

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

GUILHERME DE ALMEIDA GARCIA RODRIGUES

GERMINAÇÃO E MOBILIZAÇÃO DE AÇÚCARES E PROTEÍNAS SOLÚVEIS EM
SEMENTES DE *Aspidosperma polyneuron* MÜLL. ARG. SUBMETIDAS AO
ESTRESSE HÍDRICO

CASCADEL-PR
Fevereiro/2018

GUILHERME DE ALMEIDA GARCIA RODRIGUES

Germinação e mobilização de açúcares e proteínas solúveis em sementes de
Aspidosperma polyneuron Müll. Arg. submetidas ao estresse hídrico

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientadora: Andréa Maria Teixeira Fortes

Co-orientadora: Jaqueline Malagutti Corsato

CASCADEL-PR

Fevereiro/2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Rodrigues, Guilherme de Almeida Garcia

Germinação e mobilização de açúcares e proteínas solúveis em sementes de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. submetidas ao estresse hídrico / Guilherme de Almeida Garcia Rodrigues; orientador(a), Andréa Maria Teixeira Fortes; coorientador(a), Jaqueline Malagutti Corsato, 2018.

50 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, 2018.

1. Germinação. 2. Estresse hídrico. 3. Restauração ambiental. I. Maria Teixeira Fortes, Andréa. II. Malagutti Corsato, Jaqueline . III. Título.

Dedico este trabalho à minha avó Amélia,
que descansa em paz. Você sempre estará
em meu coração, para sempre te amarei e
sentirei saudades.

*“Hold on to the memories, they will hold on to you.
And I will hold on to you.”*

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial à minha mãe Elisabete, por todo o suporte e apoio desde o início da seleção até o fim desta etapa. Sem você eu jamais estaria onde estou hoje, e não iria ainda mais longe. Nunca terei palavras para agradecer tudo que faz e fez por mim, muito obrigado, te amo!

À minha orientadora Andréa, por me aceitar e acolher no laboratório, por cada conselho, ensinamento, auxílio, puxão de orelha e tempo gastos comigo, sejam voltados ao mestrado ou não. Você é parte integral deste trabalho, e sem você, ele sequer teria entrado no papel.

À minha co-orientadora Jaqueline pela ajuda com os experimentos, ensinamentos, correções e paciência. Aprendi muito com você.

Aos membros e colegas de laboratório, principalmente à Maiara, que estiveram do meu lado no desenvolvimento da parte prática deste trabalho, e que dividiram conhecimento e experiências comigo. Eu não teria realizado tudo isso sem a ajuda de vocês.

À Ivone, nossa querida técnica de laboratório, que sempre esteve de braços abertos para ajudar a todos.

Aos meus amigos, família que eu escolhi (ou que me escolheu?), obrigado. Somos nada sem amigos, e vocês foram essenciais para que eu concluísse meu mestrado. Não importa onde eu esteja, vou levar cada um de vocês. Os que estão presentes e os que já passaram, eu adverti, aprendi e me diverti, muito! Vocês são demais! Dany, Gabi, Guto, Math, Ric e outros que não citei aqui. A todos que vieram para somar, multiplicar e dividir comigo, valeu.

A todos que de algum modo fizeram com que este trabalho fosse realizado, seja envolvendo-se direta ou indiretamente nele, e a cada um que passou neste período e deixou um pedacinho de si comigo, gratidão.

A CAPES, pela bolsa concedida.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

Resumo.....	i
Abstract	ii
CAPÍTULO 1: INFLUÊNCIA DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.....	9
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO.....	12
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS.....	20
CAPÍTULO 2: O EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO NA DEGRADAÇÃO DE AÇÚCARES E PROTEÍNAS SOLÚVEIS DAS SEMENTES DE <i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.....	29
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS.....	35
DISCUSSÃO.....	37
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	44

RESUMO

A *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. é uma espécie clímax nativa da Mata Atlântica e característica da Floresta Estacional Semidecidual, que está na lista de espécies ameaçadas de extinção e que é indicada para recuperação de áreas degradadas. Visando a produção de mudas de espécies florestais nativas em viveiros, que apresentem potencial para recuperação de áreas degradadas, o risco de extinção que a espécie se encontra e às mudanças climáticas que tem alterado as condições ambientais, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento germinativo e a degradação de açúcares solúveis totais e redutores, sacarose e proteínas solúveis nas sementes de *A. polyneuron* sob estresse hídrico, acompanhando a germinação e a degradação de substâncias durante o período germinativo. As variáveis analisadas para a germinação foram a porcentagem, tempo médio, índice de velocidade, frequência relativa e sincronização, enquanto para a degradação foram determinadas as alterações na quantidade de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, sacarose, albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas na semente total. Os testes foram realizados em placas de Petri com três folhas de papel "germitest", embebidas em soluções de peg 6000 em diferentes potenciais osmóticos (-0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa), além de água destilada para o potencial 0,0, sendo preparadas quatro repetições de 15 sementes. Para as análises de degradação, foi utilizado 0,1 g por amostra. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial simples para a germinação, e duplo para a degradação. Na etapa de germinação, verificamos que na medida em que o potencial osmótico se tornou mais negativo, houve redução da porcentagem de germinação das sementes, sendo nula a partir de -0,8 MPa. A velocidade de germinação também foi progressivamente reduzida, levando ao aumento do tempo médio de germinação. Enquanto as sementes em nível 0,0 MPa iniciaram sua germinação no sétimo dia, aquelas expostas à -0,2 MPa levaram nove dias. Já nos potenciais de -0,4 e -0,6 MPa as sementes começaram a germinar em 12 e 14 dias, respectivamente. Na etapa de degradação, observou-se que as proteínas solúveis foram degradadas mais rapidamente em sementes submetidas à potenciais mais negativos, enquanto os açúcares solúveis totais foram degradados mais lentamente conforme o potencial hídrico diminuiu. Além disso, os açúcares solúveis totais representaram a maior parte das reservas estudadas, sendo que as glutelinas foram as proteínas mais abundantes nas sementes da espécie. *A. polyneuron* pode ser considerada sensível ao déficit hídrico, recomenda-se que sua produção por viveiros seja realizada em regime hídrico constante, mesmo quando se busca uma maior uniformidade na germinação.

Palavras-chave: déficit hídrico, espécie nativa, peroba rosa, reservas da semente.

Germination and mobilization of soluble sugars and proteins in *Aspidosperma polyneuron* seeds subjected to water stress

ABSTRACT

Aspidosperma polyneuron Müll. Arg. is a climax species, native from Atlantic Forest and characteristic of the Stational Semideciduous Forest that is present in the list of endangered species, being indicated for reforestation of degraded areas. With the aim of producing seedlings in nurseries, this study evaluates the germination behavior and the degradation of total soluble and reducing sugars, sucrose and soluble proteins in *Aspidosperma polyneuron* seeds under water stress, monitoring the alterations in sugar and protein contents during germination period. The analyzed variables for germination were percentage, mean time, speed index, relative frequency and synchrony, while for degradation were determined the content alterations in quantity of total soluble sugars, reducing sugar, sucrose, albumins, globulins, prolamins and glutelins in the seed intact. The tests were conducted in Petri dishes, using three "Germitest" paper sheets, imbibed with PEG 6000 solutions in different osmotic potentials (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 e -1.4 MPa) and distilled water to represent the potential of 0.0. Four replicates of 15 seeds were prepared. For degradation analysis, 100 mg fresh mass of each sample was used. The experiment was conducted in completely randomized design, in simple factorial scheme for germination and double factorial scheme (5 collecting periods x 8 osmotic potentials) for degradation. In germination analysis, we verified that as the osmotic potential became more negative, there was a reduction in seed germination percentage, being it null from -0.8 MPa. The germination speed index was also progressively reduced, leading to the increase of germination mean time. While seeds in 0.0 MPa initiated their germination on the seventh day, the seeds exposed to -0.2 took nine days. In -0.4 and -0.6 MPa, seeds started to germinate in 12 and 14 days, respectively. In degradation analysis, it was observed that soluble proteins were degraded faster in seeds subjected to more negative potentials, while total soluble sugars were degraded slower in lower hydric potentials. Total soluble sugars represent most part of the studied reserves, and glutelin was the most abundant protein in the species seed. *A. polyneuron* can be considered sensitive to water deficit. Therefore, we recommend that its production by nurseries are conducted under constant water regime, even when high germination uniformity is desired.

Key words: water deficit, native species, pink peroba, seed reserves.

CAPÍTULO 1

INFLUÊNCIA DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.

O artigo segue as normas sugeridas pela Revista Brasileira de Ciências Agrárias, citada em anexo 1 do capítulo 1.

Influência da deficiência hídrica na germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento germinativo das sementes de *A. polyneuron* sob influência do déficit hídrico. O teste de germinação foi realizado em placas de Petri com três folhas de papel “Germitest”, embebidas em soluções de PEG 6000 em diferentes potenciais osmóticos (-0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa), além de água destilada para o potencial 0,0, sendo preparadas quatro repetições de 15 sementes. As variáveis analisadas foram a porcentagem, tempo médio, índice de velocidade, frequência relativa e sincronização da germinação. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com oito níveis de potencial osmótico. Para análise estatística, realizou-se análises de regressão, selecionando-se o modelo significativo de maior ordem. Verificamos que na medida em que o potencial osmótico se tornou mais negativo, houve redução da porcentagem de germinação. A velocidade de germinação também foi progressivamente reduzida, levando ao aumento do tempo médio de germinação. As sementes de *A. polyneuron* não são capazes de germinar em potenciais osmóticos abaixo de -0,6 MPa, podendo ser consideradas sensíveis ao déficit hídrico. Recomenda-se que sua produção por viveiros seja realizada em regime hídrico constante, mesmo quando se busca uma maior uniformidade na germinação.

Palavras-chave: espécie nativa, recuperação de áreas, peroba rosa, fator abiótico, estresse hídrico

**Influence of water deficiency on germination of *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.
seeds**

Abstract

This study aimed to evaluate the germination behavior of *A. polyneuron* seeds under water deficit influence. Germination test was done in Petri dishes, using three “Germitest” paper sheets, imbibed with PEG 6000 solutions in different osmotic potentials (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 e -1.4 MPa) and distilled water to represent the potential of 0.0. Four replicates of 15 seeds were prepared. The analyzed variables were germination percentage, mean time, speed index, relative frequency and synchrony. The experiment was conducted in completely randomized scheme, with eight osmotic potential levels. For statistical analysis, a regression was conducted, selecting the model with highest order. We verified that as the osmotic potential became more negative, there was a reduction in seed germination percentage. The germination speed index was also progressively reduced, leading to the increase of germination mean time. Seeds of *A. polyneuron* are not capable of germinating in osmotic potentials under -0.6 MPa, therefore the species can be considered sensitive to water deficit. We recommend that the production of seedlings is conducted in constant water regime, even when more uniformity is wanted.

Key words: native species, environmental restoration, pink peroba, abiotic factor, water stress

INTRODUÇÃO

Ao serem dispersas da planta-mãe para o ambiente, as sementes estão sujeitas a um conjunto de fatores que afetam sua germinação. Deste ponto de vista, as condições que as sementes encontram no solo podem ser desfavoráveis, como ocorre em solos com baixa disponibilidade hídrica (Azeredo et al., 2016).

As mudanças climáticas que ocorrem no meio ambiente, derivadas do crescente aumento populacional humano, uso e exploração inadequada do solo e recursos naturais, trazem preocupação e exigem estudos sobre como plantas respondem à ambientes adversos e limitantes ao seu desenvolvimento, sendo o estresse gerado pela deficiência hídrica um destes fatores (Feitosa et al., 2016).

A água é um fator limitante para a retomada do desenvolvimento da semente após sua dispersão, visto que sua ausência ou excesso pode provocar decréscimos na capacidade de germinação, formação e crescimento de plântulas (Freitas et al., 2013). O início da germinação se dá pela embebição, a qual inicia processos físicos, fisiológicos e bioquímicos no interior da semente, que culminam na emissão da raiz primária (Pereira et al., 2012).

Quando as sementes são expostas à potenciais osmóticos negativos, pode ocorrer atraso e diminuição da germinação, principalmente no início da absorção de água, já que este altera o comportamento fisiológico destas sementes. Estudos relacionados com a capacidade germinativa de diferentes espécies possibilitam a avaliação dos limites e tolerância destas à estresses naturais (Pelegri et al., 2013; Almeida et al., 2014), facilitando a escolha de sementes florestais para a recuperação de áreas degradadas.

Devido à grande complexidade que diferentes espécies possuem quanto às exigências fisiológicas e formas de manejo, os viveiros ao produzir mudas de espécies nativas necessitam de conhecimento técnico para evitar perdas em sua produção e para garantir que as sementes utilizadas vão dar origem à mudas de alta qualidade, buscando o repovoamento eficaz de ambientes alterados (Saidelles et al., 2009).

A *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. é uma espécie clímax nativa da Mata Atlântica e característica da Floresta Estacional Semidecidual na formação submontana (Ribas et al., 2005), que está na lista de espécies ameaçadas de extinção e que é indicada para recuperação de áreas degradadas (Silva et al., 2010). Esta espécie ocorre naturalmente do Paraná até Rondônia e Bahia, em locais que variam de 850 a 2.400 mm de pluviosidade média anual, e é altamente explorada por sua excelente madeira, que é utilizada para a construção civil e naval (Carvalho, 2004; Campos Filho; Sartorelli, 2015).

Visando a produção de mudas de espécies florestais nativas em viveiros, que apresentem potencial para recuperação de áreas degradadas, o risco de extinção que a espécie se encontra e às mudanças climáticas que tem alterado as condições ambientais, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento germinativo das sementes de *A. polyneuron*, analisando os limites de tolerância e a capacidade de adaptação destas sob influência do déficit hídrico, afim de se utilizar a espécie para reflorestamento em ambientes com diferentes taxas pluviométricas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – campus Cascavel, de outubro a dezembro de 2016, utilizando sementes de *A. polyneuron* cedidas pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), coletadas em Terra Boa-PR em 2014.

Previamente ao início dos experimentos, foi realizada remoção das alas e assepsia das sementes com hipoclorito de sódio a 1%, afim de se evitar a contaminação por fungos (Brasil, 2013). Os testes de germinação foram realizados em placas de Petri com três folhas de papel “Germitest”, embebidas com 7 mL de diferentes soluções contendo polietileno-glicol (PEG 6000) para simular o estresse hídrico em diferentes níveis de potencial osmótico, sendo utilizada água destilada para representar o potencial 0,0. Foram preparadas 4 repetições de 15 sementes em cada tratamento.

Os potenciais hídricos testados neste trabalho foram de 0,0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa, e as quantidades de PEG utilizadas foram calculadas baseando-se na metodologia proposta por Villela et al. (1991). O experimento foi conduzido por 26 dias em câmara de germinação, com temperatura e regime de luz regulados para 25 °C e 12 horas, respectivamente, sendo consideradas germinadas as sementes que emitiram 2 mm de raiz primária (Hadas, 1976).

As variáveis analisadas foram a porcentagem de germinação, tempo médio de germinação (TMG) (Edmond & Drapala, 1958), índice de velocidade de germinação (IVG) (Silva & Nakagawa, 1995), frequência relativa e sincronização da germinação (Santana & Ranal, 2004).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito níveis de potencial osmótico e quatro repetições. Para análise estatística, o software utilizado foi o R, onde realizou-se análises de regressão testando os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo as médias apresentadas com dados não transformados e selecionando-se o modelo significativo de maior ordem (R^2), juntamente com a equação que melhor se ajustou aos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

À medida que o potencial osmótico se tornou mais negativo, houve redução da porcentagem de germinação nas sementes de *A. polyneuron*, que foi maior na testemunha (71,5%), seguida pela condição de -0,2 MPa (58%), como pode ser observado na figura 1. A redução atinge 15% no potencial de -0,4 MPa, 5% em -0,6 MPa, e esta se torna nula a partir de -0,8 MPa, evidenciando sua sensibilidade à restrição hídrica.

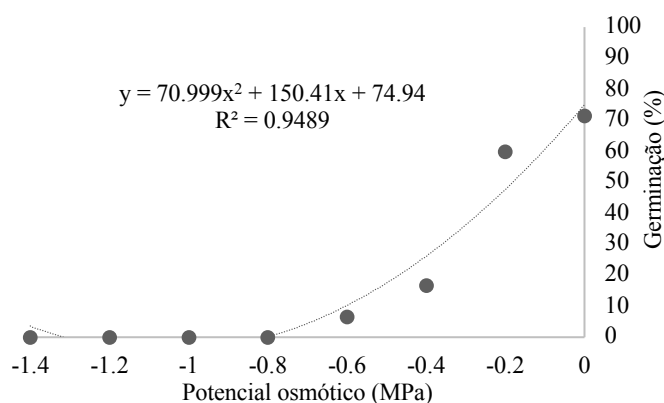


Figura 1. Germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* submetidas ao estresse hídrico por soluções de PEG em diferentes potenciais osmóticos

O limite de tolerância das sementes de *A. polyneuron* ao estresse hídrico se mostrou diferente de outras espécies florestais nativas arbóreas como *Chorisia glaziovii* (Silva et al. 2016), que a partir do potencial osmótico de -0,3 MPa não germinou, e *Piptadenia moniliformis*, que sofreu redução no seu potencial germinativo a partir do potencial osmótico de -0,6 MPa (Azerêdo et al., 2016). Sementes de *Amburana cearensis* deixaram de germinar em potenciais a partir de -0,8 MPa (Almeida et al., 2014), assim como *Erythrina falcata* apresentou sua germinação nula à -1,0 MPa (Pelegriani et al. 2013).

Nota-se que apesar de várias espécies serem sensíveis ao déficit hídrico, cada espécie o tolera de maneira diferente, existindo um valor de potencial hídrico crítico específico que, ao ser atingido, não permite que a semente germine (Kappes et al., 2010), sendo este -0,8 MPa para a espécie em estudo.

O PEG como solução inerte e não tóxica, reduz o potencial germinativo apenas por diminuir a entrada de água nas sementes (Dalberto & Braga, 2013). Assim, potenciais hídricos negativos causam redução da absorção de água, podendo inviabilizar a sequência de eventos do processo

germinativo, reduzindo a porcentagem e a velocidade de germinação (SILVA et al., 2016), como observou-se para *A. polyneuron*.

A disponibilidade de água é um fator essencial para o início da germinação, pois esta envolve-se direta e indiretamente nos processos metabólicos, amolecendo o tegumento e favorecendo a entrada e disponibilidade de oxigênio na semente, e conseqüentemente, induzindo a expansão do volume embrionário e dos tecidos de reserva, para assim permitir o crescimento do eixo embrionário (Guedes et al., 2013).

Assim, a tendência à diminuição da porcentagem de germinação em potenciais negativos pode ser atribuída à redução da atividade enzimática, que causa a menor promoção do desenvolvimento meristemático devido à falta de água na semente (Teixeira et al., 2011). Quando a pressão de turgor é reduzida, o estresse hídrico suprime o crescimento e expansão celular, afetando o metabolismo, crescimento e estabelecimento das plântulas (Soares et al., 2015).

O índice de velocidade de germinação também foi progressivamente reduzido conforme houve redução do potencial hídrico (figura 2), conseqüentemente levando ao aumento do tempo que essas sementes necessitam para completar o seu processo de germinação.

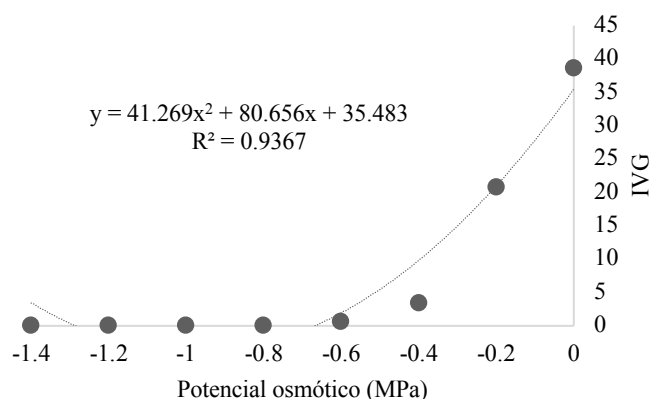


Figura 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Aspidosperma polyneuron* submetidas ao estresse hídrico por soluções de PEG em diferentes potenciais osmóticos

Conforme o potencial hídrico decresce, a velocidade de absorção de água pelas sementes também diminui, aumentando o tempo necessário para estas atingirem o teor de água mínimo necessário para iniciar a germinação (Bello et al., 2008). Segundo Martins et al. (2014), o aumento do estresse ambiental leva a uma diminuição da velocidade de germinação. O potencial hídrico intervém no alongamento celular e na síntese de parede, e desta forma atrasa o processo germinativo.

O TMG está representado na figura 3, onde é possível observar o aumento médio no número de dias necessários para a germinação nos potenciais abaixo de 0,0 MPa (figura 3). É válido ressaltar também que estes tratamentos apresentaram menores porcentagens germinativas, principalmente nos tratamentos de -0,4 e -0,6 MPa.

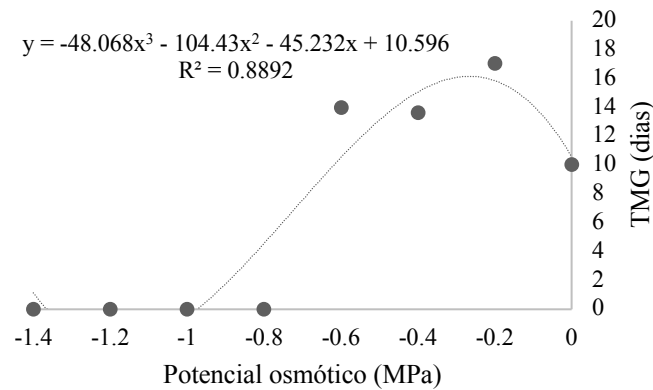


Figura 3. Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Aspidosperma polyneuron* submetidas ao estresse hídrico por soluções de PEG em diferentes potenciais osmóticos

O TMG é uma variável importante para detectar a agilidade com que as sementes germinam, servindo de ferramenta para avaliar a velocidade de ocupação de uma espécie em determinado nicho ou local (Silva; Medeiros Filho, 2006). Assim, nota-se que a partir de potenciais hídricos negativos, a capacidade de *A. polyneuron* de germinar e de conseqüentemente se instalar no ambiente foi menor, sugerindo que suas sementes possuem baixa capacidade de adaptação à áreas acometidas pelo déficit hídrico.

Enquanto as sementes de *A. polyneuron* que não foram submetidas ao estresse hídrico (0,0 MPa) iniciaram sua germinação no sétimo dia, aquelas expostas ao potencial de -0,2 MPa levaram nove dias. Já nos potenciais de -0,4 e -0,6 MPa, as sementes começaram a germinar em 12 e 14 dias respectivamente. Trabalhos realizados para outras espécies que ocorrem na Floresta Estacional Semidecidual, como *Amburana acreana* (Bello et al., 2008), *Poincianella pyramidalis* e *Anadenanthera colubrina* (Santos et al. 2016), demonstram que sementes afetadas pelo estresse hídrico levam mais tempo para germinar, assim como foi verificado neste experimento.

A velocidade em que o processo de germinação ocorre é fundamental para a sobrevivência e desenvolvimento dela no meio, diminuindo a exposição da semente às condições adversas (Secco et al., 2010), e visto que as sementes ao serem submetidas à potenciais menores

germinaram mais devagar, o ideal seria não utilizá-la em áreas com baixa disponibilidade hídrica, já que esta se torna mais suscetível à riscos.

A frequência relativa e a sincronia da germinação também foram afetadas pelo restrição hídrica, como mostra a figura 4. Enquanto a germinação é mais distribuída temporalmente em potenciais hídricos maiores, nas concentrações de -0,4 MPa e -0,6 MPa houve maior sincronização das sementes. Além disso, nota-se que o pico de germinação, quando comparado ao potencial zero, foi deslocado para a direita no potencial de -0,2 MPa.

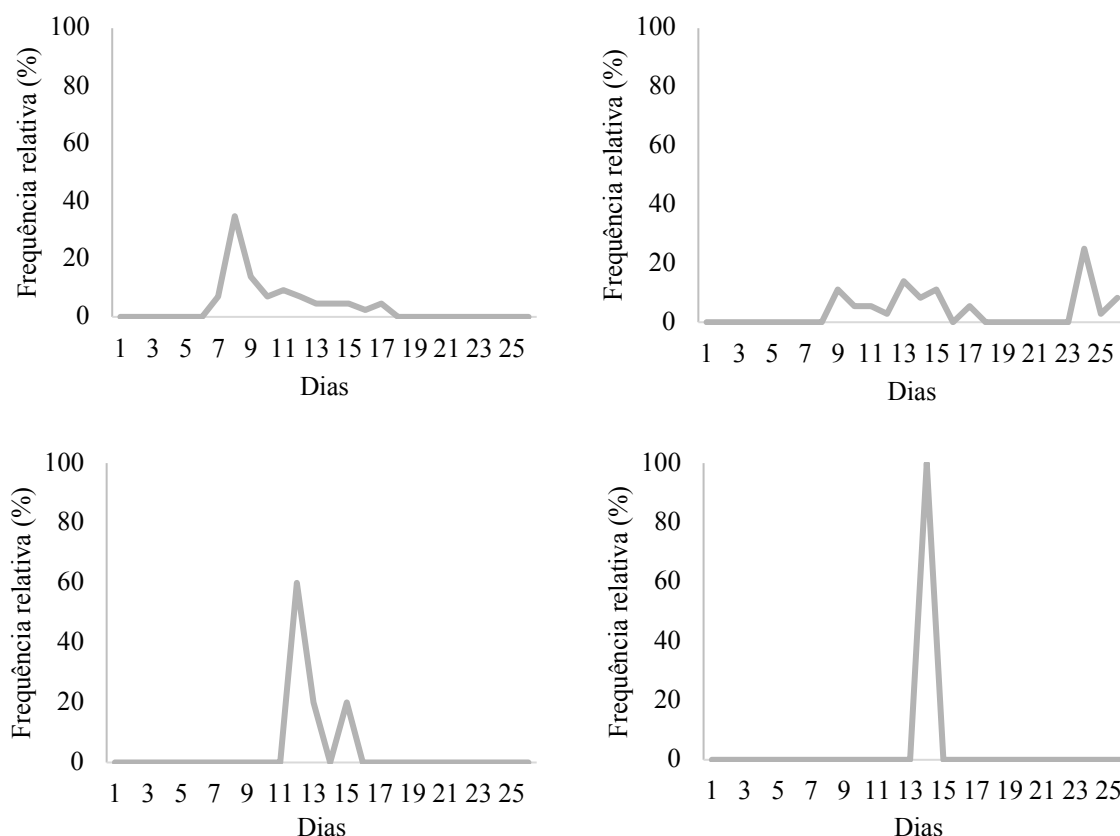


Figura 4. Frequência e sincronização da germinação das sementes de *Aspidosperma polyneuron* submetidas ao estresse hídrico em diferentes concentrações de PEG 6000 (0,0, -0,2, -0,4 e -0,6 MPa) por 26 dias. PG = porcentagem média de sementes germinadas (%), TMG = tempo médio (dias) de germinação e IVG = índice de velocidade de germinação, U = sincronia

Apesar da sincronização ser maior nos potenciais de -0,4 e -0,6 MPa, a porcentagem de sementes germinadas foi muito baixa quando comparada aos potenciais maiores e, portanto, não são consideradas ideais para a germinação da espécie, mesmo quando se busca uma maior sincronia, como é o caso dos viveiros de mudas.

A heterogeneidade no padrão de distribuição da frequência possui um significado adaptativo, visto que este pode ajudar na manutenção do banco de sementes no solo em

períodos transitórios de seca ou oscilações de temperatura (Vieira et al., 2007), o que explica o pico inicial no potencial 0,0 MPa e o restante da germinação distribuída ao longo do experimento.

É válido ressaltar que, as sementes que iniciaram sua embebição, mas não germinaram, foram infectadas por fungos e perderam sua viabilidade, diminuindo a porcentagem de germinação em todos os tratamentos. Oliveira et al. (2011) ressaltam que quanto mais veloz é o processo germinativo, menor é a chance de a semente sofrer pela influência de patógenos.

Os estudos sobre como estresses ambientais influenciam na germinação de sementes são de grande importância na ecofisiologia, visto que avaliam a tolerância e capacidade de adaptação das espécies. A capacidade que algumas espécies têm de germinar em condições desfavoráveis confere vantagens ecológicas sobre outras que são sensíveis (Lavezo et al., 2015).

Potenciais a partir de -0,8 MPa impediram a germinação de *A. polyneuron*, que teve seu tempo médio aumentado e sua velocidade germinativa reduzida em potenciais a partir de -0,2 MPa.

Os resultados demonstram a importância de se avaliar a tolerância ao estresse hídrico de diferentes espécies, para que se possa utilizar exemplares florestais ideais para cada área de reflorestamento. Assim, a partir deste estudo, é possível inferir que o melhor desempenho fisiológico das sementes de *A. polyneuron* ocorre em ambientes que não possuem restrição hídrica, visto sua sensibilidade à potenciais hídricos negativos, principalmente a partir de -0,4 MPa.

CONCLUSÃO

As sementes de *A. polyneuron* não são capazes de germinar em potenciais osmóticos abaixo de -0,6 MPa, podendo ser consideradas sensíveis ao déficit hídrico. Desta forma, recomenda-se que sua produção por viveiros seja realizada em regime hídrico constante, mesmo quando se busca uma maior uniformidade na germinação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio financeiro e ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) pela doação das sementes.

Referências

- ALMEIDA, J.P.N.; PINHEIRO, C.L.; LESSA, B.F.T.; GOMES, F.M.; MEDEIROS FILHO, S. Estresse hídrico e massa de sementes na germinação e crescimento de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 45, n. 4, p. 777-787, out-dez, 2014. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/3324/1016>. 23 Mai. 2017.
- AZERÊDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 193-202, jan.-mar., 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821112>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília: MAPA/ACS, 2013.
- BELLO, E.P.B.C.S.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; GUIMARÃES, S.C.; MENDONÇA, E.A.F. Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 016-024, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000300003>.
- CAMPOS FILHO, E.M.; SARTORELLI, P.A.R. Guia de árvores com valor econômico. São Paulo: **Agroicone**, p. 123, 2015.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, p. 79-84, 2004.
- EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.71, n.2, p.428-434, 1958.
- DALBERTO, D. S.; BRAGA, L. F. Estresse osmótico e putrescina na germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam) Urb (Malvaceae). **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.99-110, 2013. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2013v41n2p99-110>.
- FEITOSA, S.S.; ALBUQUERQUE, M.B.; OLIVEIRA, A.P.; PEREIRA, W.E.; BRITO NETO, J.F.B. Fisiologia do *Sesamum indicum* L. sob estresse hídrico e aplicação de ácido salicílico. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 711-723, outubro-dezembro, 2016. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2016v21n4p711-723>.
- FREITAS, R.M.O.; TORRES, S.B.; NOGUEIRA, N.W.; LEAL, C.C.P.; FARIAS, R.M. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de sistemas de plantio e estresse hídrico. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia v. 43, n. 4, p. 370-376, out./dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000400009>.
- GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; LIMA, C.R.; SANTOS, S.R.N. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 45-53, jan.-mar., 2013. <http://dx.doi.org/10.5902/198050988438>.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. *Experimental of Botany*, v. 27, n. 1, p. 480-489, 1976.

KAPPES, C.; ANDRADE, J.A.C.; HAGA, K.I.; FERREIRA, J.P.; ARF, MV. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.11, n.2, p.125-134, Mar./Apr. 2010. <http://www.redalyc.org/html/995/99515218005/>. 13 Set. 2017.

LAVEZO, A.; BRAGA, L. F.; BATISTÃO, A. C.; BONFANTE, L. V. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. *Rev. Bras. Pl. Med.*, Campinas, v.17, n.4, p.622-630, 2015. http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/14_026.

MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; LOPES, M. T. G. Germinação de sementes de eucalipto sob estresse hídrico e salino. *Biosci. J.*, Uberlandia, v. 30, n. 1, p. 318-329, 2014. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18058>. 13 Set. 2017.

OLIVEIRA, A. K. M.; RIBEIRO, J. W. F.; PEREIRA, K. C. L.; SILVA, C. A. A. Germinação de sementes de *Aspidosperma tomentosum* Mart. (Apocynaceae) em diferentes temperaturas. *Brazilian Journal of Biosciences*, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 392-397, 2011. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/1857/1061>. 21 Ago. 2017.

PELEGRINI, L.L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A.C.; KOEHLER, H.S.; QUOIRIN, M.G.G. Efeito do Estresse Hídrico Simulado com NaCl, Manitol e PEG (6000) na Germinação de Sementes de *Erythrina falcata* Benth. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 511-519, abr.-jun., 2013. <http://dx.doi.org/10.5902/198050989295>.

PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, C.C.; SOUZA, G.S.F.; MARTINS, D. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. *Biosci. J., Uberlândia*, v. 28, n. 4, p. 537-545, July/Aug. 2012. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13447>. 19 Ago. 2017.

RIBAS, L.L.F.; ZANETTE, F.; KULCHETSCKI, L.; GUERRA, M.P. Micropropagação de *Aspidosperma polyneuron* (PEROBA-ROSA) a partir de segmentos nodais de mudas juvenis. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 517-524, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000400003>.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, n. 1, p. 1173-1186, 2009.

SANTANA, D. G., RANAL, M. A. **Análise da germinação**: um enfoque estatístico. Brasília, p. 248, 2004.

SANTOS, C. A.; SILVA, N. V.; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 36, n. 87, p. 219-224, jul./set. 2016. <http://dx.doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1017>.

SECCO, L.B.; QUEIROZ, S.O.; DANTAS, B.F.; SOUZA, Y.A. Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 129-135, 2010.

SILVA, J.B.C. & NAKAGAWA, J. Estudo de fórmulas para cálculo da velocidade de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.1, p.62-73, 1995.

SILVA, M.A.P.; MEDEIROS FILHO, S. Emergência de plântulas de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm). **Rev. Ciênc. Agron.**, v.37, n.3, p.381-385, 2006. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/181/175>. 21 Set. 2017.

SILVA, M. L. M.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; SANTOS-MOURA, S. S.; SANTOS NETO, A. P. Germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 999-1007, jul.-set., 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509824229>.

SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; PIETRALONGA, A. G.; AGUIAR, R. W. S.; PELÚZIO, J. M.; NASCIMENTO, I. R. Potential early development of *Aspidosperma polyneuron* Müll in rehabilitation projects of degraded area in southeastern Amazon. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, Guarapuava, v.3, n.1, p. 79-85, 2010. <https://doi.org/10.5777/paet.v3i1.625>.

SOARES, M.M.; SANTOS JUNIOR, H.C.; SIMÕES, M.G.; PAZZIN, D.; SILVA, L.J. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 370-378, out./dez. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v45i35357>.

TEIXEIRA, R.N.; TOLEDO, M.Z.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C.; JASPER, S.P. Germinação e Vigor de Sementes de Crambe sob Estresse Hídrico. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 42-51, janeiro-março, 2011. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2011v16n1p42>.

VIEIRA, D. C. M.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. **Revista Brasil. Bot.**, v. 30, n. 2, p.183-188, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042007000200003>.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

Objetivo e Política Editorial

A **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (RBCA)** é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aqüicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

Forma e preparação de manuscritos

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores. Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo. Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. **Composição seqüencial do artigo**

- a. Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.
- b. Os artigos deverão ser compostos por, **no máximo, 8 (oito) autores**;
- c. Resumo: no máximo com 15 linhas;
- d. Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título; e. Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;
- f. Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;
- g. Key words: no mínimo três e no máximo cinco;

- h. Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
- i. Material e Métodos;
- j. Resultados e Discussão;
- k. Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- l. Agradecimentos (facultativo);
- m. Literatura Citada.

Observação: Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a seqüência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

Edição do texto

- a. Idioma: Português, Inglês e Espanhol
- b. Processador: Word for Windows;
- c. Texto: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;
- d. Espaçamento: duplo entre o título, resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;
- e. Parágrafo: 0,5 cm;
- f. Página: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas (enumerei apenas para facilitar na correção);
- g. Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;
- h. As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;

i. Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)

- Títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9;
- As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o

mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

Exemplos de citações no texto

- a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire, 2007).
- b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).
- c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

Literatura citada

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo 25 citações bibliográficas, sendo a maioria em periódicos recentes (últimos cinco anos).

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

a. **Livros** Mello, A.C.L. de; Vêras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da. Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 49p.

b. **Capítulo de livros** Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

c. **Revistas** Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers). Quando o artigo tiver a url. Oliveira, A. B. de; Medeiros Filho, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, n.4, p.268-274, 2007.

<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=183&path%5B%5D=104>. 29 Dez. 2012.

Quando o artigo tiver DOI.

Costa, R.B. da; Almeida, E.V.; Kaiser, P.; Azevedo, L.P.A. de; Tyszka Martinez, D. Tsukamoto Filho, A. de A. Avaliação genética em progênies de Myracrodruon urundeuva Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.685-693, 2011. <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1277>.

d. **Dissertações e teses** Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

e. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol) Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. <http://www.aka.org.cn/Magazine/Aka4/interhisE4.html>. 29 Nov. 2012.

Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais.

Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, devem ser evitadas na elaboração dos artigos.

Outras informações sobre a normatização de artigos

- 1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;
- 2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;
- 3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, keywords e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;
- 4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;
- 5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;
- 6) Evitar parágrafos muito longos;
- 7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;
- 8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;
- 9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;
- 10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;

11) Nos exemplos seguintes o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 l (litros) = 5 L; 45 ml = 45 mL; $l/s = L.s^{-1}$; $27^{\circ}C = 27^{\circ}C$; $0,14 m^3/min/m = 0,14 m^3.min^{-1}.m^{-1}$; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; mm/dia = mm.d⁻¹; $2 \times 3 = 2 \times 3$ (deve ser separado); $45,2 - 61,5 = 45,2-61,5$ (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Ex: 20 e 40 m; 56,0, 82,5 e 90,2%). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;

12) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;

13) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, sequência de autores e quaisquer outras alterações que não sejam solicitadas pelo editor.

Procedimentos para encaminhamento dos artigos

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6>.

O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail agrarias@prppg.ufrpe.br, editorgeral@agraria.pro.br ou secretaria@agraria.pro.br.

CAPÍTULO 2

O EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO NA DEGRADAÇÃO DE AÇÚCARES E
PROTEÍNAS SOLÚVEIS DURANTE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
Aspidosperma polyneuron Müll. Arg.

O artigo segue as normas sugeridas pela Revista Cerne, citada em anexo 1 do capítulo 2.

Efeito do estresse hídrico na degradação de açúcares e proteínas solúveis durante a germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.

Resumo: Este trabalho teve por objetivo avaliar a degradação de açúcares solúveis totais e redutores, sacarose e proteínas solúveis nas sementes de *Aspidosperma polyneuron* sob estresse hídrico. Foram determinadas as alterações na quantidade de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, sacarose, albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas na semente intacta, utilizando-se para as análises 1 mg de massa fresca de cada amostra. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo, sendo 5 períodos de coleta (0, 18, 36, 56 e 78h) e 8 potenciais osmóticos (0,0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa). Houve interação significativa entre os fatores para a maioria das substâncias analisadas, exceto para glutelina, em que apenas os fatores isolados mostraram influência, e para sacarose, em que nenhum fator se mostrou significativo. O conteúdo inicial de açúcares solúveis totais foi em média de 532,44, açúcares redutores 0,07 e sacarose de 2,86 mg g⁻¹. A glutelina presente na semente foi de 69,92, albumina 60,14, globulina 36,75 e prolamina 14 mg g⁻¹. O estresse hídrico modificou a forma e a velocidade com a qual as sementes mobilizam suas reservas de proteínas, açúcares solúveis totais e redutores, interferindo no padrão de degradação das mesmas. As proteínas solúveis foram degradadas mais rapidamente em sementes submetidas à potenciais mais negativos, enquanto os açúcares solúveis totais foram degradados mais lentamente conforme o potencial hídrico diminuiu. Os açúcares solúveis totais representaram a maior parte das reservas estudadas, sendo que as glutelinas foram as proteínas mais abundantes nas sementes da espécie.

Palavras-chave: potencial osmótico, reservas da semente, peroba rosa, espécie nativa.

Effect of water stress on degradation of soluble sugars and proteins throughout the germination of *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. seeds

Abstract: This study aimed to evaluate the degradation of total soluble and reducing sugars, sucrose and soluble proteins in *Aspidosperma polyneuron* seeds under water stress, monitoring the alterations in sugar and protein contents during germination period. The content alterations in quantity of total soluble sugars, reducing sugar, sucrose, albumins, globulins, prolamins and glutelins in the seed intact were determined, using 1 mg fresh mass of each sample for the analysis. The experiment was conducted in completely randomized design, in double factorial scheme 5 collecting periods (0, 18, 36, 56 and 78 h) and 8 osmotic potentials (0.0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 and -1.4 MPa). There was significant interaction between the factors for most of the analyzed substances, except for glutelin, in which only isolated factors showed influence, and for sucrose, in which none of the factors showed significance. The initial content of total soluble sugars was in average 532.44, reducing sugars 0.07 and sucrose 2.86 mg g⁻¹. Glutelin present in the seed was 69.92, albumin 60.14, globulin 36.75 and prolamin 14 mg g⁻¹. Water stress modifies the way and speed seeds mobilize their protein, total soluble and reducing sugar reserves, interfering in the degradation pattern of them. Soluble proteins were degraded faster in seeds subjected to more negative potentials, while total soluble sugars were degraded slower in lower hydric potentials. Total soluble sugars represent most part of the studied reserves, and glutelin was the most abundant protein in the species seed.

Key words: osmotic potential, seed reserves, pink peroba, native species.

INTRODUÇÃO

Aspidosperma polyneuron Müll. Arg., conhecida popularmente como peroba-rosa, é uma espécie característica da Floresta Estacional Semidecidual, na formação submontana, que ocorre naturalmente do Paraná até Rondônia e Bahia, em locais que variam entre 850 e 2.400 mm de pluviosidade média anual (RIBAS et al., 2005).

A peroba-rosa possui frutificação irregular e é uma espécie arbórea de grande porte, dificultando a colheita dos frutos. Além disso, seu crescimento lento e dificuldade de propagação por estaquia prejudicam a recuperação da espécie (CARVALHO, 2004). Devido à alta exploração, a peroba-rosa se encontra em risco de extinção, e também na lista para conservação *ex-situ* e *in-situ* no Brasil e na Venezuela (FILHO; SARTORELLI, 2015). Para que se possa conservar a espécie, é necessário entender como esta se desenvolve, desde a produção, dispersão e germinação de sua semente.

Estudos fisiológicos com sementes são essenciais para a compreensão da germinação, e o conhecimento dos limites de tolerância e capacidade de adaptação à fatores ambientais são determinantes neste processo. Assim, sementes florestais de alta qualidade podem ser selecionadas e utilizadas na propagação das espécies nativas, seja na etapa de produção de mudas ou semeadura direta para recuperação de áreas degradadas (DALBERTO & BRAGA, 2013; ATAÍDE et al., 2014).

A germinação, fase crítica do ciclo de vida do vegetal, inicia-se pela absorção de água, sendo esta o fator responsável pelo início de tal etapa do desenvolvimento das plantas. Após ser absorvida, a água reativa o metabolismo germinativo, sendo indispensável para reações enzimáticas, transporte e solubilidade de solutos e mobilização de reservas da semente (MEDEIROS et al., 2015).

As reservas nutritivas das sementes servem como substrato para a produção de energia, e construção de estruturas celulares pelo embrião. Cada espécie possui uma quantidade diferente de carboidratos, proteínas e lipídeos em sua constituição, e esta

quantidade varia durante a germinação e estágio de plântula na qual o indivíduo se encontra (PONTES et al., 2002). Estes nutrientes serão responsáveis por sustentar a semente e a plântula no início de seu desenvolvimento, já que esta ainda não possui capacidade de fazer fotossíntese.

Quando as sementes se encontram em um substrato com potencial osmótico negativo, principalmente no início do processo de germinação, estas podem não conseguir passar pela sequência de eventos durante a embebição, causando um atraso e diminuição do potencial e da velocidade com que a germinação ocorre (GUEDES et al., 2013), não sendo capazes de construir todo seu aparato fotossintético antes das reservas nutritivas acabarem.

Desta forma, a ausência de água pode restringir o desenvolvimento vegetal, causando modificações morfológicas e anatômicas nas plântulas que serão formadas, e limitando reações bioquímicas, celulares e moleculares, até mesmo inviabilizando a semente (LAVEZO et al., 2015).

Devido à grande importância das reservas durante a germinação e com o intuito de verificar como o déficit hídrico afeta a degradação destas em *Aspidosperma polyneuron*, este trabalho teve por objetivo avaliar a degradação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, sacarose e proteínas solúveis nas sementes sob estresse hídrico, acompanhando as alterações no conteúdo de açúcares e proteínas durante o período germinativo.

METODOLOGIA

As sementes de *Aspidosperma polyneuron* foram colhidas em 2014 pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) na região de Terra Boa - PR e doadas para o presente experimento, que foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal da UNIOESTE – *campus* Cascavel de fevereiro a agosto de 2017.

Foi realizada uma curva de embebição para estabelecer os pontos de coleta das sementes, baseando-se no padrão trifásico de absorção de água da espécie, proposto por Rodrigues et al. (dados não publicados), sendo os períodos estabelecidos de 0, 18, 36, 56 e 78 horas (semente sem embebição, meio da fase I, mudança da fase I para fase II, meio da

fase II e mudança da fase II para fase III). Previamente ao experimento, foi realizada remoção das alas das sementes e assepsia com hipoclorito de sódio a 1% para evitar a proliferação de fungos. Para cada fase da germinação sob estresse hídrico, foram utilizadas 4 repetições de 15 sementes para os oito potenciais osmóticos. O substrato foi umedecido com soluções de PEG (-0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4 MPa) para simular os diferentes potenciais osmóticos, além da água destilada para representar o potencial de 0,0 MPa. As placas de Petri foram mantidas em câmara de germinação em temperatura de 25 °C e regime de 12 horas de luz e, em cada período estabelecido, as sementes eram coletadas e congeladas com nitrogênio líquido com o intuito de paralisar as atividades metabólicas e degradação das substâncias analisadas.

Foram determinadas as alterações na quantidade de açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), sacarose, glutelinas, albuminas, globulinas e prolaminas na semente inteira, utilizando-se para as análises 100 mg de massa fresca de cada amostra. Além disso, as leituras foram realizadas em triplicada, utilizando espectrofotômetro.

A extração de açúcares seguiu a metodologia de Garcia et al. (2006), sendo realizadas três extrações exaustivas com álcool 80% para retirada completa dos açúcares da amostra. O sobrenadante foi utilizado para quantificação de AST, AR e sacarose, sendo utilizado o reagente antrona para açúcares solúveis totais (MORRIS, 1948; YEMM & WILLIS, 1954) e sacarose (PASSOS, 1996), e reagente DNS (MILLER, 1959) para açúcares redutores.

Para extração de proteínas solúveis totais, foi utilizado o método de extração seriada de Suda e Giorgini (2000), em que cada uma das quatro proteínas foram extraídas conforme sua solubilidade, sendo a albumina com água destilada, a globulina com 5% de cloreto de sódio, a prolamina com 60% de etanol e a glutelina com 0,4% de hidróxido de sódio. Os extratos foram centrifugados e a cada 24 horas foi extraída uma proteína, de acordo com o solvente. Já para sua quantificação, a metodologia utilizada é de Bradford (1976) utilizando o reagente Comassie Blue.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo (5 períodos de embebição x 8 potenciais osmóticos). Para as análises do conteúdo de açúcares e proteínas, foram avaliados modelos de regressão linear e não-linear, selecionados de acordo com o maior coeficiente de determinação e menor erro padrão da média.

As significâncias das regressões foram testadas pelo teste F ao nível de 5% e o programa estatístico utilizado foi o R. Apesar de apenas os dados de AST serem considerados normais, todos os dados foram apresentados sem transformação, baseando-se em Reis e Ribeiro Junior (2007), que afirmam que mesmo quando as variáveis não apresentam normalidade dos resíduos, a mudança dos parâmetros das distribuições lognormal e binomial provocam maiores alterações no comportamento dos testes em relação à distribuição normal.

RESULTADOS

Houve interação significativa entre os fatores para a maioria das substâncias analisadas, exceto para glutelina, em que apenas os fatores isolados mostraram influência, e para sacarose, em que nenhum fator se mostrou significativo.

O conteúdo inicial de açúcares solúveis totais foi em média de 532,44 mg g⁻¹ (figura 1), sendo degradado no decorrer do experimento em todos os potenciais testados. A degradação até 18 horas foi maior nos potenciais de 0,0, -0,2, -0,4 e -0,8 MPa, representando uma diminuição de 50, 44, 47 e 44% respectivamente, e menor em -1,2 MPa, uma redução de 13% com relação à semente não embebida. Em 36 horas, a tendência dos AST foi de permanecer constante, voltando a diminuir em 56 horas nos potenciais de -0,6, -1,0 e -1,2 MPa. Ao final das 78 horas de embebição, os tratamentos apresentaram conteúdo semelhante, variando entre 287,4 e 387,73 mg g⁻¹ e, com exceção de 0,0 e -1,4 MPa, a tendência vista foi a de retornar o crescimento (CV = 9,39% p > 0,05).

A quantidade de açúcares redutores presente na semente antes da embebição foi de 0,07 mg g⁻¹ – como mostra a figura 1, e em 18 horas já foi possível notar a degradação dos

mesmos em todos os potenciais. Em 36 horas, notou-se uma diminuição ainda maior no potencial de -0,8 MPa, e em 56 horas o menor conteúdo foi apresentado no potencial de -1,4 MPa. Ao atingir 78 horas de embebição, os potenciais de -0,4 e -1,0 MPa apresentaram uma diminuição ainda maior, possuindo um conteúdo respectivo de 0,0127 e 0,0172 mg g⁻¹, diminuição de 82 e 76% quando comparado a semente não embebida. Por outro lado, no mesmo ponto de coleta, os potenciais de -0,6, -0,8 e -1,4 MPa mostraram um aumento no conteúdo de AR, sendo que em -0,6 e -0,8 MPa o valor atingiu a mesma quantidade do conteúdo inicial da substância. (CV = 0,56% p < 0,05).

O índice de sacarose, que não apresentou variações significativas, teve conteúdo inicial na semente de 2,86 mg g⁻¹, e tendeu a ser constante no decorrer das horas de embebição.

A glutelina foi a proteína presente em maior quantidade na semente previamente a embebição, com 69,92 mg g⁻¹, e já em 18 horas houve um decréscimo em seu conteúdo, atingindo 50% em 36 horas. Nas horas subsequentes, a semente tendeu a manter seu conteúdo constante e a mostrar aumento de glutelina a partir das 78 horas para 0,0, -0,2 e principalmente para -1,2 MPa (figura 2) (CV = 8,53%, p < 0,05).

A mobilização de albumina está representada na figura 2, sendo o conteúdo inicial médio presente na semente de 60,14 mg g⁻¹ e o maior consumo em 18 horas para a maioria dos potenciais, exceto para os tratamentos de 0 à -0,4 MPa, em que a maior taxa de degradação foi no final da fase I, em 36 horas. A partir de 56 horas, o conteúdo de albumina nos potenciais de 0, -0,2, -1,2 e -1,4 aumentou, enquanto nos demais esta não apresentou alterações significativas. No final das 78 horas, o conteúdo de albumina foi estatisticamente semelhante às 56 horas para todos os tratamentos. Em 78 horas, no menor potencial osmótico (-1,4 MPa), a quantidade de albumina foi estatisticamente maior do que em 0 e -0,4 MPa, que apresentaram as menores médias (CV = 11,6% p > 0,05).

O teor inicial da globulina foi de 36,75 mg g⁻¹, e sua degradação já é visível em 18 horas na maioria dos potenciais, com exceção de -0,8 MPa, o qual segue estável (figura 3). Enquanto há uma tendência em permanecer constante há 36 e 56 horas, em 78 horas os

potenciais de 0,0, -0,4, -0,6 tendem a diminuir, enquanto os demais a aumentar, exceto -1,0 o qual mantém-se estável. Ao fim das 78 horas, os menores valores de globulina foram encontrados em 0,0 e -0,4 MPa, de 10,78 mg g⁻¹ (CV = 13,37% p < 0,05).

Dentre as proteínas, a prolamina foi a substância presente em menor quantidade na semente antes do início da embebição (figura 3). Seu conteúdo inicial foi de 14 mg g⁻¹, e com exceção de -0,2 e -1,4 MPa que permaneceram constantes no decorrer de todas as horas, os demais potenciais tenderam ao decréscimo já em 18 horas. A tendência é de aumentar novamente até atingir o pico mais alto em 56 horas e de mais uma vez diminuir em 78 horas, sendo a curva mais acentuada nos potenciais de -1,0 e -1,2 MPa (CV = 8,35% p > 0,05).

DISCUSSÃO

A baixa disponibilidade de água afeta a digestão das reservas e translocação de produtos metabolizados no tecido de reserva para o embrião, afetando conseqüentemente a maneira com que a germinação ocorre (TEIXEIRA et al., 2011). Assim, as diferenças na mobilização de reservas que ocorrem de acordo com o potencial hídrico podem causar alterações no desenvolvimento do embrião, e até mesmo impedir que este se desenvolva.

A diminuição de açúcares solúveis totais das sementes de *A. polyneuron* logo nas primeiras horas de embebição, como visto na figura 1, principalmente nos potenciais hídricos mais próximos à 0,0 MPa (0,0, -0,2, -0,4 e -0,8), que tiveram redução de mais de 40% de seu conteúdo, ocorre porque os carboidratos pré-formados nas sementes são o primeiro substrato energético durante a etapa pré-germinativa (ERBAS & SANLI, 2016). O mesmo comportamento aconteceu para sementes de *Schizolobium parahyba*, que apresentam redução visível durante a primeira fase da embebição e manteve seu conteúdo estável nos períodos seguintes (MAGALHÃES; BORGES; BERGER, 2010).

No geral, os açúcares solúveis totais foram degradados de maneira mais lenta, conforme o potencial hídrico se tornou mais negativo. Segundo Reis et al. (2012), os açúcares solúveis tendem a se acumular nas sementes em potenciais hídricos mais baixos, como forma destas tentarem se ajustar ao potencial osmótico, protegendo-as indiretamente contra

a desestabilização de proteínas. Para *A. polyneuron*, neste experimento foi constatada uma tendência a diminuir até 56 horas e aumentar o conteúdo de AST em 78 horas, nos potenciais de -0,2 à -1,2 MPa.

Ao contrário dos AST, a quantidade de açúcares redutores presente em *A. polyneuron* foi muito baixa (figura 1), diferente do que foi encontrado por Dantas et al. (2008) para *Caesalpinia pyramidalis*, da família das Fabaceae, em que os valores de AR foram muito maiores do que de AST. Para *A. polyneuron*, os açúcares redutores foram degradados em todos os potenciais já no início da embebição, e o acúmulo foi observado após 78 horas apenas para os potenciais de -0,6, -0,8 e -1,4 MPa. Isto reafirma que diferentes espécies possuem diferentes quantidades de substâncias, assim como cada espécie pode utilizá-las em tempo ou de maneira diferentes, podendo ser durante a germinação ou fase de plântula (REIS et al., 2012).

A sacarose, que não apresentou variação significativa nem entre os potenciais e nem entre as horas, é um açúcar solúvel amplamente distribuído entre as angiospermas (BUCKEBRIDGE, 2004). Segundo Buckeridge et al. (2000), a sacarose está em todas as partes da semente, inclusive no embrião, atuando nos processos de reorganização celular dos tecidos na fase preliminar de mobilização de polissacarídeos de reserva de parede celular. Portanto, a partir da quantificação de sacarose da semente como um todo, não foi possível notar diferenças no conteúdo de sacarose, visto que esta pode ter sido consumida e sintetizada em diferentes partes da semente.

As proteínas solúveis apresentadas em *A. polyneuron* neste experimento, como observado nas figuras 2 e 3, de maneira geral foram metabolizadas mais rapidamente conforme o potencial osmótico diminuiu, ou seja, conforme maior foi o estresse aplicado, mais veloz foi o consumo destas, podendo ser uma forma da semente tentar amenizar os danos causados pelo déficit hídrico.

De acordo com Henning et al. (2010), o conteúdo de proteínas está relacionado com a qualidade fisiológica da semente, sendo as reservas influenciadas pelo ambiente, e caso a semente perca sua viabilidade, durante o processo de deterioração ocorre um decréscimo no

conteúdo de proteínas solúveis, o que poderia explicar a alta taxa de consumo destas substâncias logo nas primeiras horas de embebição em potenciais mais baixos, visto que as sementes da espécie não são capazes de germinar em potenciais osmóticos abaixo de -0,6 MPa (RODRIGUES et al., dados não publicados).

As glutelinas, prolaminas, albuminas e globulinas são proteínas de armazenamento, e sua composição exerce importante papel à germinação e ao desenvolvimento inicial da plântula, sendo estas utilizadas para a formação de novos tecidos do embrião durante a germinação, e mesmo representando 50% das proteínas encontradas em sementes, sua proporção difere de acordo com a espécie (MARCOS-FILHO, 2015).

Assim, como a proteína mais representativa em *A. polyneuron* foi a glutelina, esta também é a mais predominante em sementes de outras espécies de árvores nativas de diferentes famílias, como foi encontrado por Souza et al. (2012) em *Mizilaurus itauba* (Lauraceae), *Byrsonima lancifolia* (Malpighiaceae) e *Eschweilera ovata* (Lecythidaceae).

As glutelinas, em geral, constituem os principais componentes das proteínas metabolicamente inativas das sementes e se associam à estrutura dos tecidos, sendo a proteína armazenada de maior importância (MARCOS-FILHO, 2015), o que pode justificar sua abundância na espécie. Mesmo após 78 horas, esta foi a proteína solúvel mais presente nas sementes expostas a todos os potenciais hídricos (figura 2).

De maneira geral, foi possível observar que conforme o potencial osmótico diminui, a velocidade de degradação da albumina aumentou (figura 2), levando a um consumo mais rápido quando comparados à potenciais mais próximos a 0,0 MPa. Tal resultado pode ter relação com o aumento da atividade de enzimas que quebram proteínas de reservas, pois segundo Lechinowski et al. (2007), a deficiência hídrica afeta todo o processo bioquímico da semente.

Os teores de albumina diminuem durante a primeira fase de embebição e voltam a aumentar durante a fase II, assim como foi observado em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* por Dantas et al. (2008), que explicam que as albuminas são geralmente enzimas,

e o aumento em seu conteúdo está relacionado com a reidratação e biossíntese destas proteínas funcionais.

As globulinas representaram cerca de 20% das proteínas estudadas na semente, sendo a terceira mais abundante. Em sementes de *Schinopsis brasiliensis*, as globulinas foram as proteínas mais representativas (DANTAS et al., 2008). Estas proteínas são encontradas em abundância em leguminosas e são mais resistentes ao calor (MARCOS FILHO, 2015), o que não é o caso de *A. polyneuron*, pertencente a família Apocynaceae.

As prolaminas, por sua vez, constituíram a menor porção de proteínas da espécie estudada. Estas são armazenadas em forma de corpos proteicos, sendo solúveis em soluções etanoicas (ARAGÃO et al., 2015) e encontradas em altas quantidades principalmente em gramíneas (SOUZA et al., 2012), justificando sua baixa concentração em *A. polyneuron*, já que sua presença é incomum para sementes dos demais grupos.

A deficiência hídrica pode alterar a fisiologia do vegetal, levando a mudanças no acúmulo de reservas em sementes que passam pelo estresse (PAIOLA ALBRECHT et al., 2008). Assim, estas não apresentam o mesmo padrão de desenvolvimento e mobilização que uma semente apresentaria em um ambiente que forneça quantidades adequadas de água.

Como a degradação das reservas está inteiramente ligada à germinação, a velocidade com a qual estas são consumidas refletem no tempo que as sementes levarão para germinar (SILVA et al., 2015). O aumento no tempo médio de germinação que sementes apresentam ao serem submetidas à potenciais osmóticos negativos, pode estar relacionada a menor velocidade de consumo dos açúcares solúveis totais e com a maior rapidez em degradar as proteínas solúveis.

É válido ressaltar que, uma vez que essas sementes não consigam transformar seu suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento, e incorporá-los pelo eixo embrionário, as plântulas que serão originadas apresentarão também menor taxa de crescimento (MEDEIROS et al., 2015), e conseqüentemente uma menor chance de sobreviver e se desenvolver no ambiente.

CONCLUSÃO

- O estresse hídrico modifica a forma e a velocidade com a qual as sementes de *A. polyneuron* mobilizam suas reservas de proteínas, açúcares solúveis totais e redutores, interferindo no padrão de degradação das mesmas.

- De maneira geral, as proteínas solúveis foram degradadas mais rapidamente em sementes submetidas à potenciais mais negativos, enquanto os açúcares solúveis totais foram degradados mais lentamente conforme o potencial hídrico diminuiu.

- Os açúcares solúveis totais representaram a maior parte das reservas estudadas, sendo que as glutelinas foram as proteínas mais abundantes nas sementes da espécie.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio financeiro e ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) pela doação das sementes.

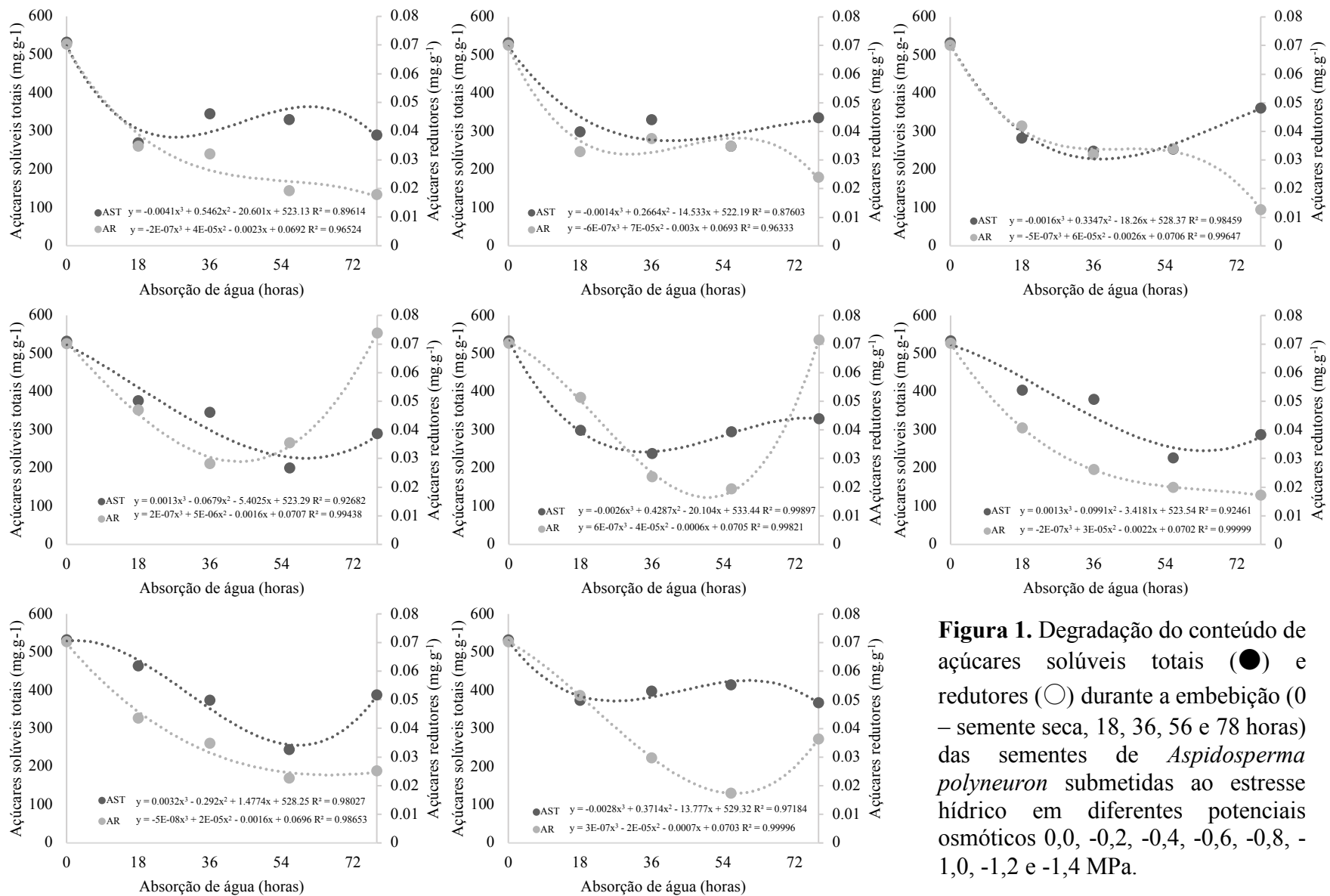


Figura 1. Degradação do conteúdo de açúcares solúveis totais (●) e redutores (○) durante a embebição (0 – semente seca, 18, 36, 56 e 78 horas) das sementes de *Aspidosperma polyneuron* submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos 0,0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa.

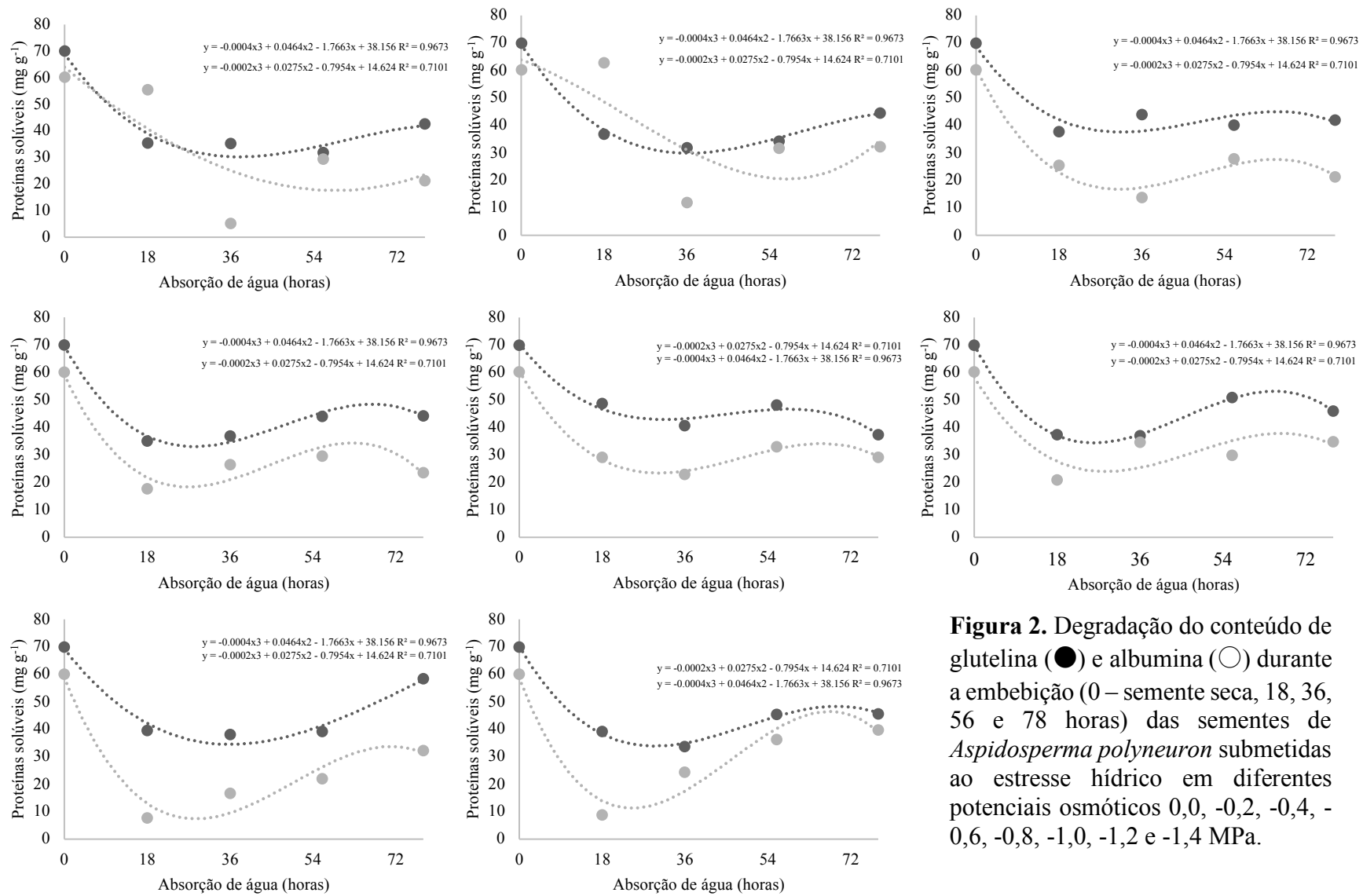


Figura 2. Degradação do conteúdo de glutelina (●) e albumina (○) durante a embebição (0 – semente seca, 18, 36, 56 e 78 horas) das sementes de *Aspidosperma polyneuron* submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos 0,0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa.

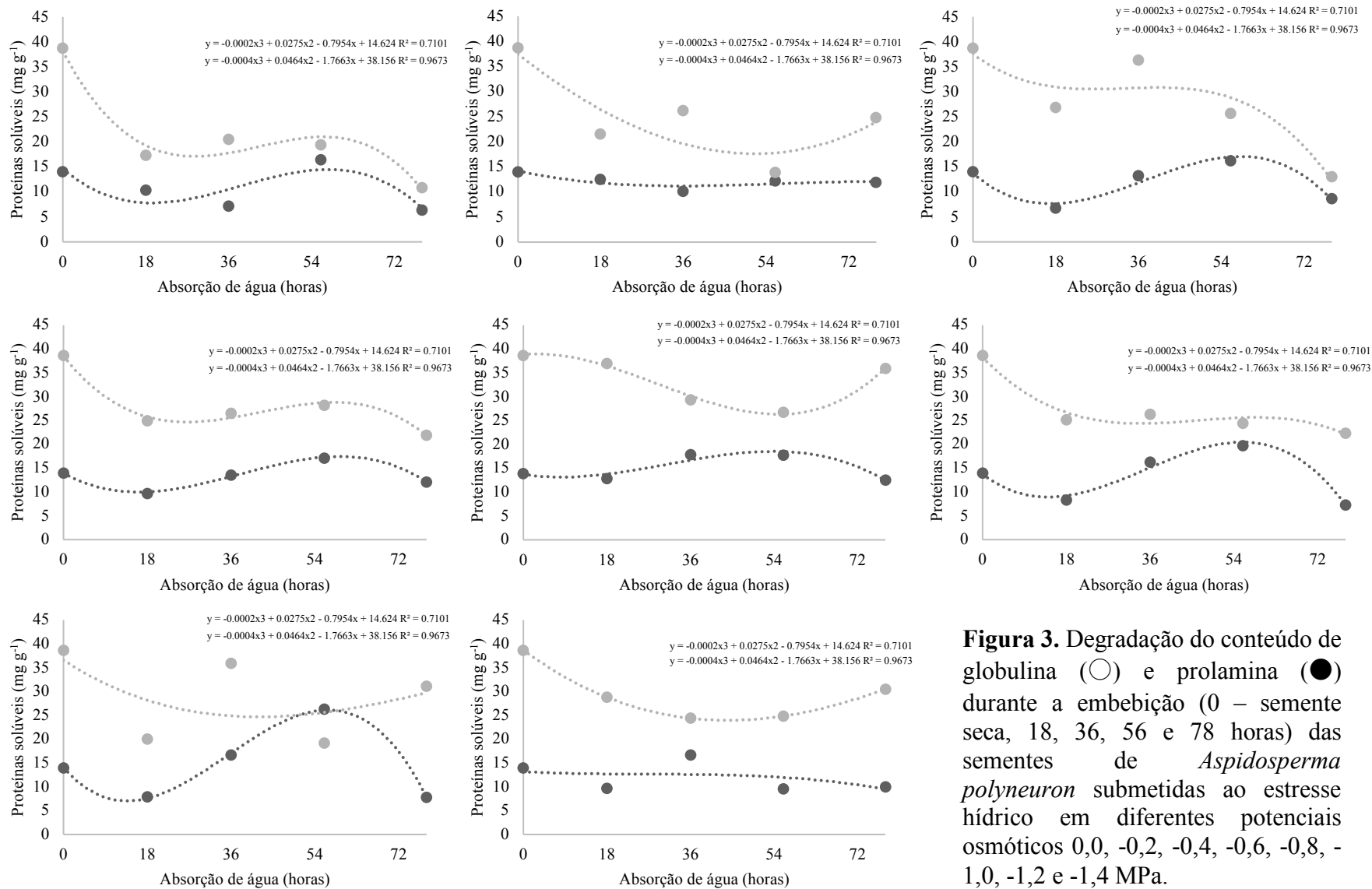


Figura 3. Degradação do conteúdo de globulina (○) e prolamina (●) durante a embebição (0 – semente seca, 18, 36, 56 e 78 horas) das sementes de *Aspidosperma polyneuron* submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos 0,0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, V. P. M.; NAVARRO, B. V.; PASSAMANI, L. Z.; MACEDO, A. F.; FLOH, E. I. S.; SILVEIRA, V.; SANTA-CATARINA, C. Free amino acids, polyamines, soluble sugars and proteins during seed germination and early seedling growth of *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae), an endangered hardwood species from the Atlantic Forest in Brazil. **Theor. Exp. Plant Physiol.**, v. 27, p. 157–169, 2015.

ATAÍDE, G. M.; LIMA E BORGES, E. E.; FLORES, A. V.; CASTRO, R. V. O. Avaliação preliminar da embebição de sementes de jacarandá-da-bahia. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 34, n. 78, p. 133-139, 2014.

BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P. M.; SANTOS, H. P.; TINÉ; M. A. S. Mobilização de Reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**, p.31-50, 2004.

BUCKERIDGE, M.; TINÉ, M. A. S.; SANTOS, H. P. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, 12 (Edição Especial), p.137-162, 2000.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. Guia de árvores com valor econômico. São Paulo: **Agroícone**, p. 123, 2015.

CARVALHO, P. E. R. Peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*). Taxonomia e Nomenclatura. Circular técnica 96, **Colombo**: Embrapa-Cnpf, 2004.

DALBERTO, D. S.; BRAGA, L. F. Estresse osmótico e putrescina na germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam) Urb (Malvaceae). **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.99–110, 2013.

DANTAS, B. F.; CORREIA, J. S.; MARINHO, L. G.; ARAGÃO, C. A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 221-227, 2008a.

DANTAS, B. F.; SOARES, F. S. J.; LUCIO, A. A.; ARAGÃO, C. A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 214-219, 2008b.

ERBAS, S. & SANLI, A. Mobilization of seed reserves during germination and early seedling growth of two sunflower cultivars. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 89, p. 217–222, 2016. DOI:10.5073/JABFQ.2016.089.028

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, E. A.; DORNELES MACHADO, R.; FISS, G.; DEJALMA ZIMMER, P. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 727-733, 2010.

LAVEZO, A.; BRAGA, L.F.; BATISTÃO, A.C.; BONFANTE, L.V. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, p.622-630, 2015.

LECHINOSKI, A.; FREITAS, J. M. N.; CASTRO, D. S.; LOBATO, A. K. S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CUNHA, R. L. M. Influência do Estresse Hídrico nos Teores de Proteínas e Aminoácidos Solúveis Totais em Folhas de Teca (*Tectona grandis* L. f.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 927-929, jul. 2007.

LIMA E BORGES, E.; PEREZ, S. C. J. G. A.; BORGES, R. C. G.; REZENDE, S. T.; GARCIA, S. R. Comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* micheli (tamboril-da-mata). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 5, p. 603-613, 2002.

MAGALHÃES, S. R.; LIMA E BORGES, E. E.; BERGER, A. P. A. Mobilização de reservas no eixo embrionário e nos cotilédones de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake durante a germinação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 589-595, out.-dez., 2010.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MEDEIROS, D.S.; ALVES, E.U.; SENA, D.V.A.; SILVA, E.O.; ARAUJO, L. R. Desempenho Fisiológico de sementes de gergelim submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3069-3076, set./out. 2015.

PAIOLA ALBRECHT, L.; LUCCA E BRACCINI, A. de; RIZZATTI ÁVILA, M.; SUZUKI, L. S.; SCAPIM, C. A.; CEZAR BAROSA, M. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, v. 67, n. 4, out.-dez., p. 865-873, 2008.

PONTES, C. A.; LIMA E BORGES, E. E.; BORGES, R. C. G.; SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 5, p. 593-601, 2002.

REIS, G. M.; RIBEIRO JUNIOR, J. I. Comparação de testes paramétricos e não paramétricos aplicados em delineamentos experimentais. In: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, 2007, Viçosa. **Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção**, Viçosa: SAEPRO, 2007, 13p.

REIS, R. C. R.; DANTAS, B. F.; PELACANI, C. R. Mobilization of reserves and germination of seeds of *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) under different osmotic potentials. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 580 - 588, 2012.

RIBAS, L. L. F.; ZANETTE, F.; KULCHETSCKI, L.; GUERRA, M. P. Micropropagação de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) a partir de segmentos nodais de mudas juvenis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 517-524, 2005.

RODRIGUES, G. A. G.; BAZANELLA, A. P.; PORTO, E. C.; LUZ, E. M. Z.; RIBEIRO, M. I.; CORSATO, J. M.; FORTES, A. M. T. Influência da deficiência hídrica na germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. Dados não publicados.

RODRIGUES, G. A. G.; PORTO, E. C.; LUZ, E. M. Z.; RIBEIRO, M. I.; CORSATO, J. M.; FORTES, A. M. T. Caracterização da Curva de Embebição e Germinação de Sementes de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg (Apocynaceae). Dados não publicados.

SOUZA, L. C. D.; SÁ, M. M.; MORAES, S. M. B.; CARVALHO, M. A. C.; SILVA, M. P.; ABRANTES, F. B. Composição química e nutrientes em sementes das espécies florestais

penete de macaco, flor de paca, itaúba, jatobá e murici manso. **Biosci. J.**, **Uberlândia**, v. 28, n. 3, p. 478-483, May/June. 2012.

TEIXEIRA, R. N.; TOLEDO, M. Z.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C.; JASPER, S. P. Germinação e vigor de sementes de crambe sob estresse hídrico. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 42-51, janeiro-março, 2011.

Anexo 2

Normas para publicação na Revista Cerne

Form and preparation of manuscripts

We publish two types of papers: Research Articles and Review Articles. Only original work should be submitted to Cerne.

The submitted manuscript should be typed in the Microsoft Word for Windows processor, obeying the following specifications:

Spacing of the text: double spacing;

Margins: lateral, lower and upper margins three cm;

Indent of the first line: 12.5 mm;

Paper: A4 format;

Font: Arial, size 11.

Number of pages: up to 25 pages for Research Articles and up to 30 pages for Review Articles including figures and tables. The pages, lines, tables and figures should be numbered consecutively.

Tables: Tables should be part of the body of the paper and they must be presented in Word or Excel. The title should be above the table. Vertical lines separating the columns should not appear.

Graphs/Figures/Photographs: should be presented in black and white (in color only if extremely necessary), inserted in the text after citation and also in a separate file saved in “tif” or “jpg” extension, with 300 dpi resolution. Graphs should also be presented in a separate Excel file. The title should be below the figure. The figure’s text should clear and with contrast.

Symbols, mathematical equations, abbreviations and chemical formula: must be presented using a word processor that permits formatting, and not inserted as a figure. Whenever possible, should follow as closely as possible the guidelines presented in:

International Union of Forestry Research Organizations. **The standardization of symbols in forest mensuration.** Maine Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 15. 1965.

Structure and organization

The article should be presented in the following sequence:

Title: containing no more than 15 words in capital letters and bold.

Abstract: should be informative and should explain the objectives, material and methods, results and conclusion of the work in a maximum of 250 words all written in one paragraph. The abstract must not contain citations.

Key words: minimum of three and maximum of five. They should not repeat words that are already in the title. These may include short phrases as well as individual words and should be separate by commas.

Introduction: should present a concise vision of the current level of knowledge that has been achieved within the subject area that the paper will discuss. It should neither give an extensive review nor should it include details about the results and discussion. It should clearly indicate the objectives of the research that was carried out. This section may not be subdivided.

Material and Methods: this section can contain subdivisions, with subtitles in bold print.

Results and Discussion: this section can be subdivided in sections with concise, descriptive titles in bold print. Results and discussion may be presented as two separate sections.

Conclusions

References: they should follow citation norms presented below.

CITATIONS IN THE TEXT

Authors citations in the text should be made according to the following examples:

- a) Pereira (1995) or (PEREIRA, 1995)
- b) Oliveira and Souza (2003) or (OLIVEIRA; SOUZA, 2003)
- c) In case of more than two authors, only the last name of the first one is mentioned, followed by et al. (no italic): Rezende et al. (2002) or (REZENDE et al., 2002)

REFERENCES

Must be current and mainly from periodicals: at least 70% of the references must be 10 years old or newer and at least 70% must be from periodicals. They should be presented in the following way:

a) **Research papers**
OLIVEIRA, G. M. V.; MELLO, J. M.; LIMA, R. L.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Tamanho e forma de parcelas experimentais para *Eremannthus erythropappus*. **Cerne**, v. 17, n. 3, p. 327-338, 2011.

APGAUA, D. M. G.; COELHO, P. A.; SANTOS, R. M.; SANTOS, P. F.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Tree community structure in a seasonally dry tropical forest remnant, Brazil. **Cerne**, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2014.

b) **Book**
BURKHART, H. E.; TOMÉ, M. **Modeling Forest Trees and Stands**. Springer, 2012. 457p.

c) **Book chapter**
FLEURY, J. A. Análise ao nível de empresa dos impactos da automação sobre a organização da produção de trabalho. In: SOARES, R. M. S. M. **Gestão da empresa**. IPEA/IPLAN, 1980. p. 149-159.

d) **Dissertation and Thesis**
MAESTRI, R. **Modelo de crescimento e produção para povoamentos clonais de *Eucalyptus grandis* considerando variáveis ambientais**. 2003. 143 p. PhD thesis. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

e) **Citation of papers published in Congress, conferences and similar proceedings** Not accepted.

f) **Electronic documents** (only from renowned institutions and organizations)

PLANT RESOURCES OF TROPICAL AFRICA. *Khaya ivorensis* A.Chev. Available at: <http://www.prota4u.info/downloads/Khaya+ivorensis/Khaya+ivorensis.pdf>. Accessed in: 10 abril 2015.