reconciled? *OIKOS*, 106 (1), 185–192.

Gómez-Aparicio, L., Valladares F.; Zamora R. 2006. Differential light responses of Mediterranean tree saplings: linking ecophysiology with regeneration niche in four co-occurring species. *Tree Physiology* 26 (1): 947-958

Gravel, D.; Beaudet, M.; Messier, C. 2008. Partitioning the factors of spatial variation in regeneration density of shade-tolerant tree species. *Ecology*, 89 (10), 2879–88.

Grime, J.P. 2006. Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: mechanisms and consequences. *Journal of Vegetation Science*, 17 (1): 255-260.

Grubb, P. J., 1977. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52 (1): 107-145.

Hardegree S.P.; Emmerich, W.E., 1994. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. *Seed Science and Technology*, 22 (1): 1-7.

Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London.

Huante, P; Rincón, E. 1998. Responses to light changes in tropical deciduous woody seedlings with contrasting growth rates. *Oecologia*, 113 (1): 53-66.

Hubbell, S.P. 2001. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Júnior A.R.L.; Bezerra A.C.; Silva M.F.M.; Silva M.C.L.; Azevedo C.F. 2013. Morfologia De Plântulas De Jurema-Preta Submetidas A Diferentes Condições De Estresse Hídrico E Luminosidade. *Revista Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro*, 1 (1): 01-05.

Kahmen A., Renker C., Unsicker S. B., Buchmann N. 2006. Niche complementarity for nitrogen use in grasslands - an explanation for the biodiversity and ecosystem functioning relationship? *Ecology*, 87 (5), 1244-1255.

Lima, J.D.; Almeida, C.C; Dantas; V.A.V.; Silva, B.M.S.; Moraes, W.S. 2006. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de caesalpinia Ferrea mart. Ex tul. (leguminosae-caesalpinoideae) *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 30(4): 513-518.

Lima, J.D.; Silva, B.M.S; Moraes, W.S. 2007. Germinação e armazenamento de sementes de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae). *Revista Árvore*. Viçosa, 31 (1): 37-42.

Lopes, R.M.F.; Freitas, V.L.O.; Lemos Filho, J.P. 2010. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Plathymenia reticulata* Benth. E *Plathymenia foliolosa* Benth. (Fabaceae - Mimosoideae). *Revista Árvore*, 34(5): 797-805.

López, B.C.; M. Holmgren, S.; Sabaté S.; Gracia C.A. 2008. Estimating annual rainfall threshold for establishment of tree species in water-limited ecosystems using tree-ring data. *J. Arid Environ.* 72 (1): 602–611.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2 (1): 176-177.

Maia A.L.; Gurgel T.C.N.P. 2013. Um olhar sobre a utilização de plantas forrageiras da caatinga como estratégia de convivência com a seca no alto-oeste potiguar. *Geotemas*, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, 3(1): 31-43.

Martínez, A.J., Jorge, L.P., 2003. Allometry of *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* along a topographic gradient in the Chihuahuan desert. *Journal of Vegetation Science* 14 (1): 111-120.

Michel, B.E.; Kaufmann, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51 (1): 914-916.

Moura, M.R.; Lima, R.P.; Alves, A.R.; Silva, R.B. 2011. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(2): 230-235.

Neto, O.N.S.; Dias, N.S.; Neto, M.F.; Lira, R.B.; Reboucas, J.R. 2011. Utilização do rejeito da dessalinização da água na produção de mudas de espécies da caatinga. *Revista Caatinga*, Mossoró, 24 (1): 123-129.

Nogueira, N.W.; Ribeiro, M.C.C.; Freitas, R.M.O.; Gurgel, G.B.; Nascimento, L.N. 2013. Diferentes temperaturas e substratos para germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. *Revista de Ciências Agrárias*, 56(2): 95-98. [Http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.015](http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.015)

Novembre, A. D. L.; Faria, T.C.; Pinto, D.H.V.; Chamma, H.M.C.P. 2007. Teste de Germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. – Fabaceae-Mimosoideae). *Revista Brasileira de Sementes*, 29 (3): 47-51.

Novoplansky A., Goldberg D. 2001. Effects of water pulsing on individual performance and competitive hierarchies in plants. *J Veg Science*, 12 (1): 199–208.

Oliveira, A. K. M.; Ribeiro, J. W. F.; Pereira, K. C. L.; Silva, C. A. A. 2011. Germinação de sementes de *Aspidosperma tomentosum* Mart. (Apocynaceae) em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Biociências*, 9(3): 392-397.

Oliveira C. C.; Zandavalli R. B.; Lima, A. L. A.; Rodal, M. J. N. R. 2014. Functional groups of woody species in semi-arid regions at low latitudes. *Austral Ecology* (2015) 40 (1): 40–49.

Padilla F.M.; Miranda J.D.; Jorquera M.J.; Pugnaire F.I. 2009. Variability in amount and frequency of water supply affects roots but not growth of arid shrubs. *Plant Ecology*, 204 (2), 261-270

Peixoto, J.S.. 2010. Germinação de sementes, vigor e divergência entre matrizes de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (willd.) Poiret.). Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação em Engenharia Florestal – UFRB, Cruz das Almas, Bahia. 28p.

Pereira M.R.R.; Martins C.C.; Souza G.S.F.; Martins D. 2012. Influência Do Estresse Hídrico E Salino Na Germinação De *Urochloa Decumbens* E *Urochloa Ruziziensis*. Biosci. J., Uberlândia, 28(4): 537-545.

Pereira, R. M. A.; Araújo Filho, J. A.; Lima, R. V. 1989. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da Caatinga. *Ciência Agrônômica*, 20 (1-2): p. 11-20.

Probert, R.J. 1992. The role of temperature in germination ecophysiology. In: Fenner, M. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. Wallingford: CABI, p.285-325.

Quero, J. L.; Gómez-Aparicio, L.; Zamora, R.; Maestre, F. T. 2008. Shifts in the regeneration niche of an endangered tree (*Acer opalus* sp. *granatense*) during ontogeny: Using an ecological concept for application. *Basic and Applied Ecology*, 9 (6), 635–644.

Questad, E. J.; Foster, B. L. 2008. Coexistence through spatio-temporal heterogeneity and species sorting in grassland plant communities. *Ecology letters*, 11(7), 717–26.

Ranieri, B.D.; Lana, T.C.; Negreiros, D.; Araújo L.M; Fernandes G.W. 2003. Germinação De Sementes De *Lavoisiera Cordata* Cogn. E *Lavoisiera Francavillana* Cogn. (Melastomataceae), Espécies Simpátricas Da Serra Do Cipó, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 17(4): 523-530,

Santiago, A.M.P.; Nogueira, R.J.M.C.; Lopes, E.C. 2002. Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth cultivada sob estresse hídrico. *Revista Ecosistema*, 26 (1): 23-30.

Scalon, S.P.Q. Mussury, R.M; Rigoni, M.R.; Scalon Filho, H. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. *Robyns* sob condições de sombreamento. *Revista Árvore*, 27 (6): 753-758.

Schoener, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185 (1): 27-38.

Schwinning S.; Ehleringer J.R. 2001 Water use trade-offs and optimal adaptations to pulse-driven arid ecosystems. *J Ecol* 89 (3):464–480.

Schwinning, S.; Kelly, C.K. 2013. Plant competition, temporal niches and implications for productivity and adaptability to climate change in water-limited environments. *Functional Ecology*, 27 (1): 886–897. Doi: 10.1111/1365-2435.12115

Silva, F.D.B.; Filho, S.M.; Bezerra, A.M.E.; Freitas, J.B.S.; Assunção, M.V. 2009. Pré-embebição e profundidade de semente na emergência de *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore. *Revista Ciência Agrônômica*, 40 (2): 272-278.

Silva, F.F.S. 2010. Qualidade de sementes e produção de mudas de *Sideroxylon Obtusifolium* (Sapotaceae). Dissertação (mestrado em Ciências Agrárias).



Silva, I.H.C.V. 2011b. Partilha de recurso e distribuição de riscos em espécies anuais da zona tropical semiárida. Dissertação no Mestrado de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Ceará.

Silva, F.J.B.C. 2007. Germinação e vigor de Sementes de três espécies da caatinga. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Ciência Floresta. 87p.

Silva, P.P. 2011a. Germinação e armazenamento de sementes de Mimosa verrucosa Benth nativa da Caatinga. 53 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. [Http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78785/1/paloma-silva-2011.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78785/1/paloma-silva-2011.pdf)

Sobral, F. L.; Cianciaruso, M. V. 2012. Phylogenetic and functional assembly structure: (re)assembling the community ecology on different spatial scales. *Bioscience Journal*, 28 (4): 617–631.

Soriano D.; Huante P.; Gamboa-deBuen A.; Orozco-Segovia A. 2014. Effects of burial and storage on germination and seed reserves of 18 tree species in a tropical deciduous forest in Mexico. *Oecologia*, 174 (1): 33–44. DOI 10.1007/s00442-013-2753-1

Taylor, A. H.; Shi Wei, J.; Lian Jun, Z.; Chun Ping, L.; Chang Jin, M.; Jinyan, H. 2006. Regeneration patterns and tree species coexistence in old-growth *Abies–Picea* forests in southwestern China. *Forest Ecology and Management*, 223 (1), 303–317.

Ten Brink, D.J.; Bruun, H.H. 2011. Seedling stage strategies as a means of habitat specialization in herbaceous plants. *Plos one*: 6 (7): e23006.

Ten Brink, D.J.; Hendriksma, H.P.; Bruun, H. H. 2013. Habitat specialization through germination cueing: a comparative study of herbs from forests and open habitats. *Annals of botany*, 111 (2), p. 283–292.

Tilman, D. 1994. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology* 75 (1): 2–16.

Tilman, D. 2004. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: a stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. *Proceedings of National Academy of Sciences of USA*, 101 (1): p. 10854-10861.

Usinowicz, J.; Wright, S. J.; Ives, A. R. 2012. Coexistence in tropical forests through asynchronous variation in annual seed production. *Ecology*, 93 (9): 2073–2084.

Verdolin-Benedito, Curiel, A.C.; Pedroso-de-Moraes, C. 2012. Influência do período de pré-embebição e de diferentes concentrações de ácido giberélico na germinação e crescimento de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, Maringá, 5 (1): 593-604,

Villalobos, A.E.; Peláez, D.V. 2001. Influences of temperature and water stress on germination and establishment of *Prosopis caldenia* Burk. *Journal of Arid Environments*, 49 (1): 321-328.

Villela, F.A.; Doni F.L.; Sequeira, E.L. 1991. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26 (1): 1957-1968.

Webb, C. O.; Ackerly, D. D.; McPeck, M. A.; Donoghue, M. J. 2002. Phylogenies and Community Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33 (1): 475–505.

Woods S.R.; Archer S.R.; Schwinning S. 2014. Seedling Responses to Water Pulses in Shrubs with Contrasting Histories of Grassland Encroachment. *Plos ONE* 9(1): e87278. Doi:10.1371/journal.pone.0087278

Wright, S.J. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, 130 (1): 1–14.

Yang, L.H.; Bastow, J.L.; Spence, K. O.; Wright, A.N. 2008. What can we learn from resource pulses? *Ecology*, 89 (3): 621–34.

## Considerações Finais

Os padrões de respostas na germinação e no desenvolvimento inicial das espécies estudadas confirmam a expectativa de que as espécies arbóreas seguiriam os mesmos resultados das herbáceas de ambientes áridos e semiáridos, apresentando divergência nas características pela distribuição hídrica em pulso ou interpulso. Esta conclusão apresenta diferenciação temporal no nicho de regeneração que auxilia na manutenção e coexistência de espécies, submetidas a regimes de precipitação em pulsos.

As espécies de *Mimosa* nas duas fases de regeneração, germinação e desenvolvimento inicial, apresentaram características quanto a sua ecofisiologia para pulso ou interpulso. Assim para cada fase há uma resposta diferente quanto a sua adaptação ecológica, como *M. tenuiflora* que requer mais água na germinação (pulso), mas depois de estabelecida pode resistir à seca, aguardando um pulso. Já *M. caesalpiniiifolia* requer menos água para desencadear os eventos germinativos (interpulso), porém necessita de maior disponibilidade hídrica em um curto período para o seu desenvolvimento inicial, proporcionado pelo constante fornecimento em interpulso. Essas diferenças no comportamento de cada espécie refletem adaptações próprias e padrões distintos de resposta em cada fase do ciclo de vida em resposta ao ambiente variável.

A análise geral desse estudo sugere que em ambientes que apresentam regime de pulsos/interpulsos espécies lenhosas apresentam característica de nicho de regeneração consistentes com a diferenciação temporal na utilização do recurso água, o que pode ser importante para a coexistência das espécies lenhosas assim como tem sido demonstrado para espécies herbáceas de ambientes secos.

## **Perspectivas Futuras**

Com a conclusão dos nossos estudos, observamos que para a compreensão geral das arbóreas em ambientes sobre forte filtro ambiental existe a necessidade de avaliar mais espécies quanto aos seus nichos de regeneração quanto as característica de pulso ou interpulso.