



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

Jullyanna Nair de Carvalho

ESPÉCIES NATIVAS DA CAATINGA PARA
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS:
PROSPECÇÃO, ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E
CRESCIMENTO DE PLANTAS

Petrolina

2016

JULLYANNA NAIR DE CARVALHO

**ESPÉCIES NATIVAS DA CAATINGA PARA
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS:
PROSPECÇÃO, ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E
CRESCIMENTO DE PLANTAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientadora: Prof. Dr. Márkilla Zunete
BackmannCavalcante
Co-orientador: Prof. Dr. Renato Garcia
Rodrigues

Petrolina

2016

C331e Carvalho, Jullyanna Nair de
Espécies nativas da caatinga para recuperação de áreas degradadas: prospecção, ecofisiologia da germinação e crescimento de plantas/ Jullyanna Nair de Carvalho. – Petrolina, 2016.
95 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção vegetal) -
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências
Agrárias, Petrolina, 2016.

Orientadora: Profa. Dr. MárkillaZuneteBackmannCavalcante.

Referências.

1. Vegetação - Recuperação. 2. Germinação. 3. Caatinga. I.
Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco

CDD581.5

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Jullyanna Nair de Carvalho

**ESPÉCIES NATIVAS DA CAATINGA PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS: PROSPECÇÃO, ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO E
CRESCIMENTO DE PLANTAS**

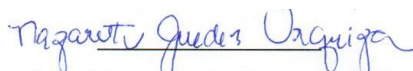
Dissertação apresentada como
requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em
Agronomia – Produção Vegetal,
pela Universidade Federal do
Vale do São Francisco.

Aprovada em: 28 de julho de 2016.

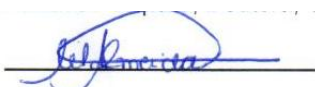
Banca Examinadora



Márkilla Zunete Beckmann-Cavalcante, Profa. Doutora, UNIVASF



Nazareth Guedes Urquiza, Doutora, NEMA/UNIVASF



Marcelle Almeida da Silva, Profa. Doutora, UNIVASF

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida, força e sabedoria.

Aos meus pais Márcia e Sebastião, pelo exemplo de vida e pelo amor, esperança, fé e coragem depositados em mim.

As minhas irmãs Mariana e Pollyanna e ao meu avô João, pelo amor, orações e apoio incondicional durante essa caminhada.

Ao meu noivo Daniel, amigo e companheiro de todas as horas, pelo carinho, compreensão, paciência, confiança e amor.

Ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) pela oportunidade, auxílio financeiro e técnico.

À toda equipe do NEMA pelas contribuições oferecidas a esse trabalho, especialmente à Nazareth, pela amizade, momentos de descontração e colaboração.

A minha orientadora Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante e ao meu co-orientador Renato Renato Garcia Rodrigues pelos ensinamentos, orientação, confiança e contribuição oferecida a esse trabalho.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, em especial, pela oportunidade de cursar a Pós- Graduação.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização e enriquecimento deste trabalho.

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram prospectar espécies herbáceas da flora nativa do bioma Caatinga com potencial para cobertura vegetal de áreas degradadas; caracterizar, avaliar a influência de diferentes temperaturas, métodos de superação de dormência e o efeito do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Senna uniflora*; e avaliar o crescimento inicial de plantas de *Senna uniflora* sob diferentes regimes hídricos em dois substratos. O levantamento das espécies foi realizado em quatro áreas, com taludes, nos canais da obra do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), sendo a seleção de acordo com características espécie-específicas. Sementes de *S.uniflora* foram caracterizadas quanto ao peso de mil, umidade e curva de embebição e submetidas a testes para avaliar os efeitos dos regimes de temperatura e métodos de superação de dormência, do estresse hídrico e salino na germinação. As mudas de *S. uniflora* receberam os seguintes tratamentos de água: 100%, 75%, 50% e 25% da capacidade de campo e foram avaliadas aos 60 dias após semeadura nos diferentes tratamentos. As espécies com maior potencial para cobertura vegetal foram *Senna uniflora*, *Raphiodon echinus*, *Sida galheirensis*, *Tridax procumbens*, *Tephrosia purpurea*, *Mesosphaerum suaveolens*, *Diodella teres*, *Waltheria rotundifolia*, *Glinus radiatus* e *Herissantia crispa*. Os métodos mais eficientes para superação de dormência foram escarificação mecânica e química a 5, 15 e 30 min, nas temperaturas de 25°C e 30°C e 30/20°C. A espécie *S. uniflora* é mais sensível ao estresse hídrico do que ao estresse salino, no entanto apresenta um limite mínimo de germinação a -0,8 MPa, em ambos os casos. O déficit hídrico afetou o crescimento e a qualidade de mudas de *S. uniflora*.

Palavras chave: Revegetação. *Senna uniflora*. Germinação. Crescimento de plantas

ABSTRACT

The objectives of this study were exploring herbaceous species of the native flora of the savanna biome with potential for vegetation of degraded areas; characterize, evaluate the influence of different temperatures and methods of scarification and the effect of water and salt stress on germination of *Senna uniflora* seeds; and evaluate the initial growth *S.uniflora* seedlings under different water regimes in two substrates. The survey of the species was carried out in four areas with slopes, in the channels of the São Francisco River Integration Project (PISF) work, the selection according to species-specific characteristics. *S.uniflora* seeds were characterized by weight of a thousand, humidity and imbibition curve and subjected to tests to evaluate the effects of temperature regimes and methods of scarification, the water and salt stress in germination. Seedlings of *S. uniflora* received the following water treatments: 100%, 75%, 50% and 25% of field capacity and were evaluated 60 days after sowing in the different treatments. The species with the greatest potential for vegetation were *Senna uniflora*, *Raphiodon echinus*, *Sida galheirensis*, *Tridax procumbens*, *Tephrosia purpurea*, *Mesosphaerum suaveolens*, *Diodella teres*, *Waltheria rodundifolia*, *Glinus radiatus* and *Herissantia crispa*. The most efficient methods to overcome dormancy were mechanical scarification and chemical 5, 15 and 30 min at temperatures of 25°C and 30°C and 30/20°C. The species *S. uniflora* is more sensitive to water stress than stress salt, however having a minimum germination limited to -0.8 MPa in both cases. The drought affected the growth and quality of seedlings *S. uniflora*.

Key words: Caatinga. Vegetation. *Senna uniflora*. Seed germination. Plant growth.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 10 |
| 2.1 O bioma Caatinga | 10 |
| 2.2 Plantas para recuperação de áreas degradadas | 11 |
| 2.3 Aspectos da germinação das sementes | 12 |
| 2.3.1 Influência da água na germinação | 17 |
| 2.3.2 Influência da temperatura na germinação..... | 19 |
| 2.3.3 Influência da luz na germinação | 20 |
| 2.3.4 Influência de sais na germinação..... | 21 |
| 2.3.5 Alelopatia | 22 |
| 2.4 Efeito do déficit hídrico em plantas | 24 |
| 3. REFERÊNCIAS | 28 |
| 4. PROSPECÇÃO DE ESPÉCIES PIONEIRAS NATIVAS DA CAATINGA PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO ... | 39 |
| 5. ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Senna uniflora</i> (MILL.) H.S.IRWIN & BARNEBY | 60 |
| 6. CRESCIMENTO DE PLANTAS DE <i>Senna uniflora</i> (MILL.) H.S.IRWIN & BARNEBY SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO..... | 84 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 95 |

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é considerada uma floresta sazonalmente seca constituída por uma flora decídua, com ampla diversidade de espécies vegetais, muitas das quais endêmicas do bioma. Apesar disso, o bioma ainda é o mais desvalorizado, o menos conhecido e o que mais sofre alterações devido às ações humanas, estando entre os biomas brasileiros mais ameaçados ambientalmente (GIULIETTI et al., 2004).

A degradação ambiental causada pelo antropismo desenfreado, independente da atividade que a tenha originado, é uma das principais preocupações na atualidade, haja vista a condição finita dos recursos naturais e o modelo de desenvolvimento sustentável que se almeja alcançar. Dentre essas atividades, estão as obras de engenharia, as quais exigem a retirada da vegetação natural e necessitam de grandes movimentações de terra, deixando o solo desnudo e sujeitos às intempéries. Isso acaba por dificultar o estabelecimento da cobertura vegetal e compromete a recuperação ambiental da área degradada (CARVALHO et al., 2012).

A seleção de espécies que serão utilizadas no estabelecimento vegetal de áreas antropizadas, deve se balizar na análise dos fatores edáficos, climáticos e ambientais do local, bem como dos fatores fisiológicos das plantas (PEREIRA, 2008). Uma das estratégias para seleção de plantas potencialmente aptas para revegetação de áreas degradadas é a observação de espécies que surgem de modo espontâneo em ambientes inhóspitos (ANDRADE et al., 2002), como no caso dos taludes.

Além disso, conforme Kageyama et al. (1992) e Gris et al. (2012), espécies nativas são importantes elementos de restauração e de recomposição da paisagem, sendo, portanto, as mais indicadas para cobertura de áreas sem vegetação. Ainda segundo Gris et al. (2012), espécies nativas, além de garantirem a preservação do banco genético autóctone, tornam o ambiente mais próximo do originalmente existente e mais equilibrado ecologicamente.

Haja vista a relevância das espécies nativas para reabilitação de ambientes degradados e sabendo-se que as sementes constituem o principal meio de disseminação das espécies vegetais, o conhecimento dos atributos fisiológicos e necessidades ecológicas durante o ciclo de vida, torna-se fundamental para o entendimento do processo germinativo como um todo. Além disso, é essencial avaliar a tolerância dessas plantas em relação às condições ambientais naturais, uma vez que são evidentes os efeitos do ambiente no crescimento e no desenvolvimento vegetal. Assim, Flores e Briones (2001), evidenciam que o processo de germinação, o crescimento e

desenvolvimento da planta ocorrem em função das características espécie-específicas, bem como do ambiente que se pretende reabilitar vegetativamente.

Os fatores internos estão relacionados à dormência de sementes e tolerância aos estresses ambientais, enquanto que os fatores externos são as condições de luminosidade, temperatura, disponibilidade hídrica, e salinidade do solo nas quais as sementes e plantas são submetidas (BASKIN; BASKIN 1988; VANDELOOK et al., 2008; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O entendimento desses fatores permite a identificação das condições ótimas (VARELA et al., 2005), que proporcione maior porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação (OLIVEIRA et al., 2014) promovendo a otimização do processo germinativo (NOGUEIRA et al., 2013) e aumento na produção e na qualidade das mudas (OLIVEIRA et al., 2014). Entretanto, segundo Varela et al. (2005), a maioria das espécies nativas carece de estudos acerca das exigências quanto às condições ideais de germinação.

Neste contexto, tornam-se relevantes e necessários estudos sobre a ecofisiologia da germinação de sementes e produção de mudas de espécies nativas do bioma Caatinga. Essas informações podem fornecer subsídios para a compreensão da regeneração natural e para a tecnologia de produção de mudas de espécies com potencial para reabilitação de áreas degradadas. Além disso, pode ajudar a evitar perda de biodiversidade da Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro.

Dessa forma os objetivos deste estudo foram prospectar espécies do estrato herbáceo da flora nativa do bioma caatinga com potencial para cobertura vegetal de áreas degradadas; caracterizar, avaliar a influência de diferentes temperaturas e métodos de superação de dormência e o efeito do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Senna uniflora*; e avaliar o crescimento inicial de plantas de *S.uniflora* sob diferentes regimes hídricos, em dois substratos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O bioma Caatinga

O bioma Caatinga é considerado um tipo de floresta sazonalmente seca e possui características florísticas, fisionômicas e ecológicas bastante peculiares (MORO et al., 2014). Destaca-se por apresentar uma grande diversidade e riqueza de espécies vegetais, com ocorrência de táxons raros e endêmicos ao bioma (GIULIETTI et al., 2004). Contudo, embora possua características tão marcantes, dentre os biomas brasileiros é o mais desvalorizado, o menos conhecido botanicamente (GIULIETTI et al., 2004) e o que mais sofre alterações por ações antrópicas (TABARELLI; VICENTE, 2004).

A denominação do termo “Caatinga” que significa “mata-branca” no tupi-guarani, deve-se ao comportamento caducifólio das espécies vegetais (LOIOLA et al., 2012), ou seja, queda das folhas no período de seca em função das condições climáticas, marcada pela baixa disponibilidade hídrica.

O clima no bioma Caatinga é bastante irregular, apresentando valores extremos, em nível de Brasil, conforto insolação, altas médias de temperatura, entre 25° e 30° C, elevadas taxas de evaporação e baixos índices pluviométricos, em torno de 400 a 700 mm anuais, com grande variabilidade espacial e temporal (MARENGO et al., 2011; MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2012).

Esse bioma abrange todos os estados da região Nordeste do Brasil, em menor ou maior proporção, e o norte de Minas Gerais, único estado localizado na região Sudeste (LOIOLA et al., 2012), formando o Polígono das Secas (ALVES et al., 2009). Por isso, a Caatinga é o bioma predominante (SILVA et al., 2014) e compreende o mais importante tipo de vegetação no nordeste semiárido do Brasil. No entanto, está reduzido a menos da metade de sua área original (DOUSSEAU et al., 2011), sendo que as áreas incólumes de vegetação nativa restantes estão extremamente fragmentadas (CASTELLETTI et al., 2004).

Dessa forma, considera-se o bioma Caatinga um dos mais ameaçados do planeta (JANZEN, 1997), sobretudo, devido ao uso inadequado e insustentável tanto dos recursos naturais quanto do solo (FRANCA ROCHA, 2008), provocando elevado grau de degradação ambiental que, conjuntamente, com a falta de conhecimento acerca de sua biodiversidade, constituem o grande impasse para a preservação da vegetação da Caatinga (LEAL et al., 2003)

Neste contexto, verifica-se a necessidade da ampliação do conhecimento acerca dos seus organismos e comunidades (TABARELLI; VICENTE, 2004). Assim, estudos

envolvendo processos fisiológicos de sementes são fundamentais para a utilização sustentável de espécies nativas da Caatinga, sobre as quais o conhecimento a respeito de germinação ainda é escasso (SILVA et al., 2014), tendo em vista a produção de sementes e mudas a fim de evitar a perda da biodiversidade da Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro (DANTAS et al., 2014).

2.2 Plantas para recuperação de áreas degradadas

Segundo Souza e Seixas (2001), a cobertura vegetal atua como uma camada protetora, que minimiza o impacto da chuva, a velocidade do escoamento superficial e a ação dos raios solares, reduzindo a desagregação das partículas do solo. Sua finalidade é preservar áreas expostas, minimizando e estabilizando processos erosivos, garantindo a estabilidade das estruturas instaladas e sua integração na paisagem natural (SOUZA; SEIXAS, 2001; CARVALHO et al., 2012). Dessa forma, torna-se evidente a importância de sua existência.

Áreas antropizadas estão mais sujeitas às intempéries e às oscilações climáticas, dificultando o estabelecimento natural de cobertura vegetal e, conseqüentemente, afetando a recuperação ambiental do local (CARVALHO et al., 2012).

A escolha das espécies para recuperação e proteção ambiental dessas áreas é afetada por fatores edáficos, climáticos e ambientais (PEREIRA, 2008). De acordo com o autor, o fator edáfico corresponde a aclimação das espécies às condições do solo da região, como o pH, a fertilidade natural, a salinidade, a toxidez, a textura, a drenagem e a matéria orgânica. O fator climático é considerado o mais importante, pois não pode ser reproduzido artificialmente; assim deve-se atentar para a tolerância a secas, geadas, déficits hídricos da região, precipitação, temperatura e umidade. Já o fator ambiental está relacionado com o objetivo da recuperação ambiental e engloba uma série de aspectos importantes como: longevidade, produção de biomassa, crescimento e efeitos paisagísticos, fixação de nitrogênio, palatabilidade da fauna, dormência das sementes e biodiversidade (PEREIRA, 2008).

Segundo Pereira (2008) o estabelecimento de uma vegetação inadequada pode causar instabilidade das áreas e surgimento de erosões. O autor ainda coloca que esses efeitos negativos são provocados por: redução da umidade do solo devido ao uso de espécies exigentes em água; deslizamentos provocados pelo peso das árvores que aumentam as forças atuantes ou pelo vento que ao atingir as árvores produz força sobre a massa de solo; danos às estruturas cimentadas superficialmente pelas raízes; e,

impedimento da infiltração e desagregação de partículas do solo por raízes finas e superficiais.

Em contrapartida, a seleção correta de plantas para uso em áreas degradadas permite estabilização e recomposição vegetativa da área, efetivamente. Isso é alcançado porque as plantas aumentam a resistência do solo através de suas raízes, reduzindo o transporte de sedimentos; reduzem o *run-off*, aumentando a taxa e o tempo de infiltração da água no solo; reduzem a erosão interceptando a água da chuva que não atinge diretamente o solo (PEREIRA, 2008); conservam a porosidade e a permeabilidade do solo, evitando riscos de erosão e reduzem a umidade do solo, através da transpiração das plantas, evitando escoamento superficial (GRAY; LEISER, 1989).

Além dos efeitos positivos sobrepostos, o sistema radicular da vegetação, seja ela herbácea, arbustiva ou arbórea, rompe a estrutura compacta e densa do solo, atuando como um mecanismo de regeneração da vida no solo estéril, através da morte e surgimento de novas raízes, promovendo a adubação da estrutura do mesmo (SOUZA; SEIXAS, 2001). Este ciclo fornece ao solo boa quantidade de nutrientes que alimentam as raízes novas, aumentando a fertilidade do solo.

Enfim, a revegetação é efetiva para reabilitação do ambiente e controle de erosão superficial ou por ruptura de massas rasas, nas quais a água influi negativamente, seja pela infiltração ou pelo escoamento superficial no solo. A eficiência das raízes ao evitar o movimento de massa, ocorre até a profundidade que elas alcançam e o efeito será ainda mais positivo se elas penetrarem na superfície de ruptura (SOUZA; SEIXAS, 2001). Plantas com folhas curtas e espessas e de raízes mais profundas são mais tolerantes a ambientes degradados e, plantas rasteiras por estarem em contato direto com o solo, proporcionam melhor cobertura de solo (PEREIRA, 2008), assim, esses tipos de plantas são mais eficientes na estabilização e recuperação de ambientes degradados.

2.3 Aspectos da germinação das sementes

A evolução das plantas está relacionada à sua adaptação ao ambiente terrestre e à independência da água para reprodução. Segundo Fenner (1995), a permanência das espécies em diferentes habitats envolve os aspectos de reprodução, dispersão e sobrevivência do seu germoplasma. Neste sentido, ao longo do processo evolutivo, os vegetais foram desenvolvendo órgãos cada vez mais especializados, dentre eles a semente, órgão com estrutura e fisiologia capaz de realizar a função de dispersão, proteção do embrião e, através de suas reservas nutritivas armazenadas, garantir o

desenvolvimento da planta nos estágios iniciais de crescimento, isto é, até que as primeiras folhas sejam formadas (BEWLEY; BLACK, 1994).

O ciclo de vida em Angiospermas, vegetais superiores, consiste nas fases de desenvolvimento da semente, germinação e desenvolvimento pós-germinativo, através do crescimento da planta (CASTRO et al., 2004). Desse modo, entende-se o importante papel que a semente desempenha, como responsável pelo estabelecimento inicial da planta, a qual da continuidade ao seu desenvolvimento de forma prolongada e complexa (BEWLEY; BLACK, 1994).

A semente tem sua origem no desenvolvimento de um óvulo fertilizado, sendo constituída por três estruturas principais, a saber, embrião, endosperma e tegumento (CARDOSO, 2008). O embrião é originado a partir do zigoto diploide, formado pela fusão de um núcleo gamético com a oosfera (TAIZ; ZEIGER, 2013; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Paralelamente, ocorre a formação do endosperma, proveniente da fusão dos núcleos polares (mesocisto) com o segundo núcleo gamético (TAIZ; ZEIGER, 2013; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Ainda segundo os autores, o endosperma é um tecido de reserva que, embora exista na maioria das sementes, encontra-se ausente em algumas espécies, pois ele é consumido pelo embrião e desaparece antes que o desenvolvimento da semente seja completado. O tegumento ou casca é formado dos integumentos dos óvulos, união entre a parte externa e espessa (testa) e a parte interna e delgada (tégmen) e, por sua vez, desempenha o papel de revestir e proteger a semente (VIDAL; VIDAL, 2003).

Posterior à fecundação, para que ocorra o desenvolvimento da semente, o embrião passa por três etapas: histodiferenciação ou embriogênese, maturação e dessecação (BEWLEY; BLACK, 1994; CASTRO et al., 2004; CARDOSO, 2008). A embriogênese é marcada por intensa divisão celular, diferenciação celular e formação dos tecidos que comporão o embrião e o endosperma (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A maturação é caracterizada pela expansão celular que ocorre em função da captação de água e alocação de substâncias para os tecidos de reservas, além de ser a fase onde ocorre o ponto de maturidade fisiológica, isto é, quando a semente atinge os valores máximos de massa seca, poder germinativo e vigor (POPINIGIS, 1985). Segundo Barros (1986), nesse ponto, as sementes desligam-se da planta mãe e a translocação de fotoassimilados é interrompida, desencadeando uma série de alterações fisiológicas que levam à secagem da semente. Na fase de dessecação, então, ocorre um aumento na taxa de desidratação, redução do metabolismo e, ao final, a semente atinge

o estágio ideal para colheita, armazenamento e dispersão (CARDOSO, 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A maioria das sementes apresenta as três fases de desenvolvimento, terminando-o com a dessecação. Tais sementes são denominadas ortodoxas e toleram desidratação a baixos teores de umidade, em torno de 5% (ROBERTS, 1973; ELLIS et al., 1990; BERJAK; PAMMENTER, 2007). Tolerância essa, adquirida de forma progressiva no decorrer do desenvolvimento da semente, mas antes da diminuição dos níveis de água (LEPRINCE et al., 1993; BEWLEY; BLACK, 1994). Nessa condição de baixo teor de umidade, as sementes conseguem sobreviver aos estresses ambientais, podendo permanecer viáveis no ambiente por um longo período e retomar seu metabolismo quando existir condições ideais de germinação (CASTRO et al., 2004). De acordo com Roberts (1973), geralmente, a longevidade dessas sementes está diretamente relacionada à redução do nível de água.

Entretanto, sementes de algumas espécies não possuem a fase de dessecação e são dispersas no ambiente com elevados níveis de água, pois são intolerantes a baixos teores de umidade, menores que 12%, sendo denominadas recalcitrantes (ROBERTS, 1973; ELLIS et al., 1990). Essas sementes apresentam reduzida longevidade (BERJAK; PAMMENTER, 2007) e germinam logo que dispersas, havendo condições ideais (CASTRO et al., 2004; CARDOSO, 2008; BARBEDO et al., 2013). Existem também as sementes conhecidas como intermediárias, as quais toleram a dessecação entre 7% e 12% de umidade (ELLIS et al., 1990).

Como visto, uma semente viável pode germinar logo após ser dispersa, se houver condições ambientais adequadas, senão, a mesma fica em um estado de reduzido metabolismo por determinado espaço de tempo, chamado quiescência (BORGHETTI, 2000; CARDOSO, 2008). No entanto, mesmo a semente sendo viável e sob condições favoráveis não germinar, ela é considerada dormente (BEWLEY; BLACK, 1994; BEWLEY, 1997; BASKIN; BASKIN, 2004; COSTA et al.; 2010).

Segundo Finch Savage e Leubner Metzger (2006), existem dois tipos de dormência, a primária, que acontece durante a fase de desenvolvimento da semente, a qual já se dispersa no estado dormente; e a secundária que se inicia após a dispersão da semente, caso o ambiente não seja favorável à germinação.

As principais causas da dormência, ou seja, do bloqueio da germinação são a impermeabilidade do tegumento à água e/ou oxigênio, embrião imaturo e presença de substâncias inibidoras (KIGEL; GALILI, 1995). De acordo com essas causas

reconhecem-se as dormências física ou tegumentar, fisiológica e morfológica ou por imaturidade do embrião, respectivamente (BEWLEY; BLACK, 1994).

A dormência física acontece quando o envoltório (tegumento e /ou pericarpo) das sementes é impermeável à água (FINCH-SAVAGE; LEUBNER-METZGER, 2006). Segundo Baskin e Baskin (2004), dormência fisiológica é quando há presença de substâncias inibidoras ou ausência de substâncias promotoras da germinação, impedindo que a mesma ocorra. Já em sementes com dormência morfológica, o embrião encontra-se subdesenvolvido em termos de tamanho, ou seja, não está completamente formado, necessitando de tempo para crescer e germinar (BASKIN; BASKIN, 2004).

Dessa forma, sementes dormentes carecem de estímulos específicos para que a germinação aconteça (CARDOSO, 2008). A metodologia empregada na quebra de dormência ocorre em função do mecanismo de dormência que a semente apresenta. No caso de dormência física, utilizam-se métodos tais como, escarificação mecânica ou química, embebição em água e tratamentos com altas temperaturas (BEBAWI; MOHAMED, 1985; BEWLEY; BLACK, 1994). Para superação da dormência fisiológica pode ser realizada lavagem em água corrente, remoção da casca, aplicação de substâncias promotoras da germinação, entre outras técnicas (ZAIDAN; BARBEDO, 2004). Em se tratando de dormência morfológica, um período de tempo é necessário para que o embrião complete seu desenvolvimento (BORGHETTI, 2004), sendo a estratificação o tratamento mais indicado (FINCH-SAVAGE; LEUBNER-METZGER, 2006).

Contudo, a dormência desempenha importante papel ecológico, proporcionando a distribuição da germinação de sementes no espaço e no tempo (POPINIGIS, 1985; EIRA; CALDAS, 2000). Além disso, esse estado de repouso fisiológico representa uma das principais habilidades de sobrevivência e perpetuação de muitas espécies vegetais (FENNER, 1995; MCIVOR; HOWDEN, 2000), permitindo maior adaptação ao habitat onde se encontram (QUEIROZ et al., 2000).

Além dos fatores intrínsecos que influenciam na germinação, essa pode ser afetada por diversos fatores ambientais, como temperatura, luz, disponibilidade hídrica do solo, salinidade do solo e substrato (CONE; KENDRICK, 1986; FENNER 1991; BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; TAKAKI 2001; FENNER; THOMPSON 2005; VARELA et al., 2005). Entretanto, a resistência a estresses abióticos é uma particularidade das sementes e os requisitos para germinação são espécie-específicos, não existindo uma regra geral de influência desses fatores na

germinação das sementes (ARAÚJO et al., 2006). Logo, as espécies reagem diferentemente a cada um desses fatores presentes no ambiente.

Fornecidas as condições necessárias para germinação e superada a dormência, caso exista, a semente está apta a iniciar o processo de germinação. Porém, é importante destacar que o termo germinação apresenta diferentes conceitos, dependendo da área de estudo. No campo agrônômico a germinação é caracterizada quando há emergência da plântula, ou seja, do embrião desenvolvido, através da superfície do solo (CARDOSO, 2008).

De acordo com o critério da tecnologia de sementes a germinação é entendida como a capacidade inicial da semente de produzir uma plântula que corresponde à emergência e crescimento inicial da plântula até um estágio que, por meio das características estruturais essenciais do embrião possibilite, posteriormente, seu desenvolvimento em uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis (BRASIL, 2009; TILLMANN; MIRANDA, 2006).

Do ponto de vista fisiológico ou bioquímico a germinação é entendida como uma seqüência de eventos fisiológicos e morfológicos, decorrentes do retorno da atividade metabólica do embrião, resultando na formação de uma plântula (BORGHETTI, 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Botanicamente, a germinação consiste em um conjunto de processos metabólicos complexos, associados à fase inicial do desenvolvimento da semente, que leva à retomada do crescimento do eixo embrionário (MALAVASI, 1988), o qual se encontrava paralisado no momento da maturação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), ultimando com a protrusão da radícula, ou seja, emissão da radícula por meio do rompimento do tegumento da semente (LABOURIAU, 1983; BEWLEY; BLACK, 1994).

Todavia, sabe-se que a saída de parte do embrião através da ruptura da semente designa, na verdade, o final da germinação, pois quando o tegumento se encontra intacto, ainda ocorrem vários processos bioquímicos para desenvolvimento do embrião (BEWLEY; BLACK, 1994; BASKIN; BASKIN, 1988). Nesse sentido, Nonogaki (2006) argumenta que a germinação é uma seqüência de eventos fisiológicos que ocorrem antes da protrusão da radícula, sendo a fase de estabelecimento da plântula considerado um evento pós germinativo.

Taiz e Zeiger (2013) define o início do processo germinativo com a embebição de água pelos tecidos da semente. Durante este período de hidratação, as atividades metabólicas vão sendo retomadas gradativamente, a atividade respiratória eleva-se e

sucedem a ativação de novas enzimas (LABORIAU, 1983; BEWLEY; BLACK, 1994), visando à mobilização dos compostos de reserva para a retomada de crescimento do eixo embrionário (TAIZ; ZEIGER, 2013). Destaca-se que a velocidade de absorção de água pela semente é alterada de acordo com a espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato semente/água, forças intermoleculares, composição química e condição fisiológica (POPINIGIS, 1985). Logo, esses fatores influenciam diretamente tanto na velocidade quanto no tempo necessário para germinação das sementes.

Nesse contexto, entende-se que a germinação é uma fase extremamente crítica do biociclo vegetal, estando condicionada a fatores de natureza extrínseca, que correspondem ao ambiente físico, e de natureza intrínseca, representados pelos processos fisiológicos e metabólicos (LABORIAU, 1983; POPINIGIS, 1985; BORGES; RENA, 1993; BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Podendo cada fator atuar por si só ou em interação com os demais (BORGES; RENA, 1993). Por isso, estudos envolvendo os diversos aspectos relacionados à germinação, como temperatura, luz, umidade, salinidade, substrato, dormência, tolerância à dessecação são fundamentais para o entendimento da ecofisiologia das espécies e seu estabelecimento em determinado ambiente (BEWLEY; BLACK, 1994; HERMANSEN et al., 2000; PANDEY et al., 2000; SEO et al., 2009).

2.3.1 Influência da água na germinação

Dentre as condições ambientais que afetam a germinação, a água é a que exerce maior influência (GUIMARÃES et al., 2008), pois a ocorrência da mesma, em sementes viáveis e não dormentes, é determinada pela disponibilidade de água para embebição (BEWLEY; BLACK, 1994). Dousseau (2011) complementa que além da influência no processo germinativo, o teor de água presente nas sementes afeta também sua longevidade.

A absorção de água resulta na reidratação dos tecidos e, conseqüentemente, a retomada do metabolismo do embrião, fornecendo energia e nutrientes necessários para o crescimento do eixo embrionário (BORGES; RENA, 1993; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A água também age indiretamente sobre o tegumento, amolecendo-o através da hidratação de proteínas e permitindo o deslocamento de nutrientes solúveis para diferentes partes das sementes. Além disso, a entrada de água causa expansão de volume da semente, ocasionando o rompimento do tegumento,

facilitando, assim, a emergência do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Conforme Bewley e Black (1978), havendo condições favoráveis, a absorção de água pelas sementes segue um padrão trifásico, o qual é descrito a seguir. A fase I é caracterizada pela acelerada passagem de água do substrato para a semente, sendo um processo físico que ocorre mediante a diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio. Essa hidratação ocorre mesmo que a semente esteja dormente ou inviável, sendo que a velocidade de absorção varia em função das partes da semente. Nesta fase, iniciam-se as atividades metabólicas, com aumento proeminente da respiração, liberação de energia e, ativação e síntese de proteína para germinação.

Na fase II, a velocidade de absorção de água e a intensidade da respiração diminuem drasticamente. Caracteriza-se por apresentar atividades constituintes de processos bioquímicos e ocorrer intenso transporte de produtos da fase anterior, do tecido de reserva para os meristemáticos. Além do mais, sua ocorrência e duração são alteradas de acordo com a espécie.

Na fase III, as substâncias que foram transportadas na fase anterior se reorganizam, permitindo o desenvolvimento do eixo embrionário. Ocorre o crescimento do embrião e protrusão da raiz primária. Esta fase é alcançada somente por sementes viáveis e que não apresentam dormência. Destaca-se que o início das fases II e III, não necessita da interrupção da fase anterior, podendo a semente apresentar as três fases ao mesmo tempo.

Entretanto, segundo Bewley e Black (1978), a velocidade com que as sementes absorvem água depende dos fatores, espécie, disponibilidade de água, área de contato e temperatura. Como a embebição intensifica todas as atividades metabólicas, caso ocorra de forma acentuada pode acarretar em perda de nutrientes e, por conseguinte, atraso ou bloqueio da germinação. Da mesma forma, a falta de água pode afetar negativamente o processo germinativo. Essa situação é passível de ocorrência, uma vez que, as plantas estão sujeitas ao estresse ambiental, definido por Taiz e Zeiger (2013) como um fator externo que exerce uma influência negativa sobre a planta. Entre as diferentes consequências da falta de água para o desenvolvimento de plantas, a restrição na aquisição de nutrientes é a mais destacada (MANIVANNAN et al., 2008). Logo, percebe-se que tanto o excesso quanto a deficiência de água pode promover ou inibir a germinação (CARDOSO, 2008).

2.3.2 Influencia da temperatura na germinação

A temperatura, assim como todos os fatores abióticos, tem sua influencia variável em função da espécie (VASQUEZ YANES; OROSCO SEGÓVIA, 1987; BENVENUTI et al., 2001; RAJPUT; TIWARI, 2001; TIGABU; ODEN, 2001). De forma geral, a temperatura modifica a capacidade e velocidade de germinação, especialmente porque interfere na velocidade de absorção de água nas reações químicas que regulam o processo metabólico (BEWLEY; BLACK, 1994). Labouriau e Pacheco (1978) argumentam que a temperatura tem efeito sobre a porcentagem, velocidade e frequência relativa de germinação. Toh et al. (2008) e Yamaguchi (2008) colocam que a temperatura altera o potencial de crescimento do embrião, assim como os níveis hormonais. Carvalho e Nakagawa (2012) concordam ao afirmarem que a temperatura afeta a germinação de três maneiras distintas: sobre o total de germinação, sobre a velocidade de germinação e sobre a uniformidade de germinação.

As espécies apresentam diferentes faixas de temperatura dentro das quais suas sementes podem germinar (MALAVASI, 1988), sendo a amplitude dessa faixa relativamente alta (LABOURIAU, 1983; RAMOS, 2003). Embora, essa faixa de temperatura seja própria de cada espécie, a temperatura é que determina o tempo necessário para atingir a máxima germinabilidade (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; BEWLEY; BLACK, 1994). Não obstante, essa faixa de temperatura deve corresponder à amplitude térmica do desenvolvimento da planta (BASKIN; BASKIN, 1988; TEKETAY, 1998).

Sendo assim, cada espécie possui um mínimo e um máximo de temperaturas, abaixo e acima das quais as sementes não germinam definidas como temperaturas cardiais e uma temperatura intermediária, denominada de temperatura ótima, na qual ocorre um máximo de germinação em um menor período de tempo, isto é, maior germinabilidade e velocidade de germinação tempo (LABOURIAU, 1983; MALAVASI, 1988; BORGES; RENA, 1993; VARELA et al., 2005; CARDOSO, 2008). Para Borges e Rena (1993), a temperatura ideal de cada espécie pode estar relacionada ao local de ocorrência, período de dispersão e estratégias de germinação das plantas.

A temperatura ótima para a maioria das espécies vegetais está entre 20°C a 30°C e a máxima entre 35°C e 40°C (MARCOS FILHO, 2005; BORGES; RENA (1993) também consideram essa faixa de temperatura ótima como a mais adequada para a germinação de um grande número de espécies florestais subtropicais e tropicais. Já Carvalho e Nakagawa (2012), dizem que a maioria das espécies tropicais é capaz de

germinar temperatura de 5°C e 40°C, sendo a máxima entre 35°C e 40°C, a ótima entre 15°C e 30°C e a mínima entre 10°C e 5°C. Para germinação de espécies nativas do Cerrado as temperaturas mínima e máxima de germinação são de 10°C e 45°C, respectivamente (ZAIDAN; CARREIRA, 2008). Na Caatinga, a faixa temperatura ótima para germinação varia entre 30 a 35°C, evidenciando que essas espécies são mais tolerantes a elevadas temperaturas quando comparadas às espécies de áreas mais úmidas (CABRAL et al., 2003; MEIADO et al., 2010)

Além da faixa de temperatura ótima para germinação, algumas espécies ainda requerem alternância de temperatura, à semelhança do que ocorre naturalmente no ambiente, onde durante o dia as temperaturas são mais elevadas do que a noite, para que o processo seja eficiente (SANTOS; AGUIAR, 2000). A temperatura menor é mantida por 16 horas, alternada com 8 horas de temperatura mais alta (POPINIGIS, 1985). Copeland e McDonald (1995) associam essa necessidade à dormência das sementes, apesar de que temperaturas alternadas pode acelerar a germinação de sementes sem dormência.

Infere-se então, que as temperaturas cardiais são espécie-específicas, refletindo as características de germinação e permitindo conhecer o local de ocorrência das espécies (BORGHETTI; FERREIRA, 2004). Isso porque a distribuição geográfica de determinada espécie está relacionada diretamente à sua faixa de temperaturas cardiais (LABOURIAU, 1983). Assim, estudos sobre a influencia da temperatura na germinação são essenciais para entender aspectos ecofisiológicos e bioquímicos envolvidos nesse processo e, assim, contribuir para o entendimento acerca do estabelecimento destas plantas em determinado hábitat (LABOURIAU, 1983; BEWLEY; BLACK, 1994).

2.3.3 Influência da luz na germinação

A luz é considerada um importante fator ambiental quando se trata de germinação e crescimento das plantas (CHAZDON, 1986). Porém, nem sempre é um fator indispensável e limitante, pois a influencia da luminosidade no processo germinativo também varia de espécie para espécie (RIZZINI, 1971).

A resposta das sementes à luz é dependente da fluência luminosa, da qualidade e da quantidade de luz incidente no processo (BORGHETTI, 2004). Além disso, a sensibilidade das sementes à luz está condicionada a atuação do fitocromo, o qual tem seu mecanismo de ação controlado pela temperatura (HESCHEL et al., 2007; FRANKLIN, 2009). Os fitocromos regulam as taxas endógenas de ácido abscísico (ABA) e giberelina (GA), assim como a capacidade de resposta desse último hormônio

(SEO et al., 2009). Por isso, na maioria das vezes, os fatores luz e temperatura influenciam conjuntamente a germinação de sementes (BEWLEY; BLACK, 1994)

Ferreira et al. (2001) e Cardoso (2008) classificam as sementes de acordo sua resposta à luz. De acordo com os autores, quando a semente é indiferente à luz para germinar, a espécie é dita fotoblástica neutra ou afotoblástica; quando a semente necessita de luz contínua para germinação, tem-se espécies fotoblásticas positivas e quando as sementes apresentam maior germinação no escuro, são consideradas fotoblásticas negativas. Sementes não fotoblásticas podem necessitar de luminosidade quando submetidas a condições ambientais desfavoráveis, uma vez que, a luz atua no controle respiratório, na síntese de enzimas e hormônios, na permeabilidade dos tegumentos e no metabolismo de lipídeos (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

Sucintamente, a presença ou ausência de luz tem influencia direta sobre o início da germinação, a porcentagem final de germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas, de determinadas espécies (BEWLEY; BLACK, 1994). Dessa forma, faz-se pertinente a classificação das sementes quanto à sensibilidade ao estímulo luminoso para a realização dos testes de germinação. Para tal, as Regras para Análise de Sementes (RAS) estabelecem métodos relacionados aos cuidados no controle da luz para os testes de germinação, baseados na sensibilidade das sementes à luz (BRASIL, 2009).

2.3.4 Influência de sais na germinação

Da mesma forma que a temperatura, a luminosidade, a umidade e o substrato, a quantidade de sais presentes no solo também pode influenciar a germinação. Em ecossistemas semiáridos, a evaporação supera a precipitação e não há lixiviação dos sais, como consequência, os solos dessas áreas, tornam-se salinizados (RUIZ et al., 2004). Os autores ainda destacam que cerca de um terço da superfície terrestre é árida ou semiárida e que mais da metade desses ambientes são afetados pela salinidade. Na Caatinga, a ocorrência de solos salinos é frequente, devido ao intemperismo das rochas ou práticas agrícolas incorretas (LIMA JUNIOR; SILVA, 2010), além da contribuição do clima semiárido.

Para Cavalcante e Perez (1995) e Moura et al. (2011), a salinidade causa diminuição do potencial osmótico, ou seja, aumento da concentração de solutos, dificultando a absorção de água pelas sementes e comprometendo o desenvolvimento das plântulas. De acordo com Viégas et al. (2001) a inibição do desenvolvimento e crescimento ocorre tanto pelo efeito osmótico quanto pelo efeito tóxico, resultante da concentração de íons, como Na^+ e Cl^- , no protoplasma. Segundo Nogueira et al. (2005),

o estresse salino provoca uma série de eventos integrados que resultam em alterações morfológicas, anatômicas, celulares, bioquímicas e moleculares nos indivíduos, de forma que esse consiga se adaptar à essa condição adversa. No entanto, essas modificações variam com a espécie, com a duração e a intensidade do estresse sofrido (LARCHER, 2000).

Desse modo, solos salinos podem ser limitantes para a germinação e o desenvolvimento das espécies em diferentes locais. Segundo Lima e Torres (2009), a metodologia mais utilizada para determinação da sensibilidade de determinada espécie à salinidade é a observação da germinabilidade em substratos salinos. Portanto, faz-se necessário estudos voltados para tolerância das espécies à regiões salinizadas e secas.

2.3.5 Alelopatia

O fenômeno da germinação pode sofrer diversas interferências, sejam elas de natureza biótica ou abiótica. Quando de natureza abiótica, a interferência ocorre em função dos fatores ambientais luz, água, temperatura, salinidade do solo (FERREIRA; BORGHETTI, 2004), como visto anteriormente. Em se tratando da interferência biótica, além das características intrínsecas da própria semente, já mencionadas, pode existir liberação de substâncias químicas tóxicas por outras plantas vivas ou a decomposição de resíduos no meio, afetando a germinação ou o crescimento de plantas (WANDSCHEER; PASTORINI, 2008).

As plantas que vivem em comunidade competem constantemente por luz, água e nutrientes para garantir a sobrevivência da espécie no ambiente (ALVES et al., 2004). Algumas delas desenvolvem mecanismos de defesa a partir da síntese e liberação de metabólitos secundários, interferindo no biociclo de outras plantas (REZENDE et al., 2011). O efeito que essas substâncias provocam em plantas próximas constitui o campo da alelopatia (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os metabólitos secundários, também denominados substâncias alelopáticas ou aleloquímicos são compostos químicos resultantes de complexas interações entre rotas de biossíntese, transporte, estocagem e degradação e liberados pelas plantas a partir da decomposição de partes aéreas ou exsudação direta pelas raízes no solo (BAGHESTANI et al., 1999; REIGOSA; PEDRO, 2002).

O termo alelopatia foi criado por Molisch em 1937 e oriunda do grego *allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer (FERREIRA; AQUILA, 2000). A alelopatia tem sido definida como um fenômeno de ocorrência natural (DE CONTI; FRANCO, 2011) relacionado à capacidade dos vegetais superiores ou inferiores produzirem e liberarem

substâncias químicas no ambiente, com ação direta ou indireta (estimuladora ou inibidora) no desenvolvimento de plantas ou microorganismos (GATTI et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2004; FRITZ et al., 2007; REZENDE et al., 2011)

A alelopatia pode ter duas vias de atuação, a autotoxicidade, na qual a planta produz compostos químicos que inibem a germinação e/ou o crescimento da própria espécie (TOKURA; NOBREGA, 2006; PEREIRA et al., 2008), ou como um processo de heterotoxicidade, no qual os produtos do metabolismo secundário são liberados no ambiente afetando o ciclo de vida de outras plantas (WHITTAKAER; FEENY, 1971).

A grande maioria das plantas possuem efeito alelopático (NERY et al., 2013), sendo que a produção dos aleloquímicos pode ocorrer nos diferentes órgãos vegetais como, raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes (BELINELO et al., 2008; TUR et al., 2010; DE CONTI; FRANCO, 2011). Contudo, tanto a concentração quanto a composição dessas substâncias variam de acordo com a espécie (ALVES et al., 2004), além de sofrerem influência de fatores como deficiência nutricional, doenças, luminosidade, temperatura, umidade, pluviosidade, radiação (BELINELO et al., 2008) e variação sazonal, a qual se refere a alterações severas na temperatura e umidade do solo, causando desvios de rotas dos metabolismos primário e secundário (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A liberação dos compostos alelopáticos no ambiente pode ocorrer por lixiviação, volatilização de compostos aromáticos, exsudação radicular e decomposição dos tecidos vegetais (RICE, 1984; WANDSCHEER; PASTORINI, 2008; GOLDFARB et al., 2009; TUR et al., 2010), seja na fase aquosa do solo ou substrato (RICE, 1984; GATTI et al., 2004).

Gatti et al. (2004) menciona que os aleloquímicos provocam redução ou inibição da germinação, perda de vigor vegetativo, redução do crescimento, desenvolvimento anormal e até morte das plântulas. Além disso, pode ser observado amarelecimento ou clorose das folhas, redução do perfilhamento e atrofiamento ou deformação das raízes (ALMEIDA, 1991; CORSATO et al., 2010).

Em contrapartida, é importante lembrar os efeitos benéficos desses compostos, os quais podem desempenhar a função de proteção da planta, redução da dormência e prevenção da decomposição de sementes, além de influenciar nas relações com outras plantas, microorganismos e insetos (PICCOLO et al., 2007; VIECELLI; SILVA, 2009) e ainda, atuar como promotores de crescimento (YAMADA et al., 1995; YOKOTANI TOMITA et al., 1998)

A resistência ou tolerância aos metabólitos secundários é mais ou menos específica, existindo espécies mais sensíveis como, *Lactuca sativa* (alface) e *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomate) e *Cucumis sativus* L. (pepino), as quais são consideradas plantas indicadoras de atividade alelopática e, por isso, frequentemente utilizadas em bioensaios de laboratório (FERREIRA; ÁQUILA, 2000; ALVES, et al., 2004).

Estudos envolvendo a alelopatia têm sido evidenciados devido ao reconhecimento dessa como mecanismo ecológico em todos ecossistemas, interferindo na sucessão vegetal, na vegetação clímax, na estrutura, composição, dinâmica e formação de comunidades vegetais nativas ou cultivadas, bem como manejo e produtividade de culturas (MILLER, 1996; GOLDFARB et al. 2009; YAMAGUSH et al., 2011). Rizvi et al. (1999) destaca que a atividade alelopática tem sido considerada uma forma natural para controle de invasoras. Desse modo, a vegetação de um ambiente pode ter sua sucessão condicionada à vegetação pré existente (FERREIRA; AQUILA, 2000).

2.4 Efeito do déficit hídrico em plantas

As plantas de maneira geral podem ser afetadas por vários fatores abióticos de estresse, tais como baixa e alta temperaturas, salinidade, radiação, inundação, toxicidade por metais pesados, e seca, resultando em perdas socioeconômicas na produção em todo o mundo. Os cenários de mudanças climáticas, indicam a ocorrência de eventos extremos com maior frequência nos próximos anos e a seca tem sido o estresse ambiental mais importante no mundo (HU; XIONG, 2014).

Todo fator de influência externa, biótico ou abiótico, que causa danos à planta, pode ser considerado um estresse, e a capacidade que a planta apresenta para resistir a tais fatores é chamada de tolerância. Em resposta à incidência de um determinado estresse, uma série de eventos acontecem, que se inicia pela percepção do estresse e finaliza com a expressão de um conjunto de genes-alvo, que podem conferir às plantas tolerância à determinada condição adversa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Neste sentido, as plantas desenvolveram diferentes mecanismos para reduzir o consumo de recursos e ajustar o seu crescimento para adaptar-se às condições ambientais desfavoráveis (NISHIYAMA et al., 2013). A tolerância à seca é um processo que envolve características complexas, que estão ligadas com a tentativa de minimizar ao máximo um decréscimo no potencial hídrico prevenindo a dessecação. Para isso, as plantas diminuem sua turgescência, o processo de crescimento e a área

foliar total e, conseqüentemente apresentam uma redução na taxa transpiratória, levando um balanço hídrico positivo para a planta (PIMENTEL, 2004). Quanto mais a célula puder desidratar sem sofrer danos irreversíveis, maior será a tolerância do vegetal à seca (HA et al., 2014).

O déficit hídrico é o estresse abiótico que mais limita o crescimento e a produção vegetal, pois provoca alterações na composição química, biológica e física do solo. Além disso, modifica comportamento das plantas e prejudica a produtividade em graus variados, dependendo do estágio de desenvolvimento, genótipo e duração e intensidade do estresse. Quando severo, pode resultar na suspensão da fotossíntese e na morte do vegetal (HONG-BO et al., 2008).

Estabelecida a plântula, a falta de água pode desencadear uma ampla variedade de respostas, como alterações na expressão gênica, no metabolismo celular e diminuições nas taxas de crescimento, produtividade e sobrevivência, em decorrência do fechamento estomático, conseqüente diminuição das trocas gasosas, e da redução do potencial hídrico das folhas, que reduz processos fisiológicos, como a fotossíntese, respiração e absorção de íons (HONG-BO et al., 2008).

A restrição da concentração interna de CO₂, em razão do fechamento dos estômatos pode ainda, provocar fotoinibição pela diminuição do uso de elétrons para fotossíntese (ROLAND et al., 2006). A resposta estomática é considerada como primeira linha de defesa do vegetal para evitar o dessecamento, porém, causa uma maior redução efluxo de H₂O para fora da folha do que no influxo de CO₂ para aos cloroplastos, reduzindo mais a taxa transpiratória que a taxa fotossintética (NOBEL, 2009). Portanto, protege o aparato fotossintético e a ultraestrutura cloroplastídica, diminuindo o efeito da falta de água, promovendo assim uma melhor eficiência do uso da água (BENEŠOVÁ et al., 2012). Restrição na concentração interna de CO₂, como uma conseqüência do fechamento estomático, resulta em baixa taxa assimilatória de CO₂ e promove aumento na susceptibilidade aos danos fotoquímicos, devido aos níveis altos de energia radiante que chegam ao PSII.

Em condições de déficit hídrico a transpiração decresce, pois está associada à turgescência das células-guarda. A taxa da resistência difusiva estomática se eleva devido à desidratação e conseqüente fechamento dos estômatos o que dificulta a saída de água e aumenta a temperatura foliar devido a menor dissipação de calor para atmosfera (SILVA et al., 2004). Alternativamente, o excesso de energia química produzido durante a fase fotoquímica pode ser dissipado através da fotorrespiração, protegendo o aparato fotossintético (SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ et al., 2011). A redução

de CO₂, devido à redução na abertura estomática, acarreta em alterações no metabolismo de carbono principalmente quando na planta é imposta a uma situação leve de seca (CHAVES; FLEXAS; PINHEIRO, 2009). Quando o estresse hídrico é intensificado as limitações da fotossíntese passam a ser relacionadas aos processos não estomáticos, principalmente devido a uma redução da condutância do mesófilo e de danos causados ao aparato fotoquímico (SILVA et al., 2010).

A diminuição da fotossíntese sob estresse hídrico, pode também estar relacionada com redução de tamanho e proporção das folhas ou estar ligada à redução no conteúdo de clorofila, que resultam em diminuição da área fotossinteticamente ativa, em menor eficiência de captação de radiação e em maior senescência foliar. Muitas plantas tentam tolerar ou escapar do estresse hídrico através da redução de sua área foliar, que é um importante fator de produção, acarretando assim uma menor formação de fotoassimilados que promoveriam seu pleno desenvolvimento. Sob déficit hídrico, o equilíbrio entre a produção de assimilados e a demanda do dreno durante o desenvolvimento é severamente afetado pela redução da área foliar fotossinteticamente ativa (XINGU; WU, 2012).

A produção de matéria seca pelas culturas é limitada pela quantidade de clorofila, devido à forte relação deste pigmento com os processos fotossintéticos. Sendo assim, um deficiente teor de clorofila limita o desenvolvimento das plantas. Alguns parâmetros da cultura, como o teor de nitrogênio, índice de área foliar, trocas gasosas de CO₂, radiação fotossinteticamente ativa absorvida e produtividade têm sido relacionados com o seu teor de clorofila (WALTERS, 2003).

Quando se trata das raízes, o déficit hídrico tende a estimular o crescimento do sistema radicular para as zonas mais profundas, essa expansão ocorre por causa do secamento da superfície do solo, o que leva as raízes a promoverem uma absorção de água nas camadas mais profundas que ainda têm água disponível. As raízes pequenas são mais sensíveis ao déficit hídrico do que as raízes médias e grandes. A razão entre a biomassa das raízes com a parte aérea tende a ser maior nas plantas sob seca, sendo esta razão dependente do balanço entre a absorção de água pelas raízes e a fotossíntese pela parte aérea (CALVACHE et al., 1997).

O potencial hídrico da folha, cujos gradientes explicam os fluxos da água no sistema solo-planta-atmosfera, decresce na presença do déficit de água (BERGONCI et al., 2000). O aumento da escassez hídrica no solo acaba por refletir na turgescência e condutância acarretando em menor alocação de seiva nas folhas, e em diminuição do potencial hídrico foliar que em conjunto com outros eventos como danos fotoquímicos

promove estresse oxidativo nas células, devido ao extravasamento de eletrólitos em direção ao O_2 durante os processos fotossintético e respiratório levando ao aumento na formação de espécies reativas de oxigênio (EROs). As principais EROs formadas são: radical superóxido, peróxido de hidrogênio, radical hidroxila e oxigênio singleto (MURSHED; LOPEZ-LAURI; SALLANON, 2013). Os antioxidantes enzimáticos têm a função de mitigar os danos causados pelo excesso de EROs nos mais diversos compartimentos celulares através da manutenção do balanço entre produção e destruição dessas EROs com a finalidade de manter a homeostase da célula. Nesta linha de defesa encontra-se a dismutase do superóxido, catalase e peroxidase do ascorbato, além da redutase da glutathione, redutase monodehidroascorbato entre outras (DAS; ROYCHOUDHURY, 2014).

3. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.3, p.126-135, 2009.
- ALVES, M. C. S.; FILHO, S. M.; INNECCO, R.; TORRES, S. B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.
- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; DORNELAS, G.V. 2002. Análise da vegetação arbóreo-arbustiva espontânea, ocorrente em taludes íngremes no município de Areia - estado da Paraíba. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.2, p. 165-172, 2002.
- ARAÚJO, E.L.; CANUTO, V.T.B.; LEITE, F.A.; LIMA, V.C.; CANUTO, N.N. Germinação e protocolos de quebra de dormência de plantas do semi-árido nordestino. In: GIULIETTI, A.M.; QUEIROZ, L.P. (Eds.). **Recursos genéticos do semi-árido nordestino**. Recife: Instituto de Milênio do Semi-Árido, 2006. v. 5, cap. 2, p. 73-110.
- BAGHESTANI, A.; LEMIEUX, C.; LEROUX, G.; BAZIRAMAKENGA, R. Determination of Allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. **Weed Science**, Ann Arbor, v. 47, n. 5, p. 498-507, 1999.
- BARBEDO, C.J.; CENTENO, D.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Do recalcitrante seeds really exist? **Hoehnea**, São Paulo, v.40, n. 4, p. 583-593. 2013.
- BARROS, A.S.R. Maturação e colheita de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.34-107.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**, v.7, n.2, p.286-305, 1988.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.14, p.1-16, 2004.
- BEBAWI, F.F.; MOHAMED, S.M. The pretreatment of seeds of six Sudanese Acacias to improve their germination response. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.13, p.111-119, 1985.
- BELINELO, V. J.; CZEPAK, M. P.; VIEIRA FILHO, S. A.; MENEZES, L. F. T.; JAMAL, C. M. Alelopatia de *Arctium minus* Bernh (Asteraceae) na germinação e crescimento radicular de sorgo e pepino. **Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 12-16, 2008.
- BENESOVÁ, M. et al. The physiology and proteomics of drought tolerance in maize: early stomatal closure as a cause of lower tolerance to short-term dehydration? **PLoS One**, San Francisco, v.7, n. 6, e38017, 2012.

- BENVENUTI, S.; MACCHIA, M.; MIELE, S. Light, temperature and burial depth effects on *Rumex obtusifolius* seed germination and emergence. **Weed research**, v.41, n.2, 2001.
- BERGONCI, J. I. et al. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1531-1540, 2000.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, N. M. Orthodox and recalcitrant seeds. In: Vozzo, J. A (Ed.) **Tropical tree seed manual**. USDA Forest Service, Washington DC, Agricultural, 2007, 899p.
- BEWLEY J. D. Seed germination and dormancy. **Plant Cell**, v.9, p.1055-1066, 1997.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. Plenum Press, New York, 1994, 445p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**. Berlin: Springer Verlag, 1978. v. 1, 306p.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993, 83 p.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação dos resultados de germinação. In: FERREIRA, A.G. & BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre, 2004, p. 209-222.
- BORGHETTI, F. Dormência embrionária. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed. São Paulo. 2004. p. 109-124.
- BORGHETTI, F. Ecofisiologia da germinação das sementes. **Revista Universa**, v.8, p.149-180, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f.ex S.Moore. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.17, n. 4, p. 609-617, 2003.
- CALVACHE, A. M. et al. Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso de água em uma cultura do feijão. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 232-240, 1997.
- CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 5, p. 95-134.
- CARDOSO, V.J.M. Germinação. In: KERBAUY, G.B. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2008, cap. 17, p. 386-408.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, R. A.; CASTRO, S. M.; ALMEIDA, J. R.; RODRIGUES, M. G.. Proteção vegetal de taludes de aterro: o caso da plataforma da Ferrovia Transnordestina, Ceará, Brasil. **Natural Resources**, Aquidabã, v.2, n.2, p.6-17, 2012.

CASTELLETTI, C. H. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. 2004. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C., TABARELLI, M., FONSECA, M. T., LINS, L. V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2004, p. 91-100.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A.G. & BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre, 2004, p. 51-67.

CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de *Leucaena leucocephala* (Lam.) Wit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n. 2, p. 281-289,1995.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, London, v. 103, n.4, p. 551-560,. 2009.

CHAZDON, R.L. Light variation and carbon gain in rain forest understory palms. **Journal of Ecology**. v.74, p.995-1012, 1986.

CONE, J.W.; KENDRICK, R.E. Photocontrol of seed germination. In: KENDRICK, R.E.; KRONENBERG, G.H.M. (Ed.) **Photomorphogenesis in plants**. Dordrecht: M. Nijhoff, 1986. p. 187-203.

COPELAND, L.O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. New York: Cahpman & Hall, 1995. 409 p.

CORSATO, J. M.; FORTES, A. M. T.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 353-360, 2010.

COSTA, P.A.; ZANELLA, F.; FREITAS, H de. Quebra de dormência em sementes de *Adenanthera pavonina* L.. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.1, p.83-88, 2010.

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; MATIAS, J. R.; ARAÚJO, G. G. L. Germinative metabolism of Caatinga forest species in biosaline agriculture. **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.194-203, 2014.

DAS, K.; ROYCHOUDHURY, A. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidant as ROS-scavengers during environmental stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, Lausanne, v 2, article 53, p.1-13, 2014.

DE CONTI, D.; FRANCO, E. T. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Casearia sylvestris* Sw. na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.2-4, p.193-203, 2011.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A. DE.; GUIMARÃES, R. M.; LARA, T. S.; CUSTÓDIO, T. N.; CHAVES, I. de S. Ecophysiology of *Campomanesia pubescens* seed germination. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.1362-1368, 2011.

EIRA, M. T. S.; CALDAS, L. S. Seed dormancy and germination as concurrent processes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 85-104, 2000.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D. & ROBERTS, H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.1167-1174,1990.

FENNER M. The effects of the parent environment on seed germinability. **Seed Science Research**, v.1, p.75–84, 1991.

FENNER M.; THOMPSON, K. **The Ecology of Seeds**. Cambridge University Press, Cambridge, 2005, 260p.

FENNER, M. Ecology of seed banks. In: KIGEL, J. & GALILI, G. (Eds.). **Seed development and germination**. Academic Press, New York, p. 507-543, 1995,

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, A.G.; CASSOL, B.; SILVEIRA, T. S.; STIVAL, A. L.; ROSA, S. G. T da.; SILVA, A. A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.

FERREIRA, A.G.E.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, n.12, p. 175-204, 2000.

FINCH-SAVAGE, W.E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, v.171, n.3, p.501-523, 2006.

FLORES, J.; BRIONES, O. Plant life-form and germination in a Mexican intertropical desert: effects of soil water potential and temperature. **Journal of Arid Environments**, v.47, p.485-497, 2001.

FRANCA-ROCHA, W. Cobertura vegetal e do uso do solo no bioma das Caatingas. In: Queiroz, L.P.; RAPINI, A.; GIULIETTI A.M. (Eds). **Rumo ao amplo conhecimento da biodiversidade do semi-árido brasileiro**, 2008, p.141.

FRANKLIN, K.A. Light and temperature signal crosstalk in plant development. **Current Opinion in Plant Biology**, Amsterdam, v.12, n.1, p.63-68, 2009.

FRITZ, D.; BERNARDI, A. P.; HAAS, J. S.; ASCOLI, B. M.; BORDIGNON, S. A. L.; POSE, G. V. Germination and growth inhibitory effects of *Hypericum myrianthum* and *H. polyanthemum* extracts on *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.1, p.44-48, 2007.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n.3, p.459-472, 2004.

GIULIETTI, A. M., BOCAGE NETA, A. L., CASTRO, A. A. J. F., GAMARRA ROJAS, C. F. L., SAMPAIO, E. V. S. B., VIRGÍNIO, J. F., QUEIROZ, L. P., FIGUEIREDO, M. A., RODAL, M. J. N., BARBOSA, M. R. V., HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C., TABARELLI, M., FONSECA, M. T., LINS, L. V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2004, p.47-90.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.3, n.1, p.23-28, 2009.

GRAY, D. H.; LEISER, A. T.. **Biotechnical slope protection and erosion control**. Malabar: Krieger Pub. Co., 1989. 271 p.

GRIS, D.; TEMPONI, L. G.; MARCON, T. R. Native species indicated for degraded area recovery in Western Paraná, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p. 113-125, 2012.

GUIMARÃES, M.A.; DIAS, D.C.F.S.; LOUREIRO, M. E. Hidratação de Sementes. **Revista Topical**. Viçosa, v.2, n.1, p.31, 2008.

HA, C. VAN et al. Positive regulatory role of strigolactone in plant responses to drought and salt stress. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 2, p. 851–6, 14 jan. 2014.

HERMANSEN, L. A.; DURYE, M. L.; WHITE, T. L. Variability in seed coarctancy in *Dimorphandra mollis*. **Seed Science and Technology**, Ssurich, v. 28, n. 3, p. 567-580, 2000.

HESCHEL, M. S.; SELBY, J.; BUTLER, C.; WHITELAM, G. C.; SHARROCK, R. A.; DONOHUE, K. A new role for phytochromes in temperature-dependent germination. **New Phytologist**, London, v.174, n.4, p.735-741, 2007.

HONG-BO, S. et al. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, n. 3, p. 215-225, 2008.

HU, H.; XIONG, L. Genetic engineering and breeding of drought-resistant crops. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 65, p. 715-741, 2014.

JANZEN, D.H. Florestas tropicais secas: o mais ameaçado dos ecossistemas tropicais. In: Wilson, E. O. (Ed.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1997. p.166-176.

KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.W.; GERES, W.L.A.; DIAS, J.H.P.; BORGES, A.S. Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, p. 527-533, 1992.

- KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. 853p.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. OEA, Washington, 1983, 174 p.
- LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant & Cell Physiology**, n. 19, p. 507-512, 1978.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- LEAL, I.R.; TABARELLI, M., SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. 2003. p.625-656.
- LEPRINCE, O.; HENDRY, G.A.F.; McKERSIE, B.D. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. **Seed Science Research**, v.3, p. 231-246, 1993.
- LIMA JUNIOR, J. A.; SILVA, A.L.P.; Estudos do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n.11, p.1-21, 2010.
- LIMA, B.G.; TORRES, S.B. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.93-99, 2009.
- LOIOLA, M. I. B.; ROQUE, A. A.; OLIVEIRA, A. C. P. Caatinga: vegetação do semiárido brasileiro. **Revista Online da Sociedade Portuguesa de Ecologia**. n. 4, p. 14-19, 2012.
- MALAVASI, M. de M. Germinação de sementes. In: PIÑA RODRIGUES, F.C.M. (coord). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.25-40.
- MANIVANNAN, P.; JALEEL, C.A.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Osmoregulation and antioxidant metabolism in drought-stressed *Helianthus annuus* L. under triadimefon drenching. **Comptes Rendus Biologies**, v.331, p.418-425, 2008.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: SILVA et al. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas Campina Grande, PB: INSA, 2011,470p.
- MAYER, A.C. & POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Pergamon, London, 1989, 270p.
- MCIVOR, J. G.; HOWDEN, S. M. Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. **Austral Ecology**., v. 25, n. 3, p. 214-222, 2000.
- MEIADO, M.V. et al. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. **Plant Species Biology**, Tokyo, v. 25, p. 120-128, 2010.

MILLER, D.A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 854-859, 1996.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. **Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**. In: MONTENEGRO, A. A. A et al. Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. 1.ed. Campina Grande: INSA, Cruz das Almas: UFRB, 2012. 258 p.

MORO, M.F.; NIC LUGHADHA, E.; FILER, D.L.; ARAÚJO, F.S. & MARTINS F.R. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa** v.160, p. 1-118, 2014.

MOURA, M.R. LIMA, R.P.; FARIAS, S.G.G de.; ALVES, A.R.; SILVA, R.B. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista Verde**. v.6, n.2, p. 230-235, 2011.

MURSHED, R.; LOPEZ-LAURI, F.; SALLANON, H. Effect of water stress on antioxidant systems and oxidative parameters in fruits of tomato (*Solanum lycopersicon* L, cv. Micro-tom). **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 19, n. 3, p. 363-378, 2013.

NERY, M. C.; CARVALHO, M. L M.; NERY, F. C.; PIRES, R. M. O. Potencial alelopático de *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*. **Abrates**, vol. 23, n.1, 2013.

NISHIYAMA, R. et al. Arabidopsis AHP2, AHP3, and AHP5 histidine phosphotransfer proteins function as redundant negative regulators of drought stress response. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 110, n. 12, p. 4840–5, 19 mar. 2013.

NOBEL, P. S. **Physicochemical and environmental plant physiology**. 4 ed. San Diego: CA Academic Press. 2009. p. 582.

NOGUEIRA, N.W.; RIBEIRO, M.C.C.; FREITAS, R.M.O.; GURGEL, G.B; NASCIMENTO, L.N. Diferentes temperaturas e substratos para germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.2, p.95-98, 2013.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.75-87, 2005.

NONOGAKI, H. Seed germination-the biochemical and molecular mechanisms. **Breeding Science**, Tokyo, v. 56, n. 2, p.93-105, 2006.

OLIVEIRA, G. M.; RODRIGUES, J. M.; RIBEIRO, R. C.; BARBOSA, L. G.; SILVA, J. E. S. B.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. **Revista Scientia Plena**, v.10, n.4, 2014.

OLIVEIRA, S. C. C.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St. -Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de

Sesamum indicum L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, SP, v. 18, n.3, p.401- 406, 2004.

PANDEY, H.; NANDI, S. K.; NADEEM, M.; PALNI, L. M. S. Chemical stimulation of seed germination in *Aconitum heterophyllum* Wall. and *A. balfourii* Stapf. : important Himalayan species of medicinal value. **Seed Science & Tecnology**, Zurich, v. 28, n. 1, p. 39-48, 2000.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2. ed. Belo Horizonte: FAPI, 2008. 239 p

PEREIRA, B. F.; SBRISSIA, A. F.; SERRAT, B. M. Alelopatia intra-específica de extratos aquosos de folhas e raízes de alfafa na germinação e no crescimento inicial de plântulas de dois materiais de alfafa: crioulo e melhorado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 561-564, 2008.

PICCOLO, G.; ROSA, D. M.; MARQUES D. S.; MAULI, M. M.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático de capim limão e sabugueiro sobre a germinação de guanxuma. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 28, n. 3, p. 381 - 386, 2007.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seopédica, RJ: Edur, 2004, 191p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: ABRATES, 1985. p.19-95.

QUEIROZ, R. M.; MATOS, V. P.; ANUNCIACÃO FILHO, C. Variação do grau de dormência em sementes de *Stylosanthes scabra* de tres regiões ecogeográficas de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 416-420, 2000.

RAJPUT, A.; TIWARI, K. P. Effect of alternat chilling/heating on germination of fresh teak (*Tectona grands* L. f.) drups, without sscarification of felt mesocarp. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, n. 1, p. 56-64, 2001.

RAMOS, M.B.P. VARELA, V.P. Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) Leguminosae, Mimosoideae. **Revista de Ciências Agrárias**. v.39, p. 123-133, 2003.

REIGOSA, M.; PEDRO, L. N. **Allelopathy from molecules to ecosystems**. NH, USA, Science Publishers Inc. 316p. 2002.

REZENDE, G. A. A.; TERRONES, M. G. H.; REZENDE, D. M. L. C. Estudo do potencial alelopatico do extrato metanolico de raiz e caule de *Caryocar brasiliense* Camb. (pequi). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 460-472, 2011.

RICE, E. L. **Allelopathy**. Orlando, 2a edição, Academic Press Inc, 422 p., 1984.

RIZVI, S.J.H.; TAHIR, M.; RIZVI, V.; KOHLI, R.K. & ANSARI, A. Allelopathy interactions in agroflorestry systems. **Critical Reviews in Plant Science**, n.16, v.6, p.773-796, 1999.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de dendrologia brasileira.** São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 304p.

ROBERTS, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p.449-514, 1973.

ROLAND, P. et al. Lateral diffusion of CO₂ from shaded to illuminated leaf parts affects photosynthesis inside homobaric leaves. **The New Phytologist**, London, v. 169, n. 4, p. 779–788, 2006.

RUIZ, H.A.; SAMPAIO, R.A.; OLIVEIRA, M de.; VENEGAS, V. A. A. Características de solos salino-sódicos submetidos a parcelamento da lâmina de lixiviação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1119-1126, 2004.

SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, E. et al. Ammonia production and assimilation: its importance as a tolerance mechanism during moderate water deficit in tomato plants. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 168, n. 8, p. 816–823, May 2011.

SANTOS, J.C.F.; SOUZA, I.F. de.; MENDES, A.N.G.; MORAIS, A.R. de.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; MARINHO, J.T.S. Influência alelopática das coberturas mortas de café (*Coffea arabica* L.) e casca de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre o controle do caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.) em lavoura de café. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 5, p. 1105-1118, 2001.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 22, n. 1, p. 120-126, 2000.

SEO, M.; NAMBARA E.; CHOI G.; YAMAGUCHI S. Interaction of light and hormone signals in germinating seeds. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.69, n.4, p.463-472, 2009.

SILVA, E. C. et al. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.

SILVA, E. N. et al. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. **Journal of Arid Environments**, Chubut, v. 74, n. 10, p. 1130-1137, 2010.

SILVA, M. W da.; BARBOSA, L. G.; SILVA, J. E. S. B da.; GUIRRA, K. S.; GAMA, D. R. da SILVA.; OLIVEIRA, G. M de.; DANTAS, B. F. Characterization of seed germination of *Zephyranthes sylvatica* (Mart.) Baker (Amarilidaceae). **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.178-185, 2014.

SOUZA, C. R.; SEIXAS, F. Avaliação de diferentes coberturas do solo no controle da erosão em taludes de estradas florestais. **Scientia Forestalis**, n. 60, p. 45-51, 2001.

TABARELLI, M.; VICENTE, A. Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. In: SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA,

M.T.; LINS, L.V. (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio ambiente, 2004. p.101-111.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 820 p. 2013.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome in stead of photoblastism. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.13, p. 103-107, 2001.

TEKETAY, D. Germination of *Acacia origena*, *A. pilispina* and *Pterolobium stellatum* in response to different pre-sowing seed treatments, temperature and light. **Journal of Arid Environments**, v. 38, p. 551-560, 1998.

TIGABU, M.; ODEM, P. C. Effect of scarification, giberellic acid and temperature on seed grmination of two multipurpose *Albizia species* from Ethiopia. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, n. 1, p. 11-20, 2001.

TILLMANN, M. A. A. & MIRANDA, D. M. Análise de sementes. In. PESKE, S. T.; LUCCA-FILHO, O. A. & BARROS, A. C. S. A. (Orgs.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2 ed. Rev. Amp. Pelotas: Ed Universitária/UFPel, 2006, 472p.

TOH, S. et al. High temperature-induced abscisic acid biosynthesis and its role in the inhibition of gibberellin action in *Arabidopsis* seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.146, n.3, p.1368-1385, 2008.

TOKURA, L. K.; NOBREGA, L. H. P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 379-383, 2006.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.

TUR, C.M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. **Biotemas**, v. 23 n.2, p.13-22, 2010.

VANDELOOK, F.; VAN DE MOER, D.; VAN ASSCHE, J. A. Environmental signals for seed germination reflect habitat adaptations in four temperate Caryophyllaceae. **Functional Ecology**, v. 22, p.470-478, 2008.

VARELA, V.P.; COSTA, S.S.; RAMOS, M.B.P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazônica**, Manaus, v.35, n.1, p.35-39, 2005.

VASQUEZ YANES, C.; OROSKO SEGOVIA, A. Fisiologia ecológica de sevelhas en la Estation de Biologia Tropical de “Los Tuxtlas”, Vera Cruz, México, **Revista Biologia Tropical**, 1987.

VIDAL, W.N.; VIDAL, M.R.R. **Botânica – Organografia; quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. 4. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003, 124p.

VIECELLI, C. A.; SILVA, C. T. A. Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de Sálvia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 39-46, 2009.

VIÉGAS, R. A.; da SILVEIRA, J. A. G.; LIMA JUNIOR, A. R.; QUIROZ, J. E.; FAUSTO, M. J. M. Effects of NaCl salinity on growth and onorganic solute accumulation in youn cashew plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.5, 2.2, p.216-222, 2001.

WALTERS, D. T. **Diagnosis of nitrogen deficiency in maize and the influence of hybrid and plant density**. In: North central extension-industry soil fertility conference. vol. 19. Des Moines, IA. 2003.

WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n. 4, p. 949-953, 2008.

YAMADA, K.; ANAI, T. & HASEGAWA, K. Lepidimoide, an allelopathic substance in the exudates from germinated seeds. **Phytochemistry**, n.39, v.5, p.1031-1032, 1995.

YAMAGUCHI, S. Gibberellin metabolism and its regulation. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.59, n.1, p.225-251, 2008.

YAMAGUSHI, M. Q.; GUSMAN, G. S.; VESTENA, S. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1361-1374, 2011.

YOKOTANI-TOMITA, K.; GOTO, N.; KOSEMURA, S.; YAMAMURA, S.; HASEGAWA, K. Growth-promoting allelopathic substance exuded from germinating *Arabidopsis thaliana* seeds. **Phytochemistry**, n.47, v.1, p.1-2, 1998.

XINGU. D.; WU, Y. Photosynthetic response of three climber plant species to osmotic stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. **Acta Physiologiae Plantarum**, Heidelberg, v. 34, n. 5, p. 1659–1668, 2012.

ZAIDAN, L.B.P.; ARREIRA, R.C. Seed germination in Cerrado species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, p.167-181, 2008.

ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C. J. Quebra da dormência em sementes. Capítulo 8. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed. São Paulo. p.135-146, 2004.

4. PROSPECÇÃO DE ESPÉCIES PIONEIRAS NATIVAS DA CAATINGA PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Resumo

O bioma Caatinga vem sofrendo alterações decorrentes dos processos antrópicos, cada vez mais evidentes, os quais podem resultar perda da biodiversidade, degradação dos solos, desertificação, dentre outros problema ambientais. O processo de regeneração natural de áreas degradadas tende a ser acelerado com a realização de cobertura vegetal com espécies herbáceas. O objetivo deste estudo foi prospectar espécies herbáceas pioneiras da flora nativa do bioma Caatinga com potencial para cobertura vegetal de áreas degradadas. Para levantamento de espécies herbáceas nativas da Caatinga foram selecionadas quatro áreas com taludes nos canais da obra do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), nos municípios de Custódia (PE), Cabrobó (PE), Salgueiro (PE) e Mauriti (CE). A metodologia utilizada para seleção das espécies balizou-se nas características espécie-específicas: origem, hábito, ciclo de vida, propagação, síndrome de dispersão, cobertura, adensamento e efeito alelopático. As espécies que apresentaram maior potencial, de acordo com os atributos considerados neste estudo foram *Senna uniflora*, *Raphiodon echinus*, *Sida galheirensis*, *Tridax procumbens*, *Tephrosia purpurea*, *Mesosphaerum suaveolens*, *Diodella teres*, *Waltheria rodundifolia*, *Glinus radiatus* e *Herissantia crispa*.

Palavras chave: Regeneração. Plantas nativas. Estrato herbáceo. Cobertura vegetal.

Abstract

The Caatinga has undergone changes resulting from anthropogenic processes, increasingly evident, which can result in loss of biodiversity, soil degradation, desertification, among other environmental problem. The process of natural regeneration of degraded areas tends to be accelerated with the completion of plant cover with herbaceous species. The aim of this study was exploring pioneer herbaceous species of the native flora of the Caatinga biome with potential for vegetation of degraded areas. Hoisting of native herbaceous species of Caatinga were selected four areas with embankments in the work channel of the São Francisco River Integration Project (SFRI) in Custody municipalities (PE), Cabrobó (PE) Salgueiro (PE) and Mauriti (CE). The methodology used for the selection of species buoyed on the species-specific characteristics: origin, habits, life cycle, propagation, dispersion syndrome, coverage, density and allelopathic effect. The species with the greatest potential, according to the attributes considered in this study were *Senna uniflora*, *Raphiodon echinus*, *Sida galheirensis*, *Tridax procumbens*, *Tephrosia purpurea*, *Mesosphaerum suaveolens*, *Diodella teres*, *Waltheria rodundifolia*, *Glinus radiatus* e *Herissantia crispa*.

Key words: Regeneration. Native plants. Herbaceous. Vegetal cover.

Introdução

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro e compreende uma área de 844.453 km² de extensão, abrangendo basicamente a região nordeste e o norte do estado de Minas Gerais (IBGE, 2004). Esse bioma apresenta formações vegetais florística, fisionômica e ecologicamente distintas, sendo a savana estépica, a vegetação predominante (MORO et al., 2014). As condições edafoclimáticas são bastante irregulares. Os solos são rasos, pedregosos, pobres em matéria orgânica, com baixa capacidade de retenção de água e às vezes salinos (AMORIM et al., 2005; PESSOA et al., 2008). O clima é semiárido, caracterizado por apresentar forte insolação, altas médias de temperatura, entre 25° e 30° C, elevadas taxas de evapotranspiração potencial (2.500 mm/ano) e baixos índices pluviométricos, em torno de 400 a 700 mm anuais, com grande variabilidade espacial e temporal (MARENGO et al., 2011; MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2012)

Esse bioma vem sofrendo modificações fitofisionômicas e estruturais que estão relacionadas a processos antrópicos, desde a época da colonização do Brasil (TABARELLI; VICENTE, 2004). A eliminação sistemática da cobertura vegetal e o uso inadequado e insustentável dos recursos naturais têm acarretado sérios problemas ambientais ao semiárido brasileiro, dentre os quais se destacam a redução da biodiversidade, a degradação dos solos e a desertificação (PEREIRA et al., 2001; FRANCA ROCHA, 2008).

Neste sentido, o projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, que abrange 477 quilômetros de extensão em dois eixos (Leste e Norte) é considerado a maior obra de infraestrutura hídrica do país dentro da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2016), que tem por objetivo garantir a segurança hídrica da população do semiárido nordestino. No entanto, não deixam de exercer influência sobre solo, a flora e a fauna da região, com potencial para gerar grandes transformações na região com novo ajuste fundiário e pressão sobre a cobertura vegetal da Caatinga (RODRIGUES, 2010).

Posto isso, a recuperação dessas áreas torna-se fundamental para o a atenuação dos impactos ambientais do PISF, além de serem obrigações do processo de licenciamento ambiental (LI 925/2013). De acordo com Guerra (1995), a revegetação exerce um papel fundamental na melhoria dos atributos físicos e químicos dos solos, além de fornecer, por meio da cobertura vegetal, a proteção necessária para reduzir a perda de sedimentos por erosão. Cheung et al. (2009) atribuem a melhoria dos atributos do solo, bem como seu enriquecimento com matéria orgânica, principalmente, à

presença de espécies herbáceas pioneiras, razão essa, que as tornam fundamentais para regeneração natural de espécies arbustivas e arbóreas.

A seleção de espécies a serem utilizadas na cobertura vegetal de áreas antropizadas deve se balizar na análise dos fatores edáficos, climáticos e ambientais do local, bem como das características das plantas (PEREIRA, 2008). Para Andrade et al. (2002), uma das estratégias para seleção de plantas potencialmente aptas para revegetação de áreas degradadas é a observação de espécies que surgem de modo espontâneo em ambientes inóspitos, como no caso de taludes artificiais. Essas plantas que crescem espontaneamente em ambientes alterados são mais indicadas para recuperação dessas áreas devido à sua maior adaptabilidade às condições desfavoráveis e baixa exigência em água e nutrientes. Ademais, Gris et al. (2012) destacam que espécies nativas são as mais indicadas para cobertura de áreas sem vegetação, pois além de garantirem a preservação do banco genético autóctone, tornam o ambiente mais próximo do originalmente existente e mais equilibrado ecologicamente.

Nesse contexto, o presente estudo objetivou prospectar espécies herbáceas pioneiras da flora nativa do bioma Caatinga com potencial para cobertura vegetal de áreas degradadas.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em taludes de aterros compactados distribuídos ao longo dos canais dos eixos norte e leste, nos estados de PE e CE, na área da obra do PISF. Considerou-se na seleção dos taludes o tempo de existência do mesmo, bem como a representatividade desses quanto à cobertura vegetal, com base na percepção visual. Dessa forma, foram selecionadas quatro áreas com taludes mais antigos e com maior cobertura vegetal. A área I está localizada no eixo leste e as áreas II, III, IV situam-se no eixo norte (FIGURA 1).

A primeira área (I) amostrada localiza-se no município de Custódia (PE), entre as coordenadas 08°14'51,2''S e 37°40'58,7''W e 08°14'07,5''S e 37°38'53,2''W, a 538 m de altitude. A temperatura média anual é de 23,4 °C e máxima e mínima de 30,4 °C e 18,9°C. A precipitação média anual é de 627 mm e a umidade relativa de 68,9%. O índice de aridez é de 0,39 (HIJMANS et al., 2005).

A segunda área (II) encontra-se em Cabrobó (PE), entre as coordenadas 08°26'52,6''S e 39°24'54,0''W e 08°25'30,8''S e 39°26'40,5''W, na altitude de 366 m. A temperatura média anual é de 24,8 °C (máxima 31,4 °C e mínima de 19,8 °C). A

precipitação média anual, umidade relativa e índice de aridez são de 541 mm, 61,2% e 0,31, respectivamente (HIJMANS et al., 2005).

A terceira área (III) situa-se em Salgueiro (PE), entre as coordenadas 08°01'25,3'' S e 39°08'37,9''W e 07°59'31,1''S e 39°07'58,8''W, a 507 m de altitude. As temperaturas anuais médias, máxima e mínima de 23,8 °C, 30,9 °C e 19,1 °C, respectivamente. A precipitação média anual é de 616 mm, umidade relativa é de 62,4% e o índice de aridez de 0,36 (HIJMANS et al., 2005).

A quarta área (IV) está localizada em Mauriti (CE), entre as coordenadas 07°31'48,4'' S e 38°47'12,7''W e 07°31'11,7''S e 38°47'02,8''W, na altitude de 413m. A temperatura média anual de 24,5 °C, máxima 31,3 °C, mínima 19,7 °C. A precipitação média anual, umidade relativa e índice de aridez são de 838 mm, 64,1% e 0,5, respectivamente (HIJMANS et al., 2005).

O clima das quatro áreas é classificado como semiárido quente, do tipo BSh segundo Koppen. O solo das áreas I e II foi classificado como Luvisolo Crômico (TC), solo raso, caráter eutrófico e bastante pedregoso na camada superficial (EMBRAPA, 2006). O solo das áreas III e IV é classificado como Neossolo Litólico (RL), solo raso e geralmente pedregoso e com alta fertilidade natural (EMBRAPA, 2006). Embora seja importante ressaltar que as espécies inventariadas forma amostradas sobre estruturas de obra, basicamente compostas por aterros compactados que apresentam estruturas físicas e químicas distintas dos solos presentes na matriz circundante.

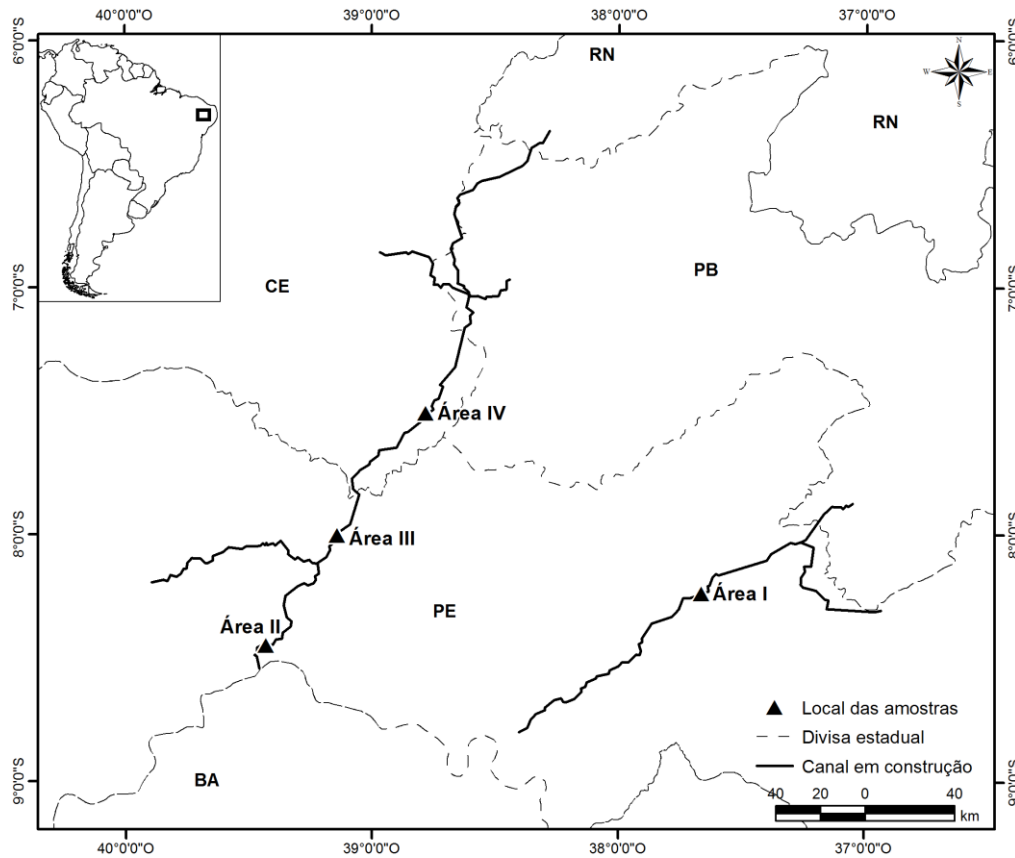


Figura 1. Localização dos eixos do PISF, as áreas com taludes amostradas nos municípios de Custódia (I), Cabrobó (II), Salgueiro (III) e Mauriti (IV) estão indicados com triângulos.

Levantamento florístico

Inicialmente foi realizado um levantamento florístico em todos os taludes das áreas de estudo. O levantamento ocorreu durante os meses de novembro (estação seca) de 2014 e fevereiro e março (estação chuvosa) de 2015, baseado no prévio conhecimento dos táxons, com posterior coleta de material botânico das amostras encontradas em estágio fenológico reprodutivo (FIDALGO & BONONI, 1989). As amostras provenientes do estudo quantitativo de cobertura e densidade também foram incluídas na lista florística.

As exsiccatas do material coletado foram depositadas na coleção botânica do PISF. A identificação taxonômica se deu através de consultas a especialistas e literatura especializada. A classificação das espécies seguiu o sistema APG III (2009) e Souza & Lorenzi (2012).

Levantamento da cobertura e adensamento do estrato herbáceo

Para fins deste estudo foi considerado como estrato herbáceo as ervas e os subarbustos (PEREIRA et al., 2004). Para a coleta de dados referentes à cobertura e adensamento das plantas do estrato herbáceo utilizou-se o método de parcelas.

A amostragem foi realizada num trecho de 5 km contíguos, com presença de taludes em cada uma das quatro áreas (I, II, III e IV), totalizando 20 km em extensão. No início de cada quilômetro foi georreferenciado um ponto, na base do talude, e a partir dele mais cinco pontos distanciados 10 metros uns dos outros, formando uma linha de 50 metros. Em cada ponto da linha foi traçado um transecto perpendicular a essa, até o topo do talude. Em cada transecto foram lançadas parcelas de 1m² (1x1) distanciadas umas das outras em 1 m e dispostas alternadamente à direita e à esquerda do transecto. Dessa forma, o número de parcelas de cada área variou em função da altura dos taludes. O número de parcelas das áreas I, II, III e IV foram 94, 102, 134 e 51, respectivamente, totalizando 381m².

Em cada parcela de 1m² foram amostrados todos os indivíduos das espécies constituintes do estrato herbáceo (ervas + subarbustos) e levantados os seguintes dados: adensamento e porcentagem de cobertura de cada espécie.

O adensamento foi medido através da contagem do número de indivíduos de cada espécie que habitam 01 (um) m². Diferentemente do realizado para estimativas de densidade populacional, o adensamento de uma determinada espécie foi calculado levando em conta apenas as parcelas onde se constatava sua presença. . A maioria das espécies apresentam características reptantes e, além disso, algumas ocorrem agregadas em uma pequena área, dificultando a diferenciação dos indivíduos. Dessa maneira, foi considerada como único indivíduo toda planta que não apresentasse conexão com outra ao nível do solo.

A porcentagem de cobertura foi realizada por meio de estimativa visual, com o auxílio de um quadrado de 1x1m, dividido com fios de nylon em 100 quadrados menores, representando cada um deles, 1% da área. Com o intuito de tornar mais precisa a estimativa visual do percentual de cobertura das espécies e devido às dificuldades de amostrar algumas destas por causa de sua morfologia e/ou forma de crescimento, estabeleceu-se o percentual de cobertura mínimo para os indivíduos herbáceos de 1%.

Atributos para seleção das espécies

A escolha das espécies iniciais para cobertura de solo é um fator primordial para a sucessão no programa de recuperação. Neste estudo foram considerados os seguintes atributos espécie específicos: origem, hábito, ciclo de vida, propagação, síndrome de dispersão, cobertura, adensamento e efeito alelopático.

Para cada atributo foi determinado um peso e para as classes dentro dos atributos foram dadas notas, de acordo com seu grau de importância para a eficácia da cobertura vegetal de áreas degradadas. Atributos/ classes de maior importância receberam maiores notas.

Como o foco deste estudo foram espécies nativas, o atributo origem não recebeu pontuação, pois as exóticas foram previamente eliminadas. A pontuação de cada espécie resultou do somatório dos produtos (nota x peso) dos atributos hábito, propagação, ciclo de vida, síndrome de dispersão, cobertura e adensamento.

Para as dez espécies com maior pontuação, considerando os atributos supracitados, avaliou-se o efeito alelopático, sendo sua nota somada a pontuação obtida anteriormente. Por conseguinte, obteve-se uma lista com dez espécies com potencial para cobertura vegetal do solo em áreas degradadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Esquema de pontuação dos atributos e classes considerados para classificação das espécies da flora da Caatinga

| Atributos | Peso | Classe | Nota |
|-----------------------|------|---------------------------------|------|
| Origem | | Nativa | |
| | | Exótica | |
| Hábito | 1 | Subarbusto | 1 |
| | | Erva/Subarbusto | 2 |
| | | Erva | 3 |
| Propagação | 1 | Semente | 1 |
| | | Semente/enraizamento | 2 |
| Ciclo de vida | 1 | Anual | 1 |
| | | Anual/perene | 2 |
| | | Perene | 3 |
| Síndrome de dispersão | 1 | Zoocórica | 1 |
| | | Anemocórica | 2 |
| | | Autocórica | 3 |
| Cobertura | 2 | < 4% | 1 |
| | | 4 a 8% | 2 |
| | | > 8,1% | 3 |
| Adensamento | 3 | < 2 indivíduos/m ² | 1 |
| | | 2 a 4 indivíduos/m ² | 2 |
| | | > 4,1 indivíduos/m ² | 3 |
| Efeito alelopático | | Total | 0 |
| | | Alto | 1 |
| | | Médio | 2 |
| | | Baixo | 3 |

As espécies amostradas foram classificadas quanto à origem (nativa ou exótica) e quanto ao hábito (erva ou subarbusto) segundo a Flora do Brasil (2016). A classificação quanto ao ciclo de vida (anual ou perene) e propagação (semente ou semente/estolões) se deu conforme Lorenzi (2014) e Silva et al. (2012). Quanto à síndrome de dispersão, a classificação foi feita com base em Van Der Pijl (1982), sendo reunidas em três grupos básicos: zoocóricas (dispersadas por animais), anemocóricas (dispersada pelo vento) e autocóricas (auto-dispersa).

Os valores de cobertura e adensamento foram calculados a partir dos dados obtidos no levantamento de campo, fazendo-se a média da porcentagem de cobertura e do número de indivíduos de cada espécie que habitam um m², respectivamente. Em se tratando do parâmetro cobertura, trabalhou-se com a porcentagem de cobertura/indivíduo, calculando-a através da divisão da porcentagem de cobertura da espécie/m² pelo número de indivíduos da espécie/m². Para os cálculos tanto de cobertura quanto de adensamento de uma espécie foram consideradas apenas as parcelas nas quais a espécie estava presente.

O efeito alelopático foi avaliado em experimento conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Vale do São Francisco. O material vegetal das espécies foi coletado de populações naturais existentes na área do estudo. Extratos aquosos de raiz, caule e folha foram preparados, separadamente, seguindo a proporção de 100 g de material vegetal em pó para 1000 mL de água destilada, sendo este considerado o extrato bruto (GRISI et al., 2013). Para a realização do bioensaio de germinação foi utilizada como espécie alvo a alface (*Lactuca sativa* L.). As sementes foram colocadas para germinar em placas de petri de 9 cm de diâmetro, contendo duas folhas de papel filtro umedecidas com 5 ml de extrato (folha, raiz ou caule) ou água destilada (testemunha). As placas de petri foram colocadas em câmara climatizada do tipo B.O.D, regulada à temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro (SIMÕES et al., 2013). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Avaliou-se a porcentagem de germinação aos sete dias do início do experimento (BRASIL, 2009). Considerou-se baixa, média, alta e totalmente alelopática, as espécies que apresentaram porcentagens de germinação maior que 80%, entre 80 e 60%, menor que 60% e 0%, respectivamente. A nota final de cada espécie foi obtida a partir da média dos extratos da folha, caule e raiz.

Resultados e discussão

O levantamento florístico, incluindo todas as formas de vida, realizado nas quatro áreas de taludes (I, II, III e IV), apontou a ocorrência de 73 espécies, pertencentes 63 gêneros e 26 famílias botânicas. As famílias mais representativas, ou seja, com maior número de espécies foram Fabaceae (13 espécies), Poaceae (9 espécies), Malvaceae (8 espécies), Euphorbiaceae (6 espécies) e Apocynaceae (4 espécies), correspondendo a 54,79% das espécies levantadas neste estudo (TABELA 2).

Tabela 2 - Lista das espécies encontradas nas áreas de estudo I, II, III e IV

| Família | Espécie | Família | Espécie |
|----------------|-------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| Amaranthaceae | <i>Alternanthera pungens</i> | Lamiaceae | <i>Marsipianthes chamaedrys</i> |
| Amaranthaceae | <i>Alternanthera tenella</i> | Lamiaceae | <i>Mesosphaerum suaveolens</i> |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus viridis</i> | Lamiaceae | <i>Rhaphiodon echinus</i> |
| Anacardiaceae | <i>Myracrodruon urundeuva</i> | Loganiaceae | <i>Spigelia anthelmia</i> |
| Apocynaceae | <i>Aspidosperma pyrifolium</i> | Malvaceae | <i>Corchorus olitorius</i> |
| Apocynaceae | <i>Calotropis procera</i> | Malvaceae | <i>Herissantia crispa</i> |
| Apocynaceae | <i>Cryptostegia grandiflora</i> | Malvaceae | <i>Melochia tomentosa</i> |
| Apocynaceae | <i>Matelea nigra</i> | Malvaceae | <i>Sida ciliaries</i> |
| Asteraceae | <i>Tridax procumbens</i> | Malvaceae | <i>Sida cordifolia</i> |
| Boraginaceae | <i>Euploca procumbens</i> | Malvaceae | <i>Sida galheirensis</i> |
| Cactaceae | <i>Pilosocereus gounellei</i> | Malvaceae | <i>Waltheria albicans</i> |
| Capparaceae | <i>Hemiscola aculeata</i> | Malvaceae | <i>Waltheria rotundifolia</i> |
| Capparaceae | <i>Neocalyptrocalyx longifolium</i> | Molluginaceae | <i>Glinus radiatus</i> |
| Capparaceae | <i>Tarenarya spinosa</i> | Molluginaceae | <i>Mollugo verticillata</i> |
| Commelinaceae | <i>Commelina erecta</i> | Nyctaginaceae | <i>Boerhavia difusa</i> |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus cordatus</i> | Oxalidaceae | <i>Oxalis glaucescens</i> |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea asarifolia</i> | Passifloraceae | <i>Passiflora sp.</i> |
| Cyperaceae | <i>Cyperus surinamensis</i> | Poaceae | <i>Cenchrus ciliaries</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Astraea lobata</i> | Poaceae | <i>Cenchrus echinatus</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Cnidioscolus urens</i> | Poaceae | <i>Chloris barbata</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Croton blanchetianus</i> | Poaceae | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia thymifolia</i> | Poaceae | <i>Digitaria ciliaries</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Jatropha molissima</i> | Poaceae | <i>Digitaria sp.</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Jatropha ribifolia</i> | Poaceae | <i>Echinochloa colona</i> |
| Fabaceae | <i>Desmodium sp.</i> | Poaceae | <i>Eragrostis pilosa</i> |
| Fabaceae | <i>Indigofera microcarpa</i> | Poaceae | <i>Melinis repens</i> |
| Fabaceae | <i>Indigofera suffruticosa</i> | Portulacaceae | <i>Portulaca elatior</i> |
| Fabaceae | <i>Mimosa ophthalmocentra</i> | Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> |
| Fabaceae | <i>Mimosa pudica</i> | Rubiaceae | <i>Diodella teres</i> |
| Fabaceae | <i>Parapiptadenia zenhtneri</i> | Rubiaceae | <i>Richardia grandiflora</i> |
| Fabaceae | <i>Prosopis juliflora</i> | Solanaceae | <i>Nicotiana glauca</i> |
| Fabaceae | <i>Rhynchosia sp.</i> | Solanaceae | <i>Solanum capsicoides</i> |
| Fabaceae | <i>Senna occidentalis</i> | Turneraceae | <i>Piriqueta sidifolia</i> |
| Fabaceae | <i>Senna uniflora</i> | Vitaceae | <i>Cissus sp.</i> |
| Fabaceae | <i>Stylosanthes sp.</i> | Zygophyllaceae | <i>Kallstroemia tribuloides</i> |
| Fabaceae | <i>Tephrosia purpúrea</i> | Zygophyllaceae | <i>Tribulos radialis</i> |
| Fabaceae | <i>Zornia sericea</i> | | |

Moro et al. (2014) em estudo compilando literatura florística e fitossociologia sobre a diversidade vegetal do Domínio Fitogeográfico da Caatinga (DFC), constatou que as famílias Fabaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Asteraceae, Convolvulaceae,

Poaceae, Bignoniaceae, Cyperaceae, Rubiaceae e Apocynaceae são as dez famílias com maior riqueza no DFC. Provavelmente espécies pertencentes a essas famílias são mais resistentes às condições estressantes do ambiente e, portanto, mais adaptadas.

Corroborando, Queiroz (2002) afirma que Fabaceae é a família mais bem representada na Caatinga e, segundo Giulietti et al. (2004), com maior número de espécies endêmicas. Segundo Pereira et al. (2001), o predomínio de leguminosas pode estar associado ao fato dessas espécies possuírem diferentes estratégias de sobrevivência em ambientes xéricos, haja vista que essa família apresentou maior riqueza em distintos outros ambientes secos, principalmente, na vegetação de Caatinga.

Do total de 26 famílias identificadas, 12 famílias (46%) apresentam apenas uma espécie. Resultados semelhantes foram encontrados por Porto (2008) e Andrade et al. (2009) que desenvolvendo estudos em áreas de Caatinga observaram respectivamente, que 48% e 42% das famílias identificadas apresentaram uma única espécie.

Além de espécies do estrato herbáceo (ervas e subarbustos), foco desse estudo, foram encontradas fanerógamas arbustivas e rastejantes e, também, espécies lenhosas em forma de plântula, provavelmente advindas de regeneração natural e colonização dos taludes.

No levantamento de adensamento e cobertura das plantas pertencentes ao estrato herbáceo nas áreas de taludes foram encontradas 33 espécies, distribuídas em 32 gêneros e 16 famílias. As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Fabaceae (5), Malvaceae (5) e Poaceae (5) (TABELA 3).

Benevides et al. (2007) em estudo florístico-fitossociológico do estrato herbáceo em dois ambientes da Caatinga, um semi-preservedo e outro antropicamente alterado, em Caraúbas - RN, verificou que as famílias mais representativas da área antropizada foram Fabaceae e Poaceae. Além disso, o ambiente antropicamente alterado apresentou maior número de indivíduos herbáceos quando comparado ao semipreservedo, pois, esse último é um ambiente de Caatinga natural, ocorrendo uma seletiva penetração dos raios solares o que influencia no estabelecimento de indivíduos de espécies de pequeno porte. Silva et al. (2014), buscando conhecer a composição florística do estrato herbáceo de uma área de Caatinga pastejada por caprinos durante o período chuvoso, observou que a família Fabaceae apresentou o maior número de espécies, seguida de Poaceae e Asteraceae. Já Andrade et al. (2009) objetivando conhecer a composição florística e alguns parâmetros fitossociológicos da vegetação herbácea da Caatinga, em São João do Cariri, PB, identificou Fabaceae, Euphorbiaceae e Convolvulaceae como as famílias de maior representatividade em relação ao número de espécies.

Das 33 espécies amostradas, 27 foram consideradas nativas e 6 exóticas, sendo que 66,6% dessas pertencem a família Poaceae. Dessa forma, mesmo a família Poaceae estando entre as mais representativas do estrato herbáceo, suas espécies apresentaram pouca importância, visto que o foco do estudo são espécies nativas. Conforme Carpanezzi (1998), dentre as finalidades da recuperação de áreas está a reabilitação da biodiversidade local, por isso as espécies selecionadas devem ser, preferencialmente, nativas do ambiente em recuperação.

Em se tratando da forma de vida da planta, ou seja, seu hábito, 21 espécies foram classificadas como ervas, 9 como subarbustos e 3 como erva/subarbusto. Segundo Guariguata e Ostertag (2001), no processo de sucessão natural as espécies pioneiras são geralmente plantas herbáceas ruderais, as quais enriquecem o solo e permitem o estabelecimento de espécies tardias. Quanto ao ciclo de vida, 17 espécies são anuais, 13 são perenes e 3 podem ser perenes/anuais em função do ambiente (TABELA 3).

No que diz respeito à propagação, todas as espécies se disseminam por meio de sementes (TABELA 3). Segundo Nogueira et al. (2014) a semente é um dos mais sofisticados avanços evolutivos que as plantas desenvolveram para potencializar o processo de propagação e perpetuação. No entanto, duas dessas espécies (*Commelina erecta* e *Dactyloctenium aegyptium*), além de se propagar por meio de sementes ainda podem se reproduzir por meio de estolões (caules aéreos finos que possuem crescimento horizontal, originando novas plantas).

Além disso, a maioria das espécies (63,6%) possui dispersão do tipo autocórica, ou seja, através de mecanismos da própria planta e 36,4% necessitam de agentes externos para se dispersarem, seja o vento (anemocórica) ou animais (zoocórica) (TABELA 3). A vantagem da autocoria é a não necessidade de agentes dispersantes (VAN DER PIJL, 1982). A dispersão anemocórica é vista como uma especialização, ou seja, adaptação para ambientes pouco favoráveis (SNOW, 1970), além de importante em ambientes abertos (FENNER, 1985). Já a dispersão zoocórica possui como vantagens o distanciamento das sementes dos arredores da planta mãe e a colonização de clareiras de áreas degradadas (DÁRIO; ALMEIDA, 2000). Entretanto, em áreas com níveis severos de degradação como as encontradas comumente nas áreas do PISF, a presença da fauna pode ser diminuída. Assim, preferiu-se espécies que independem de agentes biológicos para sua dispersão.

A cobertura/indivíduo variou entre 0,44% e 9,57% (TABELA 3). As espécies que apresentaram menores porcentagens de cobertura foram *Tridax procumbens*, *Spigelia anthelmia*,

Oxalis glaucescens e *Diodella teres*, enquanto que os maiores percentuais de cobertura foram de *Glinus radiatus* (9,57%) e *Senna uniflora* (8,18%).

Com relação ao adensamento, as espécies que possuem mais indivíduos habitando um mesmo m², portanto maior capacidade de agregação são: *Dactyloctenium aegyptium* (4,44), *Mesosphaerum suaveolens* (4,41), *Tridax procumbens* (4,17) e *Diodella teres* (4,00). Já o menor valor de adensamento (1,00) foi das espécies *Commelina erecta*, *Astrea lobata*, *Euphorbia thymifolia* e *Zornia cericea*

Avaliando o efeito alelopático da folha, do caule e da raiz das dez espécies selecionadas (Tabela 3), verificou-se que apenas a *Senna uniflora* apresentou baixa alelopatia tanto folha como do caule e raiz, com 85%, 85% e 94% de germinação, respectivamente. Em contrapartida, *Glinus radiatus* revelou-se uma espécie totalmente alelopática para folha e caule, com 0% de germinação em ambas os extratos, e com baixa alelopatia para raiz (83% de germinação).

Tabela 3 - Características das espécies do estrato herbáceo levantadas nas áreas de estudo I, II, III e IV

| Família | Espécie | Origem | Hábito | Ciclo | Propagação | Síndrome de dispersão | Cobertura/ indivíduo (%) | Adensamento (indivíduos/m ²) | Efeito Alelopático | | |
|----------------|--------------------------------|---------|-----------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------------------|--|--------------------|-------|-------|
| | | | | | | | | | folha | caule | raiz |
| Amaranthaceae | <i>Alternanthera tenella</i> | nativa | Subarbusto | anual/perene | Semente | Anemocórica | 1,54 | 3,89 | | | |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus viridis</i> | exótica | Erva | Anual | Semente | Anemocórica | 5,00 | 2,00 | | | |
| Asteraceae | <i>Tridax procumbens</i> | nativa | Erva | Anual | Semente | Anemocórica | 0,44 | 4,17 | médio | alto | médio |
| Commelinaceae | <i>Commelina erecta</i> | nativa | Erva | Perene | semente/estolões | Zoocórica | 3,50 | 1,00 | | | |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus cordatus</i> | nativa | Erva | Anual | Semente | Autocórica | 4,92 | 1,83 | | | |
| Euphorbiaceae | <i>Astraea lobata</i> | nativa | Erva | Anual | Semente | Autocórica | 1,00 | 1,00 | | | |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia thymifolia</i> | nativa | Erva | Anual | Semente | Autocórica | 1,00 | 1,00 | | | |
| Fabaceae | <i>Indigofera microcarpa</i> | nativa | erva/subarbusto | Perene | Semente | Autocórica | 1,25 | 1,33 | | | |
| Fabaceae | <i>Mimosa pudica</i> | nativa | Subarbusto | Perene | Semente | Autocórica | 4,35 | 1,35 | | | |
| Fabaceae | <i>Senna uniflora</i> | nativa | Erva | Anual | Semente | Autocórica | 8,18 | 2,20 | baixo | baixo | baixo |
| Fabaceae | <i>Tephrosia purpurea</i> | nativa | Subarbusto | Perene | Semente | Autocórica | 5,17 | 2,19 | alto | médio | médio |
| Fabaceae | <i>Zornia sericea</i> | nativa | Subarbusto | Perene | Semente | Autocórica | 2,00 | 1,00 | | | |
| Lamiaceae | <i>Rhaphiodon echinus</i> | nativa | Erva | Perene | Semente | Autocórica | 1,32 | 3,79 | médio | médio | baixo |
| Lamiaceae | <i>Mesosphaerum suaveolens</i> | nativa | Subarbusto | Anual | Semente | Autocórica | 1,92 | 4,41 | alto | médio | baixo |
| Loganiaceae | <i>Spigelia anthelmia</i> | nativa | Erva | Anual | Semente | Zoocórica | 0,63 | 4,00 | | | |
| Malvaceae | <i>Herissantia crispa</i> | nativa | erva/subarbusto | perene | Semente | Autocórica | 5,89 | 1,38 | alto | alto | baixo |
| Malvaceae | <i>Melochia tomentosa</i> | nativa | Subarbusto | perene | Semente | Autocórica | 3,07 | 1,97 | | | |
| Malvaceae | <i>Sida cordifolia</i> | nativa | Subarbusto | perene | Semente | Autocórica | 6,10 | 1,75 | | | |
| Malvaceae | <i>Sida galheirensis</i> | nativa | Subarbusto | perene | Semente | Autocórica | 4,02 | 2,10 | alto | médio | baixo |

Continua...

| Família | Espécie | Origem | Hábito | Ciclo | Propagação | Síndrome de dispersão | Cobertura/ indivíduo (%) | Adensamento (indivíduos/m ²) | Efeito Alelopático | | |
|----------------|---------------------------------|---------|-----------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|---|--------------------|-------|-------|
| | | | | | | | | | folha | caule | raiz |
| Malvaceae | <i>Waltheria rotundifolia</i> | nativa | Subarbusto | perene | Semente | Autocórica | 3,09 | 3,40 | baixo | médio | baixo |
| Molluginaceae | <i>Glinus radiatus</i> | nativa | Erva | anual | Semente | Autocórica | 9,57 | 1,56 | total | total | Baixo |
| Molluginaceae | <i>Mollugo verticillata</i> | nativa | Erva | anual | Semente | Autocórica | 1,80 | 1,97 | | | |
| Nyctaginaceae | <i>Boerhavia difusa</i> | exótica | Erva | perene | Semente | Zoocórica | 1,38 | 2,54 | | | |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis glaucescens</i> | nativa | Erva | perene | Semente | Autocórica | 0,67 | 1,50 | | | |
| Poaceae | <i>Cenchrus ciliaris</i> | exótica | Erva | anual | Semente | Zoocórica | 2,40 | 1,67 | | | |
| Poaceae | <i>Chloris barbata</i> | nativa | Erva | anual/perene | Semente | Zoocórica | 1,51 | 3,15 | | | |
| Poaceae | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | exótica | Erva | anual/perene | semente/estolões | Zoocórica | 1,13 | 4,44 | | | |
| Poaceae | <i>Echinochloa colona</i> | exótica | Erva | anual | Semente | Zoocórica | 1,80 | 1,25 | | | |
| Poaceae | <i>Melinis repens</i> | exótica | Erva | anual | Semente | Anemocórica | 6,71 | 2,86 | | | |
| Portulacaceae | <i>Portulaca oleracea</i> | nativa | Erva | anual | Semente | Autocórica | 2,28 | 1,79 | | | |
| Rubiaceae | <i>Diodella teres</i> | nativa | Erva | anual | Semente | Autocórica | 0,77 | 4,00 | baixo | médio | Baixo |
| Rubiaceae | <i>Richardia grandiflora</i> | nativa | erva/subarbusto | anual | Semente | Autocórica | 1,33 | 1,50 | | | |
| Zygophyllaceae | <i>Tribulos radialis</i> | nativa | Erva | anual | Semente | Zoocórica | 6,00 | 1,44 | | | |

As dez espécies selecionadas para a cobertura vegetal de áreas degradadas, de acordo com a avaliação dos atributos origem, hábito, ciclo de vida, propagação, síndrome de dispersão, cobertura, adensamento e efeito alelopático foram: *Senna uniflora*, *Raphiodon echinus*, *Sida galheirensis*, *Tridax procumbens*, *Tephrosia purpurea*, *Mesosphaerum suaveolens*, *Diodella teres*, *Waltheria rotundifolia*, *Glinus radiatus* e *Herissantia crispa* (TABELA 4).

Tabela 4 - Ranking das dez espécies com maior pontuação no somatório dos atributos hábito, ciclo, propagação, síndrome de dispersão, cobertura, adensamento e efeito alelopático

| Família | Espécie | Origem | Somatório |
|---------------|--------------------------------|--------|-----------|
| Fabaceae | <i>Senna uniflora</i> | nativa | 23,00 |
| Lamiaceae | <i>Raphiodon echinus</i> | nativa | 20,33 |
| Malvaceae | <i>Sida galheirensis</i> | nativa | 20,00 |
| Asteraceae | <i>Tridax procumbens</i> | nativa | 19,67 |
| Fabaceae | <i>Tephrosia purpurea</i> | nativa | 19,67 |
| Lamiaceae | <i>Mesosphaerum suaveolens</i> | nativa | 19,00 |
| Rubiaceae | <i>Diodella teres</i> | nativa | 18,67 |
| Malvaceae | <i>Waltheria rotundifolia</i> | nativa | 18,67 |
| Molluginaceae | <i>Glinus radiatus</i> | nativa | 18,00 |
| Malvaceae | <i>Herissantia crispa</i> | nativa | 17,67 |

Todas as espécies são nativas, herbáceas, propagam-se através de sementes e possui algum mecanismo de autodispersão (exceto *T. procumbens* que se dispersa pelo vento). As variações entre as espécies foram em função do ciclo: *S. uniflora*, *T. procumbens*, *M. suaveolens*, *D. teres* e *G. radiatus*, anuais, e *R. echinus*, *S. galheirensis*, *T. purpurea*, *W. rotundifolia* e *H. crispa*, perenes; da cobertura: *S. uniflora* e *G. radiatus* maiores que 8%, *S. galheirensis*, *T. purpurea* e *Herissantia crispa* com cobertura entre 4% e 8% e as demais com cobertura inferior a 4%; adensamento: *T. procumbens* e *M. suaveolens* com mais de 4 indivíduos no m², *G. radiatus* e *H. crispa* com menos de 2 indivíduos no m² e as demais, entre 2 a 4 indivíduos no m²; e efeito alelopático: apenas *S. uniflora* apresentou baixa alelopatia tanto para folha, quanto para caule e raiz; as demais espécies apresentaram variações em função da parte da planta utilizada, destacando-se *G. radiatus* que se mostrou totalmente alelopática nas folhas e caules. Bechara et al. 2007 destacam que plantas estrategistas e herbáceo-arbustivas são mais agressivas e colonizadoras, tornando-se aptas para a base do processo de sucessão secundária.

Todas as espécies são consideradas plantas espontâneas e pioneiras e apresentam como mecanismos de sobrevivência grande produção, eficiente dispersão e longevidade das sementes (LORENZI, 2014). Segundo Rodrigues et al. 2009 o uso de espécies

pioneiras de rápido crescimento é fundamental em programas de recuperação, uma vez que, facilita o início da dinâmica sucessional, principalmente devido ao sombreamento e incorporação de nutrientes no solo. Isso porque, as espécies pioneiras recobrem precocemente o solo, incorporando matéria orgânica e inibindo o desenvolvimento de espécies exóticas invasoras (REIS et al. 2010).

Além disso, como se tratam de eudicotiledôneas, possuem raízes axiais ou pivotantes, que são mais profundas, assim como ramificações laterais que podem ser mais ou menos desenvolvidas dependendo da espécie (JUD et al., 2007). Esse tipo de sistema radicular é capaz de extrair nutrientes que se encontram em camadas mais profundas do solo, os quais serão disponibilizados após decomposição e incorporação da planta no solo (FAVERO et al., 2000).

Algumas dessas espécies apresentam características particulares interessantes do ponto de vista da recuperação de ambientes degradados, a exemplo das leguminosas. As espécies *S. uniflora* e *T. purpurea* possuem como principal característica a capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico, através de relação simbiótica com bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio (COSTA et al., 2002). Ainda segundo os autores, apresentam crescimento rápido, capacidade de rebrota, o que as tornam aptas para recuperação de áreas degradadas. Diante disso, Pereira e Rodrigues (2012) destacam que as plantas leguminosas desempenham importante papel na dinâmica dos ecossistemas, apresentando enorme potencial para a revegetação e, por isso, estão sendo sistematicamente utilizadas em projetos ambientais.

Favero et al. (2000) e Ferreira et al. (2013), admitem que *S. uniflora* pode promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde, além de possuir potencial forrageiro

T. procumbens é citada por Mundana e Shivhare (2010) como uma espécie capaz de adsorver cromo, elemento altamente tóxico, liberados no ambiente pelas indústrias. Corroborando, Nazareno (2010) ao estudar a tolerância de algumas espécies à presença de metais como cádmio, cromo, chumbo e mercúrio, verificou que *T. procumbens* tem a capacidade de absorver do solo e acumular esses metais pesados.

Desta forma, a realização de cobertura vegetal herbácea em solo exposto, com espécies potencialmente aptas, tende a acelerar o processo de regeneração natural e estabelecimento de espécies secundárias e tardias. Isso porque, apesar da ocorrência de processos de sucessão natural em ambientes degradados, onde espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas são gradualmente adicionadas na comunidade, no espaço e no

tempo (GUARIGUATA e OSTERTAG, 2001), a eficiência desse processo depende de diversos fatores, como a disponibilidade de propágulos no solo (CUBINÃ; AIDE, 2001), a capacidade de cobertura das espécies pioneiras e o nível de impacto no solo (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001).

Nessa perspectiva, três espécies potencialmente aptas para cobertura vegetal de áreas degradadas, *S. uniflora*, *R. echinus* e *T. procumbens*, prospectadas neste estudo, estão sendo testadas em metodologias de cobertura vegetal de solo nos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas do PISF, escopo fundamental do Plano Básico Ambiental (PBA) 09, que por sua vez é uma condicionante exigida pelo IBAMA ao Ministério da Integração para liberação da licença de operação do empreendimento.

Embora estudos de seleção de espécies para revegetação, principalmente na Caatinga, sejam bastante escassos, ressaltamos a importância do conhecimento de espécies para utilização em metodologias de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs).

Conclusão

As espécies *Senna uniflora*, *Raphiodon echinus*, *Sida galheirensis*, *Tridax procumbens*, *Tephrosia purpurea*, *Mesosphaerum suaveolens*, *Diodella teres*, *Waltheria rodundifolia*, *Glinus radiatus* e *Herissantia crispa* apresentam potencial para uso como cobertura vegetal em áreas degradadas, com potencial para uma eficiente cobertura de solos expostos. Assim, pelos atributos avaliados no presente estudo, o plantio dessa espécies pode também iniciar os processos de regeneração natural da área impactada, seja pela dispersão facilitada, pela fixação de nitrogênio e pela proteção dos solos.

Referências bibliográficas

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; LIMA ARAÚJO, E de. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n.3, p.615-623, 2005.

ANDRADE, M. V. M.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; BRUNO, R. L. A.; GUEDES, D. S. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de caatinga no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.229-237, 2009.

ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; DORNELAS, G.V. 2002. Análise da vegetação arbóreo-arbustiva espontânea, ocorrente em taludes íngremes no município de Areia - estado da Paraíba. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.2, p. 165-172, 2002.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.161, p. 122-127, 2009.

BECHARA, F. C.; FERNANDES, G. D.; SILVEIRA, R. L. Quebra de dormência de sementes de *Chamaecrista flexuosa* (L.) Greene Leguminosae visando a restauração ecológica do Cerrado. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 58-63, 2007.

BENEVIDES, D. S.; MARACAÇA, P. B.; SIZENANDO FILHO, F. A.; GUERRA, A. M. M. N.; PEREIRA, T. F. C. Estudo da Flora Herbácea da Caatinga no Município de Caraubas-RN. **Revista Verde da Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.2, n1, p.33-44, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Projeto de Integração do Rio São Francisco. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/projeto-sao-francisco>>. Acesso em: abril de 2010.

CARPANEZZI, A. A. **Espécies para recuperação ambiental**. In: GALVÃO, A. P. M. Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais. Colombo: Embrapa Florestas, 1988, p.43-53.

CHEUNG, K. C.; MARQUEZ, M. C. M.; LIEBSCH, D. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. **Acta botanica brasílica**, v. 23, n.4, p. 1048-1056, 2009.

COSTA, J. A. S.; NUNES, T. S.; FERREIRA, P. L.; STRADMANNE, M. T. S.; QUEIROZ, L. P. **Leguminosas forrageira da caatinga: espécies importantes para comunidades rurais no sertão da Bahia**, Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, SASOP, 2002, 112p.

CUBIÑA, A.; AIDE, M. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica**. V. 33, p. 260-2001.

DÁRIO, F. R.; ALMEIDA, A. F. Influência de corredor florestal sobre a avifauna da Mata Atlântica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 58, p. 99-109, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n. 1, p.171-177, 2000.

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman and Hall, 1985.

FERREIRA, L. L.; ALMEIDA, D. G.; RIBEIRO, T. S.; MONTENEGRO, I.N.A.; PORTO, V. N. C. Capacidade de absorção de fósforo e de potássio por espécies espontâneas em unidades de produção de base ecológica no Brejo Paraibano. **Scientia Plena**, v. 9, n. 5, 2013.

FIDALGO, O. & BONONI, V.L.R. **Técnicas de coleta, preservação, e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989, 62p.

Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 15 Out. 2016.

FRANCA-ROCHA, W. Cobertura vegetal e do uso do solo no bioma das Caatingas. In: Queiroz, L.P.; RAPINI, A.; GIULIETTI A.M. (Eds). **Rumo ao amplo conhecimento da biodiversidade do semi-árido brasileiro**, 2008, p.141.

GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARR-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. Pp. 47-90. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2004, p. 47-90.

GRIS, D.; TEMPONI, L. G.; MARCON, T. R. Native species indicated for degraded area recovery in Western Paraná, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p. 113-125, 2012.

GRISI, P. U.; GUALTIERI, S. C. J.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Influência alelopática do extrato aquoso de raiz de *Sapindus saponaria* L. sobre capim-arroz e corda-de-viola. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 760-766, 2013.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management** v.148, p. 185-206, 2001.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. (eds.). **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**, 2ª edição, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995, p.149-209.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965-1978, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <www.ibge.gov.br> . Acesso em: 12 Abr. 2016.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Plant Systematics: a phylogenetic approach**. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA, 2007, 565 p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 7ªed. Nova Odessa, SP: Instituto Platarum, 2014, 384p.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: SILVA et al. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas Campina Grande, PB: INSA, 2011,470p.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. **Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**. In: MONTENEGRO, A. A. A et al. Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. 1.ed. Campina Grande: INSA, Cruz das Almas: UFRB, 2012. 258 p.

MORO, M.F.; NIC LUGHADHA, E.; FILER, D.L.; ARAÚJO, F.S. & MARTINS F.R. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa** v.160, p. 1-118, 2014.

MUNDANA, S.; SHIVHARE, R. Pharmacology of *Tridax procumbens* a Weed: Review. **International Journal of PharmTech Research**. vl.2, n.2, p. 1391-1394, 2010.

NAZARENO, P. G. B. **Response of vegetation to heavy metals and the perception of the community on its use in metal contamination mitigation in cebu city landfill, philippines**. 2010. 142 p. Thesis (Ph.D. in Environmental Science). University of the Philippines Los Baños, College, Laguna, Philippines.

NOGUEIRA, L. C.; WETZEL, M. M. V. S.; ANDRIGUETO, J. R. Manual de produção de sementes florestais nativas. 2ª ed. Brasília: PR Comunicação Integrada, 2014, 59p.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2ª ed. Belo Horizonte: FAPI, 2008. 239 p.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA, J. R.M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 15, n.3, p. 413-426, 2001.

PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 13, n. 41, p. 102–110, 2012.

PEREIRA, M. C. A. et al. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 677-687, 2004.

PESSOA, M, F.; MOURA GUERRA, A. M. N de.; MARACAJÁ, P. B.; LIRA, J. F. B de.; DINIZ FILHO, E. T. D. Estudo da cobertura vegetal em ambientes da caatinga com diferentes formas de manejo no assentamento Moacir Lucena, Apodi – RN. **Caatinga**, v.21, n.3, p.40-48, 2008.

PORTO, P. A. F.; ALMEIDA, A.; PESSOA, W. J.; TROVÃO, D.; FELIZ, L. P. Composição florística de um inselbergue no agreste paraibano, município de Esperança, nordeste do Brasil. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.214-222, 2008.

QUEIROZ, L.P. Distribuição das espécies de Leguminosae na caatinga In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. **Vegetação e flora das caatingas** (ed.). APNE / CNIP: Recife, PE, 2002, p. 141-153.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agrícola**, v. 67, p. 244-250, 2010.

RODAL, M.J.N.; MARTINS, F.R.; SAMPAIO, E.V.D.S.B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.192-205, 2008.

RODRIGUES, R. G. Paisagens do sertão setentrional. In: SIQUEIRA FILHO, J. S. Flora das caatingas do rio São Francisco: história natural e conservação, 1.ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, 2012, 552 p.

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1242-1251, 2009.

SILVA, C. M.; SILVA, C. D da.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T de.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L. **Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga**. 1ª ed. Fortaleza, CE: Editora Fundação, 2012.

SILVA, E. B.; CARNEIRO, M. S. S.; SILVA, G. J. M. G.; FURTADO, R. N.; CAMPANHA, M. M.; MEDEIROS, H. R.; LUNA, A. A.; COUTINHO, M. J. F.; Levantamento Florístico do Estrato Herbáceo em Área de Caatinga Pastejada por Caprinos Durante o Período Chuvoso. **Revista Científica de Produção Animal**, v.17, n.1, p.41-49, 2015.

SIMÕES, M. S.; MADAIL, R. H.; BARBOSA, S.; NOGUEIRA, M. L. Padronização de bioensaios para detecção de compostos alelopáticos e toxicantes ambientais utilizando alface. **Revista Biotemas**, v.26, n.3, p. 29-36, 2013.

SNOW, D. W. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. **Ibis**, n. 113, p. 194-202, 1970.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas e nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. 3ª ed, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2012, 768p.

TABARELLI, M.; VICENTE, A. Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. In: SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio ambiente, 2004. p.101-111.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3ª ed. Springer-Verlag, Berlin, 1982, 215p.

5. ECOFISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Senna uniflora* (MILL.) H.S.IRWIN & BARNEBY

Resumo

Estudos sobre a germinação, dormência e as relações hídricas em condições de estresse são importantes para ecofisiologia das sementes, permitindo compreender os mecanismos de adaptação e os limites de tolerância das espécies às condições naturais. O objetivo deste estudo foi caracterizar, bem como avaliar a influência de diferentes temperaturas, métodos de superação de dormência e o efeito do estresse hídrico e salino na germinação de *S. uniflora*. As sementes foram caracterizadas quanto ao peso de mil, umidade e curva de embebição. Foram realizados testes de germinação em sementes de *S. uniflora* para avaliar o efeito dos regimes de temperatura (20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C e 30/20°C) e métodos de superação de dormência (sem escarificação (controle); escarificação mecânica (lixa nº 80); escarificação química (ácido sulfúrico PA) por 5 min, 15 min e 30 min e imersão em água a 80° C por 10 min), e o efeito do estresse hídrico (PEG) e salino (NaCl) nos potenciais osmóticos de 0,0; -0,2, -0,4, e -0,8 MPa . As variáveis avaliadas foram porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG). Os métodos de escarificação mecânica e química a 5, 15 e 30 min, foram eficientes para superar a dormência física, sobretudo nos regimes de temperatura constante de 25° C e 30° C e alternada 30/20° C. Sob condições de estresse hídrico (PEG) e salino (NaCl), a germinação das sementes foi reduzida com o aumento do potencial osmótico, sendo -0,8 MPa o limite mínimo de germinação. Sementes de *S. uniflora* são mais sensíveis ao estresse hídrico do que ao estresse salino.

Palavras chave: Dormência de sementes. Superação de dormência. Temperatura, Estresse hídrico e salino.

Abstract

Studies on germination, dormancy and water relations in conditions of stress are important to ecophysiology of seeds, allowing understand the mechanisms of adaptation and tolerance limits of the species to natural conditions. The aim of this study was to characterize and evaluate the influence of different temperatures, numbness overcoming methods and the effect of water and salt stress on germination of seeds of *S. uniflora*. The seeds were characterized when the weight of a thousand, humidity and imbibition curve. The germination tests were carried out in *S. uniflora* seeds to evaluate the effect of temperature regimes (20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C and 30 / 20°C) and methods of scarification (without scarification (control), mechanical scarification (sandpaper No. 80); chemical scarification (sulfuric acid PA) for 5 min, 15 min and 30 min and immersed in water at 80 ° C for 10 min), and the effect of water stress (PEG) and salt (NaCl) at osmotic potentials of 0.0; -0.2, -0.4, And -0.8 MPa. the variables germination percentage were evaluated (G), germination speed index (GSI) and mean germination time (GMT). Methods of mechanical scarification and chemical 5, 15 and 30 min were efficient to overcome physical numbness, especially in the constant temperature regimes of 25° C and 30° C and AC 30 / 20th C. Under water stress conditions (PEG) and salt (NaCl), seed germination was reduced with increased osmotic potential, and -0.8 MPa minimum threshold germination. *S. uniflora* seeds are more sensitive to water stress than to salt stress.

Key words: Seed dormancy. Dormancy breaking. Temperature. Water and salt stress.

Introdução

A Caatinga é o bioma predominante no semiárido do nordeste brasileiro, caracterizado pelo déficit hídrico e o excesso de sais no solo, e apresenta uma grande diversidade de espécies vegetais (MONTENEGRO; MONTENEGRO 2012). *Senna uniflora* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby., popularmente conhecida como mata-pasto, é uma espécie pertencente à família Fabaceae e considerada uma planta nativa da Caatinga (LORENZI, 2008; ALVES et al., 2009). Trata-se de uma erva anual, espontânea, pioneira, altura variável de 0,35 a 2 m em função do ambiente e propaga-se por sementes (COSTA et al., 2002; LORENZI, 2008; ALVES et al., 2009).

Plantas desta espécie são frequentemente encontradas em áreas degradadas da região da Caatinga (LORENZI, 2008; ALVES et al., 2009) e tem apresentado potencial para utilização na recuperação dessas áreas (FAVERO et al., 2000). Possuem também características forrageira (FAVERO et al., 2000; COSTA et al., 2002), além de ser um eficiente adubo verde (SILVEIRA et al. 2009). Favero et al. (2000), admitem que a *S. uniflora* pode promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas para adubação verde.

A ecofisiologia da germinação de sementes é fundamental para compreender o estabelecimento de espécies ruderais, sua sucessão e regeneração natural (VAZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1994). Ademais, é um instrumento eficaz para explorar espécies nativas, especialmente na Caatinga, onde os estudos sobre a germinação ainda são escassos (SILVA et al., 2014).

O processo de germinação consiste na retomada do desenvolvimento embrionário da semente, decorrente de uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas que se inicia com a absorção de água pela semente seca e termina com o alongamento do eixo embrionário (LABOURIAU, 1983; BEWLEY; BLACK, 1994, BEWLEY, 1997). Entretanto, mesmo sob condições ambientais favoráveis, sementes viáveis e intactas podem apresentar incapacidade de germinarem, fenômeno esse denominado dormência (BEWLEY, 1997). Essa condição de inatividade fisiológica favorece a sobrevivência e perpetuação das espécies, além de proporcionar a distribuição da germinação no tempo e no espaço (POPINIGIS, 1985; FENNER, 1991).

Segundo Bewley e Black (1994) há três tipos de dormência em sementes: física ou tegumentar, fisiológica e morfológica ou por imaturidade do embrião. O tipo mais recorrente entre as espécies vegetais é a dormência física, ocorrendo em 15 famílias de

Angiospermas (BASKIN et al., 2000), sendo mais frequente em Fabaceae (BEWLEY; BLACK, 1994; BASKIN; BASKIN, 2005; VENIER et al., 2012).

A dormência física é ocasionada pela impermeabilidade da camada paliçádica do tegumento das sementes, que impede a embebição e, por conseguinte, o início da germinação (BASKIN; BASKIN, 1998; BASKIN et al., 2000). Dessa forma, espécies que apresentam essa característica necessitam de tratamentos pré germinativos para tornar o tegumento permeável à água e, assim, facilitar sua absorção para que ocorra a germinação (BASKIN; BASKIN, 1998).

Diversos métodos são utilizados para superação da dormência física, no entanto alguns deles podem causar danos à semente, resultando em plântulas anormais. Dentre os métodos usualmente empregados estão a imersão em água quente (BASKIN; BASKIN, 1998; JAYASURIYA et al., 2008; JAYASURIYA et al., 2009), escarificação mecânica (BASKIN; BASKIN, 1998; JAYASURIYA et al., 2008; GUMA et al., 2010), escarificação química (BASKIN; BASKIN, 1998; VARI et al., 2007; GUMA et al., 2010) e alternância de temperatura (VAN ASSCHE, 2003; VAN- KLINKEN, 2005).

Além da influencia dos fatores intrínsecos às sementes sobre a germinação, essa também pode ser afetada por fatores ambientais, tais como, temperatura, disponibilidade de água e salinidade (FENNER 1991; BEWLEY; BLACK, 1994).

A disponibilidade hídrica destaca-se como um dos principais fatores limitantes da germinação (BEWLEY; BLACK 1994). Isso porque a água além de reativar o metabolismo da semente, está envolvida direta e indiretamente em todas as demais etapas da germinação (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Bansal et al. (1980), potenciais hídricos muito negativos, principalmente, no início da embebição pode inviabilizar o processo germinativo. Por isso, o estresse hídrico geralmente atua diminuindo a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico externo, abaixo do qual a germinação não ocorre (ADEGBUYI et al., 1981; HARDEGREE; EMMERICH, 1990). Essa diminuição é atribuída à redução das atividades enzimáticas (POPINIGIS, 1985).

Outro fator limitante é a salinidade, que afeta a germinação dificultando a cinética de absorção de água (efeito osmótico) e facilitando a entrada de íons no protoplasma (efeito tóxico) (TOBE et al., 2000). Essas alterações provocam distúrbios fisiológicos às sementes e decréscimo no potencial de germinação (TORRES et al., 2000). Entretanto, os efeitos do estresse salino variam em função da espécie, tipos de sais, intensidade e duração do mesmo (TESTER; DAVÉNPORT, 2003). Um dos métodos mais difundidos para avaliar o efeito do estresse na germinação é simulação

dessa condição, utilizando soluções com diferentes potenciais osmóticos (TAYLOR et al. 1982; LARCHER, 2000).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi caracterizar, bem como avaliar a influência de diferentes temperaturas, métodos de superação de dormência e o efeito do estresse hídrico e salino na germinação de *S. uniflora*.

Material e métodos

Coleta de sementes

Frutos de *S. uniflora* foram coletados em populações naturais da vegetação da Caatinga em São José de Piranhas, em julho de 2015, no estado da Paraíba, Brasil (07° 05' 25,98'' S e 38° 38' 41,14'' W e 350 m de altitude). O clima predominante na região é semiárido, quente e seco, do tipo BSh, segundo a classificação de Köppen, com temperaturas média anual, mínima e máxima de 24,85° C, 20,11° C e 31,49° C, respectivamente e, precipitação média anual de 923 mm. Após a coleta, os frutos foram beneficiados e as sementes armazenadas em câmara fria à temperatura de 10° C até o início do experimento. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Peso e umidade das sementes

O peso de mil sementes foi determinado segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), utilizando-se oito repetições de 100 sementes puras das populações coletadas, com resultado expresso em gramas.

O teor de umidade das sementes foi determinado pelo método de estufa, em estufa de circulação forçada a 105° C \pm 3° C por 24 horas, conforme a RAS (BRASIL, 2009). Para tal, utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes em cadinhos de alumínio com tampa. A pesagem foi realizada em balança analítica de precisão (0,0001 g). A umidade foi calculada segundo a RAS (Brasil, 2009), com resultado expresso em porcentagem.

Embebição das sementes

O experimento de embebição foi conduzido a fim de testar a impermeabilidade do tegumento da semente à água. Foram utilizados seis tratamentos, sem escarificação (controle); escarificação mecânica (lixa nº 80); escarificação química (ácido sulfúrico PA) por 5 min, 15 min e 30 min e imersão em água a 80° C por 10 min, com quatro repetições de 50 sementes. Todos os tratamentos foram colocados em placas de petri, sobre papel filtro umedecido com água destilada, à temperatura ambiente (BASKIN et al., 1998; ABUDUREHEMAN et al., 2014). A embebição das sementes foi medida

após 0, 1, 2, 4, 8, 12 e 24 horas. Em cada medida de embebição as sementes foram secas com papel absorvente, pesadas em balança analítica de precisão (0,0001g) e recolocadas nas placas de petri com papel filtro umedecido (BASKIN et al., 1998; FUNES & VENNIER, 2006). A quantidade de água absorvida foi determinada a partir do aumento real no peso da semente (BASKIN et al., 1998) e convertido em porcentagem (HIDAYATI et al., 2000)

Efeito da temperatura e do método de superação de dormência na germinação

Sementes intactas de *S. uniflora* foram utilizadas para determinar o efeito de diferentes temperaturas e métodos de superação de dormência na germinação. Todas as sementes foram inicialmente esterilizadas com hipoclorito de sódio 2%, durante 3 minutos.

No teste de germinação as sementes foram submetidas a seis regimes de temperatura, cinco constantes e uma alternada: 20° C; 25° C; 30° C; 35° C; 40° C; e 30/20° C e seis métodos de superação de dormência: sem superação de dormência (controle); escarificação mecânica; escarificação química (ácido sulfúrico PA) por 5min; 15; e 30 min; e imersão em água a temperatura inicial de 80° C por 10 min. As sementes foram então colocadas em placas de petri, sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel (BRASIL, 2009), e incubadas em câmara de germinação tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D), com fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro e umidade relativa de 60%. Água destilada foi adicionada para manter o substrato úmido, conforme necessário (BASKIN et al., 1998; TURNER e DIXON, 2009). A germinação foi avaliada diariamente durante 30 dias. A protrusão da radícula foi o critério para a germinação (BASKIN et al., 2015; RODRIGUES JUNIOR et al., 2014; CATARA et al., 2016).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 6 x 6 (seis temperaturas e seis métodos de superação de dormência), com quatro repetições de 100 sementes em cada tratamento. Foram determinadas as variáveis porcentagem de germinação (G), com resultados expressos em porcentagem; índice de velocidade de germinação (IVG) (MARGUIRE, 1962) e tempo médio de germinação (TMG) (LABOURIAU, 1983), com resultados expressos em dias.

Efeito do estresse hídrico e salino na germinação

Sementes intactas de *S. uniflora* foram utilizadas para determinar o efeito do estresse hídrico e salino na germinação. Todas as sementes foram inicialmente escarificadas com ácido sulfúrico (PA) durante 5 min para superar a dormência tegumentar, baseado nos resultados do experimento anterior

Os estresses hídrico e salino foram simulados com os agentes osmóticos polietilenoglicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl), respectivamente, nos potenciais osmóticos 0,0 (controle), -0,2, -0,4, e -0,8 MPa. O controle corresponde ao tratamento com água destilada.

A determinação das quantidades de PEG 6000 utilizadas no preparo das soluções, indutoras de estresse hídrico, nos diferentes potenciais osmóticos seguiu metodologia proposta por Vilella et al. (1991). Segundo Tambelini e Perez (1998), soluções de PEG 6000 são consideradas atóxicas para as sementes, e qualquer inibição da germinação deve-se ao efeito osmótico. Já as quantidades de NaCl (PM 58,44) utilizadas no preparo das soluções para indução de estresse salino foram obtidas a partir da fórmula de Van't Hoff, citada por Salisbury & Ross (1992), Braga et al., (1999) e Souza e Cardoso (2000).

As sementes foram colocadas em placas de petri, sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com as soluções de PEG 600, NaCl ou água destilada, nos diferentes níveis de potencial osmótico estabelecidos, numa proporção equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco (BRASIL, 2009). As placas de petri foram seladas com filme de PVC para evitar a perda de umidade (KEBREA & MURDOCH, 2000). Posteriormente, as sementes foram colocadas para germinar em uma câmara de germinação do tipo B.O.D., a temperatura constante de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12h/12h (luz/escuro) e umidade relativa de 60%. A germinação foi avaliada diariamente durante 30 dias. A protrusão da radícula foi o critério para a germinação (BASKIN et al., 2015; RODRIGUES JUNIOR et al., 2014; CATARA et al., 2016).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em arranjo fatorial 2 x 4 (dois agentes osmóticos e quatro potenciais osmóticos), e quatro repetições de 100 sementes em cada tratamento. Foram determinadas as variáveis porcentagem de germinação, com resultados expressos em porcentagem; índice de velocidade de germinação (MARGUIRE, 1962) e tempo médio de germinação (LABOURIAU, 1983), com resultados expressos em dias.

Análise estatística

Os dados de germinação foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste F. Os valores de porcentagem de germinação foram transformados em arco seno e todos os dados foram verificados quanto à normalidade antes da análise. Dados de germinação sob efeito de diferentes métodos de superação de dormência e diferentes temperaturas foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Aos dados de germinação sob efeito dos estresses hídrico e salino, aplicou-se o teste de Tukey ($p \leq$

0,05) para comparação de médias entre os dois agentes osmóticos e análise de regressão para os níveis de potenciais osmóticos, com ajuste do modelo baseado no coeficiente de determinação (R^2) ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados

Peso e umidade das sementes

As sementes de *S. uniflora* são relativamente pequenas, sendo o peso de mil sementes, em média, $10,45 \pm 0,01$ g. Os resultados de umidade sugerem que as sementes são ortodoxas, uma vez que apresentaram baixo teor de umidade, $5,65 \pm 0,31\%$.

Embebição das sementes

A curva de embebição das sementes escarificadas química e mecanicamente bem como não escarificadas ou imersas em água 80° apresentaram o mesmo padrão, com aumento gradual nas 12 primeiras horas e estabilização após esse período. No entanto, o peso das sementes submetidas à escarificação mecânica e química por 30 min, 15 min e 5 min aumentaram $140 \pm 3,39\%$, $126 \pm 1,62\%$, $126 \pm 4,17\%$ e $70 \pm 4,52\%$, respectivamente, após 12h, ao passo que as sementes imersas em água a 80° e não escarificadas tiveram seus pesos aumentados em $30 \pm 1,61\%$ e $27 \pm 1,25\%$, respectivamente (FIGURA 1). Isto é, o processo de embebição em sementes não escarificadas e imersas em água a 80° C ocorreu de forma reduzida quando comparado em sementes escarificadas, as quais apresentaram rápida absorção de água. Esse comportamento demonstra a baixa permeabilidade do tegumento das sementes à água, caracterizando dormência física. Dessa forma, verifica-se a necessidade de utilização de tratamentos pré germinativos para ocorrência da germinação de sementes de *S. uniflora*. e uniformizar o processo germinativo.

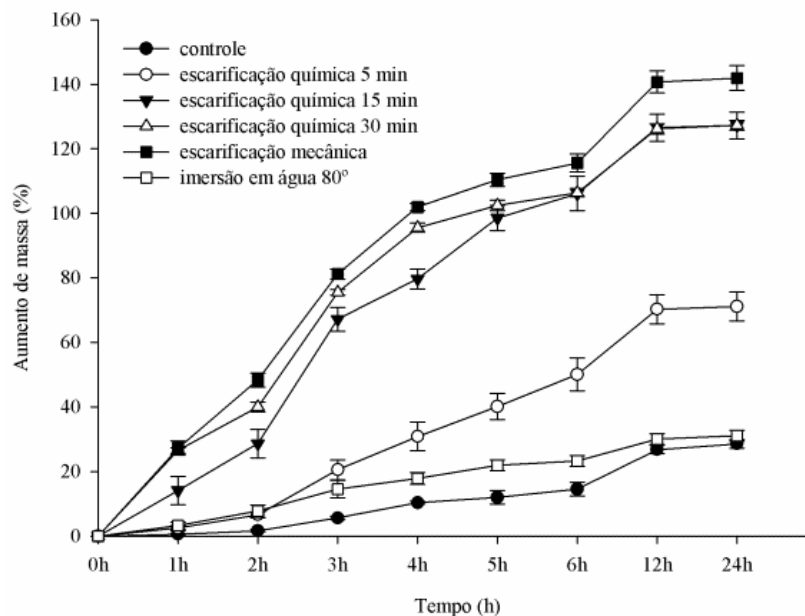


Figura 1. Aumento percentual em massa de sementes de *S. uniflora* (média \pm erro padrão, n = 4) durante a embebição à temperatura ambiente.

Efeito da temperatura e do método de superação de dormência na germinação

Os resultados da análise de variância indicaram haver efeito significativo da interação entre fatores temperatura e método de superação de dormência ($p < 0,05$) para as variáveis porcentagem de germinação (G), tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de geminação (IVG).

Através da análise de desdobramento dos métodos de superação de dormência dentro de cada regime de temperatura, de modo geral, verificou-se que os métodos de escarificação mecânica e química (5, 15 e 30 min) apresentaram maiores G, menores TMG e maiores IVG. Enquanto que os menores G, os maiores TMG e os menores IVG foram registrados para o método de imersão em água a 80° C e para o controle, independente da temperatura de incubação das sementes (TABELAS 1, 2 e 3).

Com relação a variável G, à temperatura constante de 20° C, a escarificação química por 30 min foi significativamente superior aos demais métodos de superação de dormência, com 90% de germinação. À temperatura de 25° C, os métodos que proporcionaram maiores G foram escarificação mecânica e química por 5 e 30 min (86,07%, 82,21% e 90%). Às temperaturas constante de 30° C e alternada de 30/20° C, as maiores G foram obtidas utilizando-se os métodos de escarificação, seja mecânica ou química (5, 15 e 30 min), com 90%, 81,93%, 85,93% e 90%, e 76,80%, 77,56%, 82,01% e 82,60%, respectivamente. Já às temperaturas de 35° C e 40° C, escarificação química por 5 (69,33% e 76,25%) e 15 min (67,10% e 66,42%) tiveram G

significativamente mais altas que os demais métodos. Além disso, em todos os regimes de temperatura, exceto quando as sementes foram incubadas em temperatura alternada 30/20° C, o método de imersão em água a 80° C foi o menos eficiente na superação de dormência, com menor G, não diferindo estatisticamente do controle (TABELA 1).

Tabela 1. Porcentagem de germinação (média \pm erro padrão, n = 4) de sementes de *Senna uniflora*, após 30 dias de incubação, submetidas a regimes de temperatura e métodos de superação de dormência.

| Temperatura (° C) | Germinação (%) | | | | | |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | Controle | Escarificação mecânica | Escarificação química 5 min | Escarificação química 15 min | Escarificação química 30 min | Imersão em água 80° |
| 20 | 30,34 \pm 2,43 Bd | 80,40 \pm 3,32 BCb | 55,35 \pm 2,23 Dc | 77,05 \pm 5,22 Bb | 90 Aa | 32,70 \pm 1,36 Cd |
| 25 | 32,68 \pm 1,56 ABc | 86,07 \pm 2,43 ABab | 82,21 \pm 1,37 Aab | 79,22 \pm 1,72 ABb | 90 Aa | 34,27 \pm 1,00 BCc |
| 30 | 40,38 \pm 1,46 Ab | 90 Aa | 81,93 \pm 4,84 Aa | 85,93 \pm 2,35 Aa | 90 Aa | 43,69 \pm 2,09 Ab |
| 35 | 40,94 \pm 2,18 Ac | 62,23 \pm 0,86 Db | 69,33 \pm 0,74 BCab | 76,25 \pm 2,76 Ba | 67,21 \pm 2,81 Bb | 42,24 \pm 2,55 Abc |
| 40 | 28,25 \pm 1,45 Bc | 5,74 Ed | 67,10 \pm 2,33 Ca | 66,42 \pm 2,79 Ca | 41,53 \pm 2,34 Cb | 29,08 \pm 1,64 Cc |
| 30/20 | 32,55 \pm 1,18 ABc | 76,80 \pm 0,63 Ca | 77,56 \pm 1,14 Aba | 82,01 \pm 0,87 Aa | 82,60 \pm 1,03 Aa | 43,27 \pm 1,97 Ab |

Valores com diferentes letras maiúsculas nas colunas e diferentes letras minúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes de acordo com Tukey (p < 0,05).

No que diz respeito a variável TMG, o melhor método de superação de dormência, ou seja, aquele que conferiu menor TMG (1,1 dias), à temperatura constante de 20° C foi a escarificação química por 30 min. À temperatura de 25° C a escarificação química por 5, 15 e 30 min não diferiram estatisticamente entre si e proporcionaram os menores TMG (2,06; 3,12 e 1,02 dias). Já às temperaturas constantes de 30° C, 35° C, 40° C e alternada 30/20° C, os métodos de escarificação mecânica e química por 5, 15 e 30 min foram significativamente superiores resultando em menores TMG (2,52; 2,74; 1,77 e 1,03 dias), (1,95; 1,97; 1,99 e 1,62 dias), (3; 4,86; 4,96 e 4,04 dias) e (1,09; 1,02; 1 e 1 dias), respectivamente. A imersão em água a 80° C foi o método que resultou em maior TMG em todos os regimes de temperatura. (TABELA 2).

Tabela 2. Tempo médio de germinação (média \pm erro padrão, n = 4) de sementes de *Senna uniflora*, após 30 dias de incubação, submetidas a regimes de temperatura e métodos de superação de dormência.

| Temperatura (°C) | Tempo médio de germinação (dias) | | | | | |
|------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| | Controle | Escarificação mecânica | Escarificação química 5 min | Escarificação química 15 min | Escarificação química 30 min | Imersão em água 80° |
| 20 | 10,27 \pm 1,60 Aa | 3,56 \pm 0,87 Abc | 4,16 \pm 0,63 Abc | 3,49 \pm 0,72 ABc | 1,10 \pm 0,03 Bd | 7,92 \pm 1,51 ABb |
| 25 | 9,94 \pm 0,95 Aa | 4,85 \pm 0,56 Abc | 2,06 \pm 0,24 BCd | 3,12 \pm 0,26 ABCcd | 1,02 \pm 0,01 Bd | 6,92 \pm 0,85 ABb |
| 30 | 7,14 \pm 0,93 Ba | 2,52 \pm 0,23 BCb | 2,74 \pm 0,16 ABCb | 1,77 \pm 0,09 BCb | 1,03 \pm 0,01 Bb | 7,08 \pm 0,36 Aba |
| 35 | 6,63 \pm 0,23 Ba | 1,95 \pm 0,02 BCb | 1,97 \pm 0,01 BCb | 1,99 \pm 0,09 BCb | 1,62 \pm 0,07 Bb | 2,70 \pm 0,33 Cb |
| 40 | 5,97 \pm 0,04 Ba | 3 ABCb | 4,86 \pm 0,02 Aab | 4,96 \pm 0,01 Aab | 4,04 \pm 0,06 Aab | 5,74 \pm 0,13 Ba |
| 30/20 | 5,37 \pm 0,70 Bb | 1,09 \pm 0,02 Cc | 1,02 Cc | 1 Cc | 1 Bc | 8,12 \pm 0,57 Aa |

Valores com diferentes letras maiúsculas nas colunas e diferentes letras minúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes de acordo com Tukey ($p < 0,05$).

Em se tratando da variável IVG, às temperaturas constantes de 20° C, 25° C, 30° C e 35° C, a escarificação química por 30 min foi significativamente superior aos demais métodos de superação de dormência, proporcionando maiores IVG, 95; 99; 98,75 e 59,25, respectivamente. À temperatura constante de 40° C, os métodos de escarificação química por 5, 15 e 30 min não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores aos demais (17,61; 16,92 e 12,13). Já à temperatura alternada 30/20° C, os métodos de escarificação mecânica e química por 5, 15 e 30 min conferiram os mais altos IVG (91,23; 94,50; 98 e 98,25) e não apresentaram diferença estatística entre si. Assim como para as variáveis G e TMG, a imersão em água a 80° C também foi o método que obteve os piores resultados, não diferindo estatisticamente do controle na maioria dos regimes de temperatura avaliados (20° C, 25° C, 30° C e 40° C) (TABELA 3).

Tabela 3. Índice de velocidade de germinação (média \pm erro padrão, n = 4) de sementes de *Senna uniflora*, após 30 dias de incubação, submetidas a regimes de temperatura e métodos de superação de dormência

| Temperatura (°C) | Índice de velocidade de germinação | | | | | |
|------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| | Controle | Escarificação mecânica | Escarificação química 5 min | Escarificação química 15 min | Escarificação química 30 min | Imersão em água 80° |
| 20 | 7,31 \pm 0,90 Ad | 63,47 \pm 4,33 Bb | 45,13 \pm 1,43 Cc | 46,22 \pm 2,11 Ac | 95,00 \pm 1,74 Aa | 11,28 \pm 0,62 BCd |
| 25 | 8,88 \pm 0,67 ABd | 66,66 \pm 2,28 Bc | 76,15 \pm 1,70 Bb | 69,44 \pm 2,21 Abc | 99,00 \pm 0,35 Aa | 15,18 \pm 0,82 ABd |
| 30 | 15,01 \pm 2,33 Ad | 67,34 \pm 2,60 Bc | 60,62 \pm 3,59 Bc | 75,12 \pm 2,84 Ab | 98,75 \pm 0,52 Aa | 22,52 \pm 1,24 Ad |
| 35 | 9,28 \pm 0,50 ABe | 41,92 \pm 0,68 Cc | 45,13 \pm 0,31 Cbc | 49,88 \pm 3,16 Bb | 59,25 \pm 4,87 Ba | 20,76 \pm 0,96 Ad |
| 40 | 3,79 \pm 0,37 Bb | 0,33 Db | 17,61 \pm 0,60 Da | 16,92 \pm 0,67 Ca | 12,13 \pm 1,12 Ca | 4,21 \pm 0,40 Cb |
| 30/20 | 11,07 \pm 1,68 Ac | 91,23 \pm 0,51 Aa | 94,50 \pm 0,84 Aa | 98,00 \pm 0,41 Aa | 98,25 \pm 0,48 Aa | 19,90 \pm 2,83 Ab |

Valores com diferentes letras maiúsculas nas colunas e diferentes letras minúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes de acordo com Tukey ($p < 0,05$).

Analisando o desdobramento dos regimes de temperatura dentro de cada método de superação de dormência, de maneira geral, observou-se que as temperaturas 25° C, 30° C e 30/20° C proporcionaram maiores G e IVG e a temperatura alternada 30/20° C o menor TMG. Em contrapartida, os menores G e IVG foram resultantes das temperaturas de incubação 20° C, 35° C e 40° C e os maiores TMG foram verificados para as temperaturas 20° C e 25° C, considerando todos os métodos de superação de dormência utilizados e o controle (TABELAS 1, 2 e 3).

Considerando a variável G, o controle, ou seja, sementes não tratadas tiveram maiores G (32,68%; 40,38% e 40,94%) quando submetidas às temperaturas de 25° C, 30° C e 35° C. Quando utilizado o método de escarificação mecânica, as temperaturas que proporcionaram maiores G (86,07% e 90%) foram 25° C e 30° C. Utilizando-se escarificação química por 5 min, 15 min e 30 min, a G de sementes submetidas à 25° C (82,21%; 79,22% e 90%), 30° C (81,93%; 85,93% e 90%) e 30/20° (77,56%; 82,01% e 82,60%) foram significativamente superiores às demais temperaturas. Já o método de imersão em água a 80° C obteve as maiores G (43,69%; 42,24% e 43,27%) às temperaturas de 30° C, 35° C e 30/20° C. Em todos os métodos de superação de dormência, exceto escarificação química por 5 min, a temperatura de incubação menos eficiente foi de 40° C (TABELA 1).

Quanto a variável TMG, o controle e o método de escarificação mecânica indicaram menor TMG (2,52; 1,95; 3 e 1,09 dias) às temperaturas de 30° C, 35° C, 40° C e 30/20° C. Escarificação química por 5 min (2,06; 2,70; 1,97 e 1,02 dias) e 15 min

(3,12; 1,77; 1,99 e 1 dias) foram significativamente superiores às temperaturas de 25° C, 30° C, 35° C e 30/20° C. Escarificação química por 30 min apresentou maior TMG à 40° C (4,04 dias), diferindo-se das demais temperatura que foram estatisticamente iguais e superiores. O método de imersão em água a 80° C obteve menor TMG (2,70 dias) à 35° C (TABELA 2).

Em referência a variável IVG, o controle demonstrou melhor resultado quando submetido às temperaturas de 20° C, 25° C, 30° C, 35° C e 30/20° C. Os métodos de escarificação mecânica e química por 5 min apresentaram os mais altos IVG (91,23 e 94,50) à temperatura alternada 30/20°. Já os métodos de escarificação química por 15 e 30 min exibiram IVG (46,22; 69,44; 75,12 e 98) e (95; 99; 98,75; 98,25) estatisticamente iguais às temperaturas de 20° C, 25° C, 30° C e 30/20° C. Sementes imersas em água a 80° C obtiveram maiores IVG (15,18; 22,52; 20,76 e 19,90) quando incubadas às temperaturas de 25° C, 30° C, 35° C e 30/20° C. Por fim, em todos os métodos de superação de dormência avaliados, o menor IVG foi referente à temperatura de 40° C (TABELA 3).

Efeito do estresse hídrico e salino na germinação

Os resultados da análise de variância indicam que houve efeito significativo para a interação entre esses fatores agentes osmóticos e potenciais osmóticos ($p < 0,05$), em todas as variáveis avaliadas (G, IVG e TMG) para a espécie *S. uniflora*.

Sementes de *S. uniflora*, submetidas aos estresses hídrico e salino apresentaram redução na G em função da redução dos potenciais osmóticos. Os agentes osmóticos PEG e NaCl a -0,2 MPa reduziram a G em 43,56% e 14,63%, quando comparados ao controle. No potencial osmótico -0,4 MPa, essa redução foi de 60,88% e 47,62% em relação ao controle, com o uso do PEG e NaCl, respectivamente. Em -0,8 MPa, os dois agentes osmóticos inibiram completamente a germinação (FIGURA 2A). Resultados semelhantes foram verificados para a variável IVG (FIGURA 2B). O TMG no potencial osmótico -0,2 MPa foi 0,24 dias superior e praticamente igual ao controle, utilizando-se PEG e NaCl, respectivamente. Em -0,4 MPa ocorreu o inverso, sementes em solução de PEG e NaCl apresentaram, respectivamente, TMG semelhante e 0,31 a mais que o controle (FIGURA 2C).

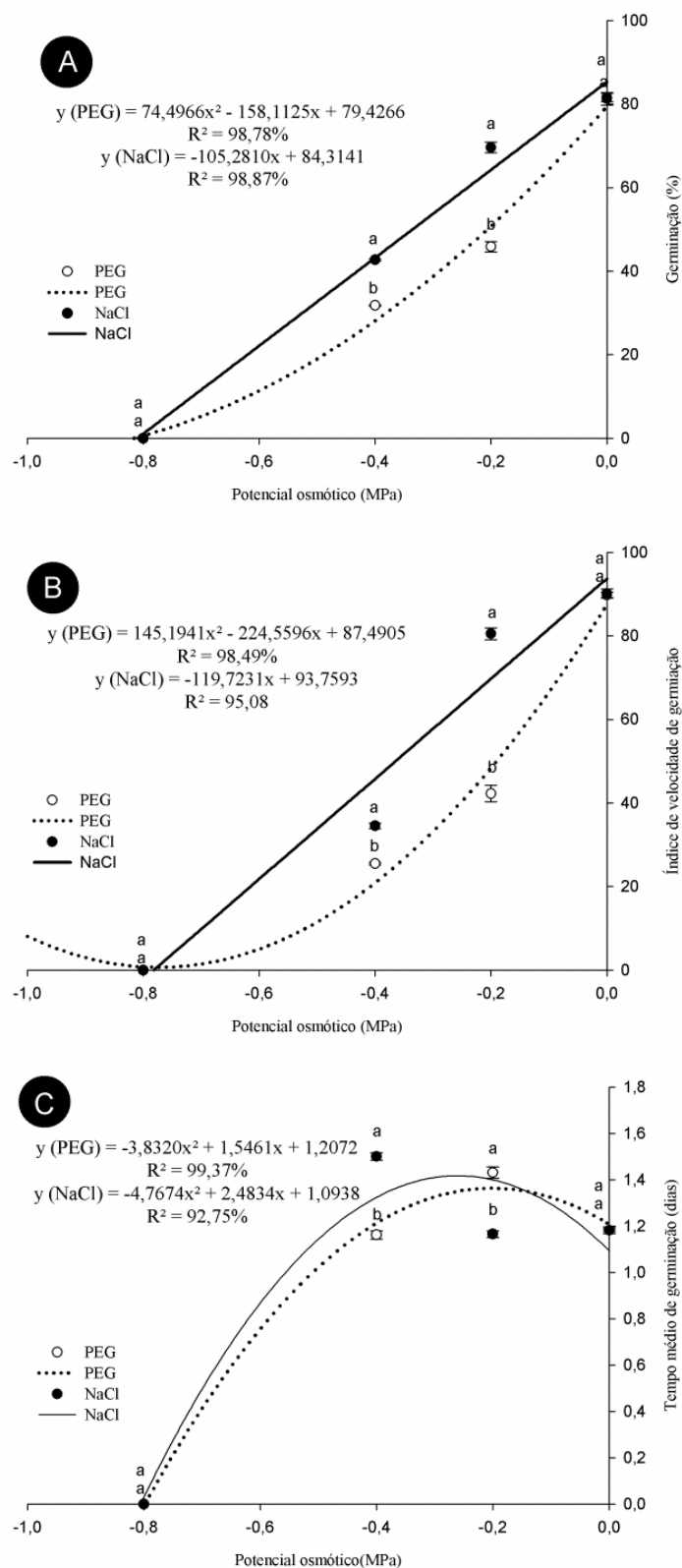


Figura 2. Porcentagem de germinação (A), Índice de velocidade de germinação (B) e Tempo médio de germinação (C) (média \pm erro padrão, $n = 4$) de sementes de *Senna uniflora* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000 e estresse salino induzido por NaCl em diferentes potenciais osmóticos. Letras iguais na vertical indicam não haver diferença significativa de acordo com Tukey ($p < 0,05$).

Comparando-se os dois agentes osmóticos, verificou-se que nos potenciais osmóticos de -0,2 MPa e -0,4 MPa a G de sementes submetidas à solução de PEG (45,86% e 31,78%), foi significativamente menor quando comparada a G (69,61% e 42,70%) de sementes submetidas à NaCl (FIGURA 2A). Fato também verificado para os resultados do IVG (FIGURA 2B). No que diz respeito ao TMG, a -0,2 MPa, sementes em PEG germinaram significativamente mais rápido do que em NaCl, 1,43 e 1,16 dias, respectivamente. Já em -0,4 MPa o tempo gasto para germinar foi de 1,16 e 1,50 dias, respectivamente em soluções de PEG e NaCl (FIGURA 2C). Além disso, observou-se que as diferenças de germinação entre os agentes osmóticos diminuiram à medida que os potenciais tornavam-se mais negativos, sendo de 28,93%, 13,25% e nula, nos potenciais de -0,2 MPa, -0,4 MPa e -0,8 MPa, respectivamente. Assim, infere-se que a espécie *S. uniflora* é mais sensível ao estresse hídrico do que ao estresse salino.

Discussão

Estudo recente revelou que em mais de 98% das espécies de Fabaceae as sementes são ortodoxas (JAYASURIYA et al., 2012). Corroborando, Abudurehman et al. (2014) identificaram comportamento ortodoxo nas sementes de 19 espécies de Fabaceae estudadas. As sementes da espécie *S. uniflora* (Fabaceae) também apresentaram baixo teor de umidade. Assim, os resultados sugerem que essa espécie é ortodoxa e possui alta tolerância à dessecação (DICKIE; PRITCHARD, 2002).

Além disso, verificou-se a baixa permeabilidade do tegumento das sementes de *S. uniflora* à água. Essa característica também foi encontrada em outras espécies de *Senna*, a exemplos de *Senna marilandica* e *Senna obtusifolia* (BASKIN et al., 1998); *Senna corymbosa* (SANTOS et al., 2008); *Senna macranthera* (LEMOS FILHO et al., 1997) e *Senna multijuga* (LEMOS FILHO et al., 1997; RODRIGUES JUNIOR et al., 2014), além de 15 espécies de Fabaceae (ABUDUREHEMAN et al., 2014), visto que é uma característica comum a essa família botânica. De acordo com Abudurehman et al. (2014), a embebição das sementes é determinada por atributos espécie específicos e pelo grau de dureza da semente. Por isso, Hu et al. (2009) afirmam que estão diretamente relacionados com o teor de umidade das sementes.

O processo de embebição em sementes escarificadas mecânica ou quimicamente de *S. uniflora* foi notavelmente mais eficiente quando comparado em sementes não escarificadas ou imersas em água á 80° C, uma vez que, aquelas aumentaram seus pesos em mais de 100% enquanto essas tiveram aumentos inferiores a 30%, após 12 horas (FIGURA1). Resultados semelhantes foram encontrados por Baskin et al. (1998), em

que os pesos de sementes escarificadas de *S. marilandica* e de *S. obtusifolia* tiveram aumentos de 130% e 127%, respectivamente, ao passo que as sementes não escarificadas haviam aumentado apenas 2,8% e 18,6%, respectivamente. Não diferente, Santos et al. (2008), observou que a absorção de água em sementes com escarificação manual ou com ácido sulfúrico, mostram-se bastante similares e superiores a verificada no tratamento com água quente. Sementes escarificadas de *S. multijuga* também tiveram aumentos significativos em seus pesos, enquanto que sementes não escarificadas mantiveram aproximadamente o mesmo peso, após embebição (RODRIGUES JUNIOR et al., 2014). Lemos Filho et al. (1997) praticamente não observou embebição em *S. multijuga* e verificou baixa absorção de água em *S. macranthera*, que teve aumento de peso de aproximadamente 20%, após 24 horas.

Assim, os resultados sugerem que sementes de *S. uniflora* apresentam resistência à hidratação causada pelo tegumento, a que se atribui o fenômeno da dormência física (BEWLEY; BLACK, 1994). Fato esse que tem sido relatado para maioria das leguminosas (CROCKER; BARTON, 1957; BELL et al., 1993; BASKIN; BASKIN 1998). Inseridas nesse grupo, várias espécies de *Senna* têm apresentado esse mesmo comportamento, *S. marilandica* e *S. obtusifolia* (BASKIN et al., 1998), *S. macranthera* (LEMO FILHO et al., 1997), *S. multijuga* (LEMO FILHO et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2003; RODRIGUES JUNIOR et al., 2014) e *S. corymbosa* (SANTOS et al., 2008).

Em sementes de *S. uniflora* os métodos de escarificação mecânica e escarificação química por 5, 15 e 30 min, mostraram-se mais eficientes na quebra de dormência, proporcionando maior porcentagem de germinação, menor tempo médio de germinação e maior índice de velocidade de germinação. Os métodos de escarificação mecânica e química têm sido os mais eficazes na quebra de dormência física de espécies de Fabaceae, conforme relatado por Abudurehman et al. (2014). No entanto, destaca-se que a eficiência da escarificação química está relacionada ao tempo de exposição ao ácido, bem como à espécie em si (ALBUQUERQUE et al. 2007). Ademais, escarificação mecânica excessiva pode causar danos ao embrião e diminuir a germinação (MCDONALD; COPELAND, 1997).

Estudos anteriores têm mostrado que tanto escarificação mecânica como química aumentaram a porcentagem de germinação de espécies de *Senna*, por exemplo, *S. marilandica* (BASKIN et al., 1998), *S. obtusifolia* (CREEL et al., 1968; TEEM et al., 1980; BASKIN et al., 1998), *S. macranthera* (LEMO FILHO et al., 1997), *S. multijuga* (RODRIGUES JUNIOR et al., 2014) e *S. corymbosa* (SANTOS et al., 2008). Entretanto, em algumas espécies, *Caesalpinia ferrea*, *Cassia grandis*, *Samanea saman*

(LOPES et al., 1998), *Cassia nodosa*, *Caesalpinia spinosa* (FOWLER; BIANCHETTI, 2000), os melhores resultados foram obtidos com a escarificação mecânica. Já em outras, *Cassia javanica*, *Cassia speciosa*, *C. grandis* e *Senna spectabilis* (FOWLER; BIANCHETTI, 2000) e *Dimorphandra mollis* (HERMANSEN et al., 2000) a imersão em ácido sulfúrico se mostrou mais eficiente.

Em contrapartida, com método de imersão em água a 80° C, sementes de *S. uniflora* além de apresentarem baixo percentual de germinação, demoraram mais para germinar (TABELAS 1, 2 e 3). Comportamento semelhante foi observado por Albuquerque et al. (2007), que utilizando água a 80°C foi em *Bowdichia virgilioides*, obteve menor porcentagem e velocidade de germinação, quando comparada aos demais métodos. Isso porque, a exposição a temperaturas elevadas pode afetar os tecidos do embrião (ALBUQUERQUE et al., 2007) e danificar as sementes de algumas espécies causando mortalidade, como descrito por Vari et al. (2007) para *Sesbania sp.*

Esses resultados negativos, com o uso de água quente, têm sido frequentes em sementes de Fabaceae (MARTIN et al. 1975), como por exemplo *Caesalpinia leiostachya*, *C. javanica* (GRUS et al., 1984) e *S. macranthera* (SANTARÉM; ÁQUILA, 1995). Por outro lado, este método demonstra resultados positivos em sementes de *Senna occidentalis* e *S. multijuga* (KUMARI; KOHLI, 1984), *Acacia melanoxylon* (BURROWS et al., 2009), *Parkia biglobosa* (ALIERO, 2004), *S. multijuga* (RODRIGUES JUNIOR et al., 2014). Já Baskin et al. (1998) constataram que, apesar da água quente ser eficiente na quebra de dormência de *S. marilandica* e *S. obtusifolia*, quando as sementes foram imersas em tempo igual ou superior a 20 segundos, ocorreu redução da germinação.

Além dos métodos para superação de dormência supracitados, segundo Baskin e Baskin (1998), alterações nos estados de dormência também podem ser induzidas por exposição contínua a temperaturas baixas ou elevadas. Para sementes de *S. uniflora*, a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram significativamente mais elevados nas temperaturas constantes de 25° C e 30° C, e alternada 30/20° C, em todos os métodos de superação de dormência avaliados (escarificação mecânica, escarificação química por 5, 15 e 30 min e imersão em água a 80° C) e, inclusive, no controle. Conforme Marcos-Filho (2005), a influência da temperatura na porcentagem e na velocidade final de germinação ocorre porque as reações bioquímicas e seus sistemas enzimáticos apresentam requisitos térmicos específicos.

De forma geral, houve uma tendência dos maiores valores de porcentagem estarem associados aos maiores índices de velocidades de germinação. Esse mesmo comportamento foi observado por Albuquerque et al. (2007) para sementes *B. virgilioides*, indicando a existência de uma relação direta entre as duas variáveis. Já o menor tempo médio de germinação foi conseguido utilizando temperatura alternada 30/20° C. Segundo, Ballard (1973) e Taylor (1981), o estresse imposto por alternância de temperatura é uma forma de diminuir o número de sementes dormentes em leguminosas, o que pode ter acelerado o processo de germinação. Além disso, as sementes são comumente submetidas às flutuações de temperatura, quando em condições naturais e, para algumas espécies essa variação já é suficiente para quebra de dormência tegumentar (BEWLEY; BLACK, 1994).

Em pesquisa anterior, Creel et al. (1968) verificaram que sementes escarificadas mecanicamente de *S. obtusifolia* apresentam alto percentual de germinação entre 18° C e 36° C, baixa germinação a 39° C e não germinam a 15° C. Quando escarificadas com ácido sulfúrico, o maior percentual de germinação foi obtido entre 24° C e 36° C (TEEM et al., 1980). Já em *S. marilandica*, sementes não escarificadas não germinaram, enquanto que escarificadas tiveram alto percentual de germinação a temperaturas alternadas 20/10° C e 40/25° C (BASKIN et al., 1998). Ainda segundo o autor sementes não escarificada de *S. obtusifolia* germinaram a uma porcentagem significativamente mais elevada do que as de *S. marilandica*, nos regimes de temperatura mais elevados (35/20° C, 40/25° C).

Sob condições de estresse hídrico e salino, a diminuição do potencial osmótico, ou seja, o aumento da restrição hídrica afetou significativamente todas as variáveis analisadas. As sementes de *S. uniflora* apresentaram redução gradativa da G e do IVG, bem como aumento seguido de queda do TMG, quando os potenciais osmóticos das soluções de PEG e NaCl foram reduzidos de -0,2 a -0,8. Comportamento semelhante foi verificado em *S. spectabilis* (JELLER; PEREZ, 2001), *S. obtusifolia* (PEREIRA et al., 2014), *S. multijuga*, *S. macranthera* e *Mimosa bimucronata* (SANTARÉM et al., 1996).

Esses fatos podem ser explicados pela diminuição da atividade de algumas enzimas e, conseqüentemente, do metabolismo das sementes, em função da menor disponibilidade de água para a digestão e transporte de substâncias de reserva, sendo estes processos caracterizados por um padrão trifásico da germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). Desse modo, conforme o potencial osmótico do meio vai se tornando mais negativo, pode ocorrer redução/inibição tanto da porcentagem quanto da

velocidade de germinação, com uma grande variação de respostas entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis, até as mais resistentes (BANSAL et al., 1980; BEWLEY; BLACK, 1994). Tobe et al. (2000) acrescentam que, no caso de salinidade, a diminuição/inibição da germinação se deve tanto ao efeito osmótico, isto é, a “seca fisiológica”, como ao efeito tóxico resultante da concentração de íons no protoplasma.

Sementes de *S. uniflora* apresentaram significativamente menores G e IVG quando submetidas à solução de PEG do que à solução de NaCl, nos potenciais osmóticos -0,2 e -0,4 MPa. Entretanto, a -0,8 MPa, germinação foi completamente inibida, independente do agente osmótico utilizado. Estes resultados indicam um limite de tolerância aos estresses hídrico e salino entre os potenciais -0,2 e -0,8 MPa. Hadas e Russo (1974) explicam que o percentual de germinação decresce com a diminuição do potencial osmótico, e para cada espécie existe um valor crítico, abaixo do qual a germinação não ocorrerá.

Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al. (2014) em *S. obtusifolia*, verificando o limite mínimo de germinabilidade a -0,4 MPa, sendo que em -0,8 MPa não houve mais germinação em nenhum dos agentes utilizados. Em *S. spectabilis* a menor germinação ocorreu em -0,7 MPa (16,2%), e ausência de germinação em -0,8MPa para PEG e -1,6MPa (3,5%) -1,7 MPa para NaCl (JELLER; PEREZ, 2001). Menor tolerância foi citada por Norsworthy e Oliveira (2005) em *S. occidentalis*, que germinou até o potencial de -0,4 MPa. Em contrapartida, limites mais elevados de tolerância foram identificados em *S. macranthera*, *S. multijuga* e *M. bimucronata* (-1,03 MPa) (SANTARÉM et al., 1996) e *Copaifera langsdorffii* (-1,6 MPa)(JELLER; PEREZ, 1997).

Entende-se, então, que a espécie *S. uniflora* apresenta maior sensibilidade ao estresse hídrico do que ao estresse salino. Fato esse também observado em *Senna spectabilis* (JELLER; PEREZ, 2001), *S. obtusifolia* (PEREIRA et al., 2014) e *Senna occidentalis* (NORSWORTHY; OLIVEIRA, 2005). De acordo com Munns (2002), sais de alta solubilidade, como o NaCl, influenciam menos a “seca fisiológica” do que o PEG, isso porque as sementes absorvem os sais juntamente com a água do substrato, os quais causam diminuição do potencial osmótico celular e, por conseguinte, estimulam a absorção de água pelas sementes para manutenção do gradiente de potencial hídrico entre a semente e o substrato. Em contrapartida, as moléculas de PEG são relativamente grandes para atravessarem as paredes celulares e, portanto, não são absorvidas pelas sementes, causando, assim, maior estresse hídrico (BRADFORD, 1995).

Este estudo mostrou que a espécie *S. uniflora* é ortodoxa e apresenta dormência física. Os métodos de escarificação mecânica e química a 5, 15 e 30 min são eficientes para superar a dormência física, sobretudo nos regimes de temperatura constante de 25° C e 30° C e alternada 30/20° C. Além disso, a espécie mostra-se pouco resistente aos estresses hídrico e salino, inibindo completamente a germinação no potencial osmótico de -0,8 MPa. Além disso, verificou-se maior sensibilidade ao estresse hídrico do que ao estresse salino.

Referências

- ABUDUREHEMAN, B.; LIU, H.; ZANGH, D.; GUAN, K. Identification of physical dormancy and dormancy release patterns in several species (Fabaceae) of the cold desert, north-west China. **Seed Science Research**, v. 24, p.133-145, 2014.
- ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.3, p.867-878, 1981.
- ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, I. F.; CLEMENTE, A. D. S. Methods for dormancy overcoming of black sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) seeds. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1716-1721, 2007.
- ALIERO, B. L. Effects of sulphuric acid, mechanical scarification and wet heat treatment on germination of seeds of African locust bean tree *Parkia biglobosa*. *African Journal Biotechnology*, v.3, n.3, p. 179–181, 2004.
- ALVES, M. ; ARAUJO, M. F. ; MACIEL, J. R.; MARTINS, S. **Flora de Mirandiba**. 1. ed. Recife: APNE, 2009. 357p.
- BALLARD, L.A.T. Physical barriers to germination. **Seed Science and Technology**, v. 1, p.285-303, 1973.
- BANSAL, R. P.; BHATI, P. R.; SEN, D. N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Copenhague, v. 22, n. 5, p. 327-331, 1980.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; Li, Xi. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. **Plant Species Biology**, London, v. 15, n. 2, p. 139-152, 2000.
- BASKIN, J. M.; NAN, X.; BASKIN, C. C. A comparative study of seed dormancy and germination in an annual and a perennial species of *Senna* (Fabaceae). **Seed Science Research**, v.8, p. 501-512, 1998.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**, v.75, p. 286–305, 1988.
- BASKIN, C.C. ; BASKIN, J.M. Seed dormancy in trees of climax tropical vegetation types. **Tropical Ecology**, v. 46, p.17–28, 2005.

BELL, D.T.; PLUMMER, J.A.; TAYLOR, S.K. Seedgermination ecology of southwestern Western Australia. **The Botanical Review**, v. 59, p.24-73, 1993.

BEWLEY, J.D. Breaking down the walls – a role for endo- β -mannanase in release from seed dormancy? **Trends in Plant Science**, v. 2, p. 464–469, 1994.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press, 1994, 445p.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc., 1995. p.351-396.

BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; BRAGA, J.F.; SÁ, M.E. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.95-102, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BURROWS, G.E., VIRGONA, J.M.; HEADY, R.D. Effect of boiling water, seed coat structure and provenance on the germination of *Acacia melanoxylon* seeds. **Australian Journal of Botany**, v. 57, p.139–147, 2009.

CATARA, S.; CRISTAUDO, A.; GUALTIERI, A.; GALES, R.; IMPELLUSO, C.; ONOFRI, A. Threshold temperatures for seed germination in nine species of *Verbascum* (Scrophulariaceae). **Seed Science Research**, 26, p. 30-46, 2016.

CREEL, J.M.; JR.; HOVELAND, C.S.; BUCHANAN, G.A. Germination, growth and ecology of sicklepod. **Weed Science**, v. 16, p.396-400, 1958.

DICKIE, J.B.; PRITCHARD, H.W. **Systematic and evolutionary aspects of desiccation tolerance in seeds**. in BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Eds). *Desiccation and survival in plants: Drying without dying*. Wallingford, CAB International. 2002. p. 239–259.

FAVERO, C; JUCKSCH, I; COSTA, L. M; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n. 1, p.171-177, 2000.

FENNER M. The effects of the parent environment on seed germinability. **Seed Science Research**, v.1, p.75–84, 1991.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em Sementes Florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. doc. 40.

FUNES, G.; VENIER, P. Dormancy and germination in three *Acacia* (Fabaceae) species from central Argentina. **Seed Science Research**, v.16, p.77 - 82, 2006.

GRUS, V. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. ; GRAZIANO, T. T. Germinação de Sementes de Pau-ferro e Cássia-javanica Submetidas a Tratamentos para Quebra de Dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 6, n.2, p. 29-35, 1984.

GUMA, I. R. et al. Evaluation of methods to remove hardseededness in *Cicer canariense*, a perennial wild relative of chickpea. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 38, n. 1, p. 209-213, 2010.

HADAS, A.; RUSSO, D. Water uptake by seeds as affected by water stress, capillary conductivity and seed-soil water contact: I. Experimental study. **Agronomy Journal**, v.66, p.643-47, 1974.

HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. 1990. Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution saturated filter paper. **Plant Physiology**, v.92, p. 462-466, 1990.

HERMANSEN, L. A.; DUYEA, M. L.; WHITE, T. L. Variability in seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, n. 3, p. 567-580, 2000.

HIDAYATI, S.N.; BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. (2000) Dormancy-breaking and germination requirements of seeds of four Lonicera species (*Caprifoliaceae*) with underdeveloped spatulate embryos. **Seed Science Research**, v.10, p.459 - 469, 2000.

HOANG, H.H.; CORBINEAU, F.; LEYMARIE, J. Induction of secondary dormancy by hypoxia in barley grains and its hormonal regulation. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, p.2017–2025, 2013.

HU, X.W.; WU, Y.P.; WANG, Y.R. Different requirements for physical dormancy release in twopopulations of *Sophora alopecuroides* relation to burial depth. **Ecological Research**, v.24, p.1051–1056, 2009.

JAYASURIYA, G.K.M.G.; WIJETUNGA, A.S.T.B.; BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Physiological epicotyl dormancy and recalcitrant storage behaviour in seeds of two tropical Fabaceae (subfamily Caesalpinioideae) species. **AoB Plants**, v.44, p. 1-10, 2012.

JAYASURIYA, K. M. G. et al. A proposed mechanism for physical dormancy break in seeds of *Ipomoea lacunosa* (Convolvulaceae). **Annals of Botany**, London, v. 103, n. 3, p. 433-445, 2009.

JAYASURIYA, K. M. G. et al. Physical dormancy in seeds of the holoparasitic angiosperm *Cuscuta australis* (Convolvulaceae, Cuscutaceae): dormancy-breaking requirements, anatomy of the water gap and sensitivity cycling. **Annals of Botany**, London, v. 102, n. 1, p. 39-48, 2008.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeito da salinidade e da sementeira em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Brasileira Sementes**, Brasília, v.19, n. 2, p. 219-225, 1997.

- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 93-104, 2001.
- KEBREA, E.; MURDOCH, A. J. The effect of water stress on the temperature range for germination of *Orobanche aegyptiaca* seeds. **Seed Science Research**, v.10, p.127-133, 2000.
- KUMARI, A.; KOHLI, R. K. Studies on Dormancy and Macromolecular Drifts during Germination in *Cassia occidentalis* L. seeds. **Journal of Tree Sciences**, v. 3, n. 1-2, p.111-125, 1984.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983. 173p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- LEMO FILHO, J. P.; GUERRA, S. T. M.; LOVATO, M. B.; SCOTTI, M. R. M. M. L. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n.4, p.357-361, 1997.
- LOPES, J.C.; CAPUCHO, M. T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. Germinação de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachia* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.80-86, 1998.
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARTIN, R. E.; MILLER, R. L.; CUSHWA C. T. Germination Response of Legume Seeds Subjected to Moist and Dry Heat. **Ecology**, New York, v. 56, p. 1441-1445, 1975.
- McDONALD, M. B.; COPELAND, L.O. **Seed production: principles and practices**. New Jersey: Chapman & Hall, 1997. 749 p.
- MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. **Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**. In: MONTENEGRO, A. A. A et al. Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. 1.ed. Campina Grande: INSA, Cruz das Almas: UFRB, 2012. 258 p.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment**, v. 25, n.2, p. 239-250, 2002.
- NORSWORTHY, J. K.; OLIVEIRA, M. J. Coffee senna (*Cassia occidentalis*) germination and emergence is affected by environmental factors and seedling depth. **Weed Science**, v. 53, p. 657-662, 2005.

PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, C.C.; MARTINS, D.; SILVA, R.J.N. Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 687-696, 2014.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: ABRATES, 1985. 279 p.

QUINLIVAN, B. J. The relationship between temperature fluctuations and the softening of hard seeds of some legume species. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 17, n. 5, p. 625-631, 1966.

RODRIGUES JUNIOR, A. G.; FARIA, J. M. R.; VAZ, T. A.A.; NAKAMURA, A. T.; JOSÉ, A. C. Physical dormancy in *Senna multijuga* (Fabaceae: Caesalpinioideae) seeds: the role of seed structures in water uptake. **Seed Science Research**, 24, p.147-157, 2014.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682p.

SANTARÉM, E. R.; AQUILA, M. E. A. Influência de Métodos de Superação de Dormência e do Armazenamento na Germinação de Sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 205-209, 1995.

SANTRÉM, E. R.; CORTEZ, J. S. A.; SILVEIRA, T. S. S.; FERREIRA, A. G. Efeito do estresse hídrico na germinação e crescimento inicial de três espécies de leguminosas. **Acta Botanica Brasilica**, v.10, n.2, p.213-221, 1996.

SANTOS, F. ; SCHLINDWEIN, G.; ROSSONI, M. G.; AZAMBUJA, A. C. Influência de processos de escarificação na embebição e germinação de *Senna corymbosa* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.14, n.1, p.57-61, 2008.

SILVA, M. W.; BARBOSA, L. G.; SILVA, J. E. S. B.; GUIRRA, K. S.; SILVA GAMA, D. R. S; OLIVEIRA, G. M.; DANTAS, B. F. Characterization of seed germination of *Zephyranthes sylvatica* (Mart.) Baker (Amarilidacea). **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.178-185, 2014.

SILVEIRA LM; BARROS JÚNIOR AP; BEZERRA NETO F; LINHARES PCF; LIMA JSS; MOREIRA JN; SILVA ML; PACHECO IWL; OLIVEIRA MKT; FERNANDES YTD. Viabilidade produtiva de alface em função de diferentes adubos verdes e quantidades aplicadas ao solo. **Horticultura Brasileira**. v. 27, p. 283-287, 2009.

SOUZA, G.M.; CARDOSO, V.J.M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science Technology**, Zürich, v.28, n.3, p.621-630, 2000.

TAMBELINI, M.; PEREZ, S. C. J. G. Efeitos do estresse hídrico simulado com peg (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 226-232, 1998.

TAYLOR, A.G.; MOTES, L .E.; KIRKHAM, M.B. Germination and seedling growth characteristics of three tomato species affected by water deficits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 107, p.282-285, 1982.

TAYLOR, G.B. Effect of constant temperature treatments followed by fluctuating temperatures on the softening of hard seeds of *Trifolium subterraneum* L. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.8, p.547–558, 1981.

TEEM, D.H.; HOVELAND, C.S.; BUCHANAN, G.A. Sicklepod (*Cassia obtusifolia*) and coffee senna (*Cassia occidentalis*): Geographic distribution, germination, and emergence. **Weed Science**, v. 28, p. 68-70, 1980.

TESTER, M.; DAVÉNPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, Oxford, v. 19, n. 5, p. 503-527, 2003.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, Reino Unido, v. 85, n. 3, p. 391-396, 2000.

TORRES SB; VIEIRA EL; MARCOS FILHO J. Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Semente**, v. 22, p.39-44, 2000.

VAN ASSCHE, J. A.; DEBUCQUOY, K. L. A.; ROMMENS, W. A. F. Seasonal cycles in the germination capacity of buried seeds of some Leguminosae (Fabaceae). **New Phytologist**, Cambridge, v. 158, p. 315-323, 2003.

VAN-KLINKEN, R.D.; FLACK, L. Wet heat as a mechanism for dormancy release and germination of seeds with physical dormancy. **Weed Science**, v. 53, p.663–669, 2005.

VARI, A. K. et al. Seed coat imposed dormancy in *Sesbania spp.* and treatments to improve germination. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 35, p. 318-325, 2007.

VARI, A.K.; JETHANI, I.; SHARMA, S.P.; KHANNA, M.; BARNWAL, S. Seed coat imposed dormancy in *Sesbania spp.* and treatments to improve germination. **Seed Science and Technology**, v. 35, p. 318–325, 2007.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. **Signals for seeds to sense and respond to gaps**. In: Caldwell, M.M.; Percy, R.W. (Eds) Exploitation of environmental heterogeneity by plants: Ecophysiological processes above and below ground. New York, Academic Press, New York. 1994, p.209-236.

VENIER, P.; FUNES, G.; GARCIA, C.C. Physical dormancy and histological features of seeds of five *Acacia* species (Fabaceae) from xerophytic forests in central Argentina. **Flora**, v. 207, p.36–46, 2012.

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

6. CRESCIMENTO DE PLANTAS DE *Senna uniflora* (MILL.) H.S.IRWIN & BARNEBY SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO

Resumo

O estresse hídrico é um dos fatores ambientais que mais limita a germinação de sementes, o crescimento e desenvolvimento das plantas, tanto em ecossistemas naturais quanto em sistemas agrícolas. Em se tratando do semiárido do nordeste brasileiro, o déficit hídrico é uma característica climática e uma condicionante da vegetação da Caatinga. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de plantas de *Senna uniflora* sob diferentes disponibilidades hídricas, em dois substratos. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, em viveiro, no período de abril a maio de 2016. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, com dois substratos ("topsoil" e "bota fora") e quatro regimes hídricos (100%, 75%, 50% e 25% da capacidade de campo). A umidade do solo foi mantida por meio de manutenção de peso das parcelas experimentais. As variáveis analisadas foram: número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca da raiz, fitomassa seca total e área foliar. Plantas de *S. uniflora* cultivadas em substratos "topsoil" e "bota fora", em geral, apresentaram respostas semelhantes. Todas as características avaliadas apresentaram melhores resultados sob maior disponibilidade hídrica. Contudo, à medida que se reduz a disponibilidade hídrica, o crescimento das plantas é afetado, podendo ocorrer morte das plantas.

Palavras chave: Espécie nativa. Estresse hídrico. Substratos. Desenvolvimento de plantas

Abstract

Water stress is an environmental factor that most limits the germination, growth and development of plants, both in natural ecosystems and in agricultural systems. In the case of the Brazilian semi-arid northeast, the water deficit is a climate feature and conditioning vegetation Caatinga. The objective of this study was to evaluate the growth of *Senna uniflora* plants under different water availability in two substrates. The experiment was conducted at the Federal University of São Francisco Valley Campus of Agricultural Sciences in nursery, from April to May 2016. It was used a randomized block design in a 2x4 factorial design, with two substrates ("topsoil" and "boot out") and four water regimes (100%, 75%, 50% and 25% of field capacity). Soil moisture was maintained through weight maintenance of experimental plots. The variables evaluated were: number of leaves, plant height, stem diameter, shoot dry weight, dry weight of root, total dry matter and leaf area. *S. uniflora* plants grown on substrates "topsoil" and "boot out" generally showed similar responses. All characteristics presented better results in greater water availability. However, as it reduces water availability plant growth is affected and may result in death of the same

Key words: Native specie. Water stress. Substrates. Plant growth

Introdução

Senna uniflora (Mill.) H.S.Irwin & Barneby., popularmente conhecida como mata-pasto, é uma espécie pertencente à família botânica Fabaceae e considerada uma planta nativa da Caatinga, bioma predominante no semiárido brasileiro (LORENZI, 2008; ALVES et al., 2009). Trata-se de uma erva, anual, espontânea, pioneira e com altura variável de 0,35 a 2 m (LORENZI, 2008). Plantas dessa espécie têm apresentado potencial como adubo verde (SILVEIRA et al. 2009), pois promove efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes (FAVERO et al., 2000). Além disso, possuem características forrageiras (FAVERO et al., 2000; COSTA et al., 2002) e utilização na recuperação de áreas degradadas (FAVERO et al., 2000).

O semiárido brasileiro é caracterizado pelas frequentes secas, relacionadas à ausência ou variabilidade temporal e espacial das chuvas. (MARENGO et al., 2011). Essa escassez de água durante grande parte do ano faz com que a fisionomia e a flora local variem grandemente, sendo, portanto, um fator condicionante da vegetação da Caatinga (SAMPAIO, 1995).

O estresse hídrico é um dos fatores ambientais que mais limita a germinação de sementes e o crescimento e desenvolvimento das plantas, tanto em ecossistemas naturais quanto em sistemas agrícolas (JONES; CORLETT, 1992). Além disso, causa grandes danos nos processos fisiológicos e metabólicos das plantas, acarretando em reduções na produtividade (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Entende-se por déficit hídrico todo o conteúdo de água de um tecido ou célula que está abaixo do conteúdo de água mais alto exibido no estado de maior hidratação (TAIZ; ZEIGER, 2013). O estabelecimento do déficit hídrico ocorre quando a absorção de água pelo sistema radicular não atende às demandas da planta (FAN et al., 2006).

Contudo, em resposta à incidência de um determinado estresse, uma série de eventos acontece, que se inicia pela percepção do estresse e finaliza com a expressão de um conjunto de genes-alvo, que podem conferir às plantas tolerância à determinada condição adversa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Dentre as principais modificações que ocorrem como respostas de aclimatação ao déficit hídrico estão as alterações morfológicas, como redução da área foliar, abscisão foliar, crescimento e aprofundamento do sistema radicular e aumento do depósito de cera sobre a superfície foliar (LOPEZ et al., 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013). As modificações fisiológicas e bioquímicas incluem redução do potencial hídrico nas folhas (STEUDLE, 2000), diminuição da eficiência quântica do fotossistema II (SILVA et al., 2007), redução no teor relativo de água da folha (WAHID; CLOSE, 2007); e

decréscimo da condutância estomática e taxa fotossintética (DAVIES et al., 2002; AZEVEDO NETO et al., 2004; SMIT; SINGELS, 2006). Segundo Taiz e Zeiger (2013) a diminuição de água no solo reduz o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos que bloqueia o fluxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados e, por conseguinte, a produtividade.

Nesse contexto, a compreensão dos mecanismos de tolerância à deficiência hídrica, quais características morfofisiológicas são mais afetadas, e como as plantas reagem ao estresse são fundamentais para a identificação das potencialidades de espécies nativas na recuperação de ambientes com algum tipo de perturbação. Assim, visando fornecer subsídios para implementação de programas de recuperação com a utilização de plantas nativas, este estudo objetivou avaliar o crescimento de plantas de *S.uniflora* sob diferentes disponibilidades hídricas, em dois substratos.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, em condições de viveiro, localizado a latitude de 9°19'35 S, longitude de 40°32'53" O e altitude de 370 m, no período de abril a maio de 2016. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSh', caracterizado como semiárido quente e seco, com chuvas de inverno. Os valores anuais dos elementos climatológicos temperatura média do ar, precipitação total, umidade relativa média do ar e insolação total são, respectivamente, iguais a 26,3 °C, 609,8 mm, 58,0% e 2845 h (INMET, 1992).

Frutos de *S. uniflora* foram coletados em populações naturais da vegetação da Caatinga em São José de Piranhas, em julho de 2015, no estado da Paraíba, Brasil (07° 05' 25,98" S e 38° 38' 41,14" W e 350 m de altitude). Após a coleta, os frutos foram beneficiados e as sementes armazenadas em câmara fria à temperatura de 10° C até o início do experimento. A semeadura foi realizada com 3 sementes, em sacos de polietileno preto perfurado com capacidade para um litro, contendo substrato. O desbaste foi realizado 15 dias após semeadura, deixando uma planta por saco.

Os substratos utilizados foram "topsoil" e "bota fora" (Tabelas 1 e 2). "Topsoil" corresponde à camada superficial do solo com alto teor de matéria orgânica. "Bota fora" refere-se aos materiais inconsolidados e rochosos provenientes de escavações. Ambos os substratos foram coletados no entorno das obras de engenharia da transposição do Rio São Francisco, no município de Cabrobó (PE).

Tabela 1. Análise química de amostras dos substratos "topsoil" e "bota fora".

| Substrato | N | P | K | Ca | Mg | S | Fe | B | Cu | Mn | Zn |
|------------------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|-------|------|
| | | | | g/kg | | | | | mg/g | | |
| <i>Topsoil</i> | 0,7 | 0,2 | 26,2 | 2,1 | 4,5 | 0,1 | 13,6 | 46,9 | 10,6 | 295,0 | 24,8 |
| <i>Bota fora</i> | 5,3 | 0,1 | 15,4 | 2,8 | 2,2 | 0,8 | 15,5 | 51,7 | 14,1 | 281,1 | 32,7 |

Tabela 2. Análise física de amostras dos substratos "topsoil" e "bota fora".

| Substrato | pH | CE | PT | CRA | CRA | CTC | CTC | U | Du | Ds |
|------------------|-----|--------------------|------|------|------|------------------------|------------------------|------|-------------------|-------------------|
| | | ds m ⁻¹ | %v/v | %m/m | %m/m | mmolc kg ⁻¹ | mmolc dm ⁻³ | %m/m | kg/m ² | kg/m ² |
| <i>Topsoil</i> | 5,4 | 1,1 | 43,2 | 43,4 | 29,6 | 76,7 | 113,7 | 1,0 | 1481,8 | 1467,7 |
| <i>Bota fora</i> | 9,6 | 0,1 | 39,6 | 34,0 | 21,5 | 50,8 | 81,2 | 1,2 | 1600,6 | 1580,7 |

CE - condutividade elétrica; PT - porosidade total; CRA - capacidade de retenção de água; CTC - capacidade de troca de cátions; U - umidade; Du - densidade úmida; Ds - densidade seca

A capacidade de campo (CC) foi determinada pelo método gravimétrico de acordo com a metodologia proposta por Sinclair et al. (2005). As disponibilidades hídricas adotadas desde o momento da semeadura foram 100%, 75%, 50% e 25 % da CC. A reposição hídrica, para compensar a perda por evapotranspiração foi realizada diariamente no período da tarde, às 16 horas, até a CC de tratamento.

Aos 60 dias após semeadura foram avaliadas as características clorofila total, altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca do sistema radicular e fitomassa seca total.

Os dados de clorofila foram coletados utilizando o clorofilômetro ClorofiLOG[®], modelo-CFL1030 o qual fornece medições dos teores das clorofilas a, b e total (a+b), expressas em Índice de Clorofila Falker (ICF). Para a determinação da altura da planta e diâmetro do caule utilizou-se, respectivamente, um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e uma régua graduada de 60 cm de comprimento com precisão de 0,1 cm. A área foliar foi mensurada por meio do medidor de área foliar ADC[®], modelo AM300. Para obtenção da fitomassa seca da parte aérea e da fitomassa seca do sistema radicular, as plantas foram secas em estufa de ventilação forçada à 60°C até atingirem massa constante e, posterior, pesadas em balança analítica de precisão (0,0001 g). A fitomassa seca total foi obtida pela soma da fitomassa seca da parte aérea e da fitomassa seca do sistema radicular.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, dois substratos (topsoil e bota fora) e quatro regimes hídricos (100%, 75%, 50% e 25% CC), com cinco repetições de dez plantas cada, totalizando 400 plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância com posterior comparação de médias e análise de regressão através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011)

Resultados e discussão

Foi observada interação significativa entre a disponibilidade hídrica e o substrato utilizado para todas as características avaliadas.

O teor de clorofila de plantas de *S. uniflora* em substrato “topsoil” foi mais alto do que o de plantas em “bota fora”, em todas as disponibilidades hídricas. No entanto, nos dois substratos, o teor de clorofila apresentou o mesmo comportamento, aumento seguido de declínio, à medida que houve aumento da disponibilidade hídrica de 25% para 100% CC. Os maiores teores de clorofila (78,46 e 63,70) foram obtidos a aproximadamente 80% e 83% CC para “topsoil” e “bota bora”, respectivamente (Figura 1A). Lenhard et al. (2010), avaliando plantas de *Caesalpinia ferrea*, observou os melhores valores de clorofila no tratamento 70% CC, seguidos de 40% e 12,5% CC. Xingu e Wu (2012) explica que o estresse hídrico provoca redução no conteúdo de clorofila, resultando em diminuição da área fotossinteticamente ativa, em menor eficiência de captação de radiação e em maior senescência foliar.

As plantas de *S. uniflora* em “topsoil” apresentaram altura superior às plantas em “bota fora” em todas as disponibilidades hídricas, exceto em condição de 50% CC, na qual a altura não diferiu estatisticamente. Em “topsoil” a altura das plantas apresentou crescimento linear em função do aumento da disponibilidade hídrica, com maior altura (23,11 cm) a 100% CC. Já em “bota fora”, a maior altura (16 cm) foi obtida a 91% da CC (Figura 1B). Resultados semelhantes foram encontrados por Cabral et al. (2004), estudando o crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob 100%, 50% e 25% CC, por Figueirôa et al. (2004), estudando *Myracroduon urundeuva* sob 25, 50 e 75% CC e por Lenhard et al. (2010) estudando *C. ferrea*, sob alagamento, 70%, 40% e 12,5% CC. Todos os autores constataram maior altura das plantas, quando submetidas à maior disponibilidade de água, corroborando com os resultados deste estudo. Togmon et al. (2012) também verificaram menor crescimento de *Ipomoea cairica* em condições de baixa disponibilidade hídrica. Segundo Yin et al. (2005), a interrupção no crescimento das plantas é uma das primeiras respostas ao estresse hídrico.

O diâmetro das plantas de *S. uniflora* apresentou comportamento linear em “topsoil”, com maior valor (1,84mm) a 100% CC, e quadrático em “bota fora”, com maior valor (1,78mm) a 96% CC. Plantas submetidas a 25% e 100% CC apresentaram maior diâmetro em “topsoil”. A 75% CC, o “bota fora” proporcionou plantas com maior diâmetro. Já em condição de disponibilidade hídrica de 50% CC, o diâmetro das plantas não diferiu estatisticamente, comparando os dois substratos (Figura 1C). Lenhard et al.

(2010) também observou maior diâmetro em plantas de *C. ferrea* submetidas a 70% de disponibilidade de água.

Comportamento semelhante ao do diâmetro foi verificado para a característica número de folhas, com exceção para a disponibilidade hídrica de 50%, na qual o diâmetro das plantas não apresentou diferença estatística entre os substratos (Figura 1D). Figueirôa et al. (2004), em plantas de *Myracrodruon urundeuva*, e Togmon et al. (2012), em *Ipomoea cairica*, também observaram menor número de folhas em condições de déficit hídrico. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), o estresse hídrico limita não somente o tamanho, mas também o número de folhas, uma vez que reduz o número e a taxa de crescimento dos ramos.

A área foliar das plantas de *S.uniflora* cultivadas em substrato “topsoil” e “bota fora” também apresentou comportamento linear e quadrático, respectivamente. A área foliar das plantas em “topsoil” foi superior somente à 100% CC. Nas demais disponibilidades hídricas não houve diferença significativa entre as áreas foliares nos diferentes substratos. Em “topsoil”, o maior valor de área foliar (111,93 cm²) foi a 100% CC, enquanto que em “bota fora”, o maior valor foi de 73,24 cm², a 117% CC (Figura 1E). Figueirôa et al. (2004), Cabral et al. (2004) e Lenhard et al. (2010) também verificaram menores resultados de área foliar em plantas de *M. urundeuva*, *T. aurea* e *C. ferrea* com menor suprimento de água.

A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas (FERNÁNDEZ et al., 1996). Isso porque quanto maior a área foliar maior será a perda por transpiração. Ainda conforme o autor, a área foliar é um importante fator da produção e determina o uso da água pelas plantas e seu potencial de produtividade é severamente inibido quando exposta a déficit hídrico. (FERNÁNDEZ et al., 1996).

As características fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca do sistema radicular e fitomassa seca total apresentaram comportamento quadrático para o substrato “topsoil” e linear para o substrato “bota fora”. As fitomassas secas da parte aérea, sistema radicular e total foram estatisticamente iguais nas disponibilidades hídricas de 25%, 50% e 75% CC, comparando os dois substratos. A 100% CC as fitomassas secas da parte aérea, sistema radicular e total das plantas em “topsoil” foram superiores às das plantas em “bota fora”. Em “topsoil”, os menores valores de fitomassas secas da parte aérea, sistema radicular e total foram 0,11g; 0,039g e 0,22g, a 38%, 18% e 28% CC, respectivamente. Já em “bota fora”, os maiores valores de

fitomassas secas da parte aérea, sistema radicular e total foram obtidos a 100% CC, sendo 9,28g; 0,19g e 0,92g, respectivamente. Os menores valores foram observados a 25% CC, na qual ocorreu morte das plantas (Figuras 1F, 1G E 1H).

Em *C. ferrea* a massa seca da parte aérea e da raiz foi maior quando as mudas foram cultivadas com 70% e 40% CC (LENHARD, et al., 2010). Em mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* cultivadas sob 100%, 50% e 25% da capacidade de recipiente, a produção de massa seca foliar diminuiu com a restrição hídrica mais severa (SANTIAGO et al., 2002). Estudando *M. urundeuva* sob 75%, 50% e 25% CC, Figueirôa et al. (2004) também verificaram menor massa seca da raiz sob déficit de água.

Segundo Taiz e Zeiger (2013), o estresse reduz a alocação de biomassa das folhas e dos caules e aumenta a das raízes. Essa resposta da planta pode estar associada a um mecanismo de tolerância ao estresse hídrico, pois, sob condição de baixa disponibilidade de água no solo, as plantas tendem a investir mais biomassa no sistema radicular, permitindo maior crescimento de raízes e, conseqüentemente, aumento da capacidade de absorção de água e nutrientes (CORREIA; NOGUEIRA, 2004).

Dessa forma, de acordo com Grisi et al. (2008) o déficit hídrico é uma das condições que mais limita a produção primária dos ecossistemas e o rendimento das culturas, principalmente pelas restrições que impõem à fixação fotossintética do carbono.

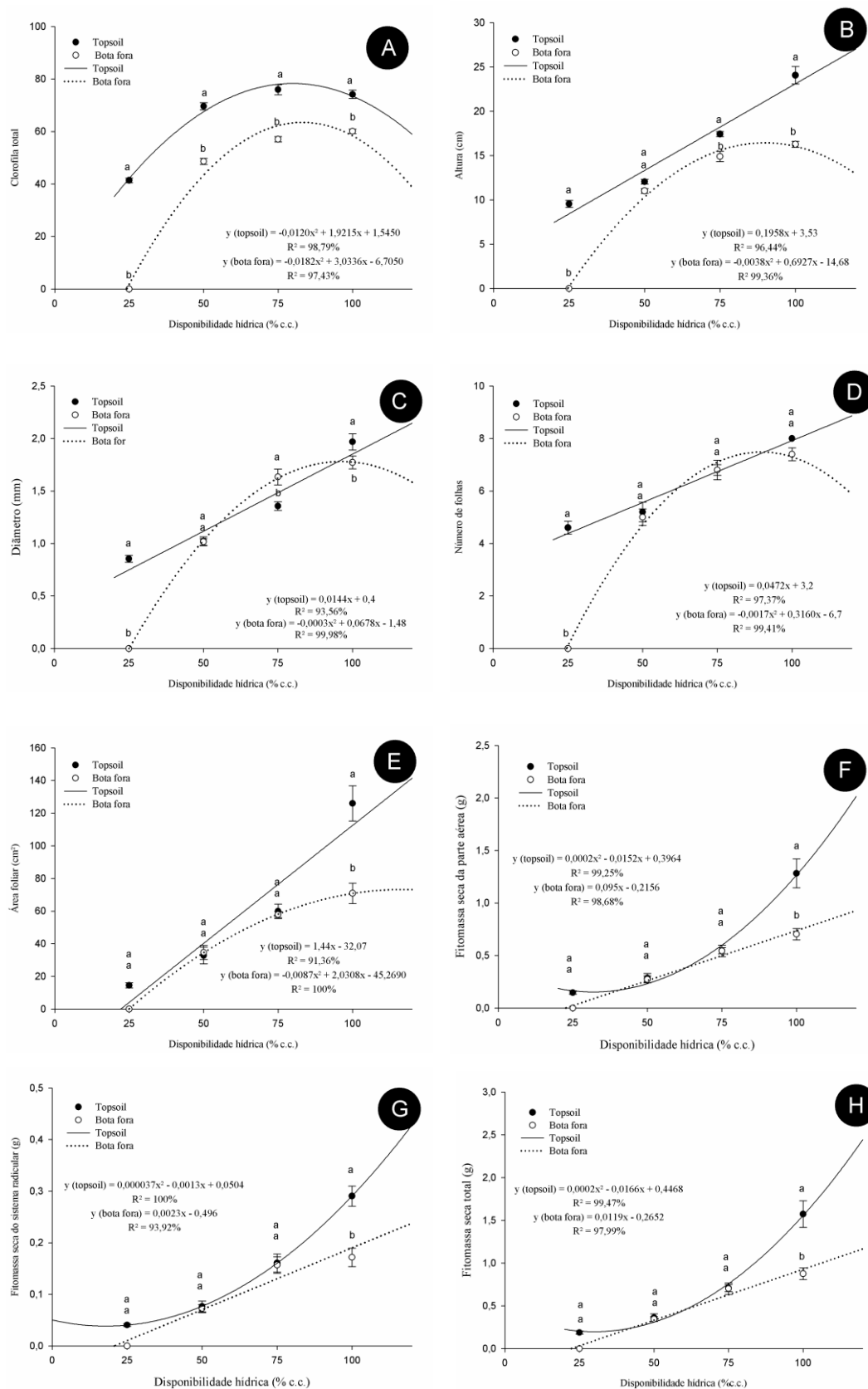


Figura 1. Clorofila total, altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca do sistema radicular e fitomassa seca total de *Senna uniflora*, sob disponibilidade hídrica de 100%, 75%, 50% e 25% da capacidade de campo, em substrato “topsoil” e “bota fora”, aos 60 dias após semeadura.

Conclusão

Plantas de *S. uniflora* cultivadas em substratos “topsoil” e “bota fora”, em geral, apresentam respostas semelhantes. A melhor disponibilidade hídrica para o crescimento e desenvolvimento de plantas de *S. uniflora* é 100% c.c.. No entanto, as plantas crescem satisfatoriamente acima de 50% c.c. À 25% c.c. as plantas apresentam crescimento reduzido podendo ocorrer mortalidade das mesmas.

Referências

- ALVES, M. ; ARAUJO, M. F. ; MACIEL, J. R.; MARTINS, S. **Flora de Mirandiba**. 1. ed. Recife: APNE, 2009. 357p.
- CABRAL, E.L. et al. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Marsh) Benth. & Hook. F. ex s. Moore submetida a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v.18, n.2, 2004.
- COSTA, J. A. S.; NUNES, T. S.; FERREIRA, P. L.; STRADMANNE, M. T. S.; QUEIROZ, L. P. **Leguminosas forrageira da caatinga**: espécies importantes para comunidades rurais no sertão da Bahia, Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, SASOP, 2002, 132p.
- CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Belo Horizonte, v.4, n.2, 2004.
- DAVIES, W. J.; WILKINSON, S.; LOVEYS, B. Stomatal control by chemical signaling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. **New Phytologist**, Lancaster, v. 153, n. 3, p. 449-460, 2002.
- FAN, L.; LINKER, R.; GEPSTEIN, S.; TANIMOTO, E.; YAMAMOTO, R.; NEUMANN, P. M. Progressive inhibition by water deficit of cell wall extensibility and growth along the elongation zone of maize roots is related to increased lignin metabolism and progressive stelar accumulation of wall phenolics. **Plant Physiology**, Rockville, v.140, n. 2, p.603-12, 2006.
- FAVERO, C; JUCKSCH, I; COSTA, L. M; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n. 1, p.171-177, 2000.
- FERNÁNDEZ, C.J.; McINNES, K.J.; COTHREN, J.T. Water status and leaf area production in water-and nitrogen-stressed cotton. **Crop Science**, Madison, v.36, p.1224-1233, 1996.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D.C. A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodrum urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídrico. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v.18, n.3, p.573-580. 2004.

GHOLZ, H.L.; EWEL, K.C. & TESKEY, R.O. Water and forest productivity. **Forest Ecological Management**, Amsterdam, v. 30, n. 1, p.1-18, 1990.

GRISI, F. A.; ALVES, J. D.; CASTRO, E. M.; OLIVEIRA, C.; BIAGIOTTI, G.; MELO, L. A. Avaliações anatômicas foliares em mudas de café 'catuaí' e 'siriema' submetidas ao estresse hídrico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p.1730-1736, 2008.

JONES, H.G.; CORLETT, J.E. Current topics in drought physiology. **Journal of Agricultural Science**, v.119, p.291-296, 1992.

INMET 1992. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas 1961 a 1990**. INMET, Brasília, Brasil. 84p.

LENHARD, N. R.; SCALON, S. P. Q.; NOVELINO, J. O. Crescimento inicial de mudas de pau ferro (*Caesalpinia ferrea*MART. ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) sob diferentes regimes hídricos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 870-877, 2010.

LOPEZ, F. B.; CHAUHAN, Y. S.; JOHANSEN, C. Effects of timing of drought stress on leaf area development and canopy light interception of short-duration pigeonpea. **Journal of Agronomy and Crop Science**, California, v. 178, n. 1, p. 1-7, 2008.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Nova Odessa, SP: InstitutoPlantarum, 2008. 640 p.

SANTIAGO, A.M.P.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; LOPES, E.C. Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth cultivada sob estresse hídrico. **Revista Ecosystema**, v.26, n.1, 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian Caatinga. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University, 1995. p. 35-63.

SILVA, M. A.; JIFON, J. L.; DA SILVA, J. A. G.; SHARMA, V. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 3, p. 193-201, 2007.

SILVEIRA LM; BARROS JÚNIOR AP; BEZERRA NETO F; LINHARES PCF; LIMA JSS; MOREIRA JN; SILVA ML; PACHECO IWL; OLIVEIRA MKT; FERNANDES YTD. Viabilidade produtiva de alface em função de diferentes adubos verdes e quantidades aplicadas ao solo. **Horticultura Brasileira**. v. 27, p. 283-287, 2009.

SINCLAIR, T.R.; HOLBROOK, N.M.; ZWIENIECKI, M.A. Daily transpiration rates of woody species on drying soil. **Tree Physiology**, Oxford, v.25, p.1469-1472, 2005.

SMIT, M. A.; SINGELS, S. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, Ontario, v. 98, n. 2-3, p. 91-97, 2006.

STEUDLE, E. Water uptake by roots: effects of water deficit. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 51, n. 350, p. 531-1542, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 820 p. 2013.

TOGMON, G. B.; PETRY, C. CUQUEL, F. L. Response to water deficit of *Ipomoea cairica* (L.) sweet. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 318-324, 2012.

WAHID, A.; CLOSE, T. J. Expression of dehydrins under heat stress and their relationship with water relations of sugarcane leaves. **Biologia Plantarum**, Netherlands, v. 51, n. 1, p. 104-109, 2007.

XINGU, D.; WU, Y. Photosynthetic response of three climber plant species to osmotic stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. **Acta Physiologiae Plantarum**, Heidelberg, v. 34, n. 5, p. 1659–1668, 2012.

YIN, C. et al. Adaptive responses of *Populus kangdigensis* to drought stress. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.123, p.445–451, 2005.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bioma Caatinga vem sofrendo alterações decorrentes dos processos antrópicos, cada vez mais evidentes, os quais podem resultar perda da biodiversidade, degradação dos solos, desertificação, dentre outros problema ambientais. O processo de regeneração natural de áreas degradadas tende a ser acelerado com a realização de cobertura vegetal com espécies herbáceas. Dessa forma, a prospecção de espécies herbáceas da flora nativa do bioma caatinga com potencial para cobertura vegetal de áreas degradadas é uma importante ferramenta nesse processo.

Além disso, estudos sobre a ecofisiologia das sementes, ou seja, germinação, dormência e as relações hídricas e crescimento e desenvolvimento de plantas em condições de estresse, permitem compreender os mecanismos de adaptação, características morfofisiológicas mais afetadas e os limites de tolerância das espécies às condições naturais.

Esse conhecimento permite a identificação das potencialidades de espécies nativas na recuperação de ambientes com algum tipo de perturbação, fornecendo subsídios para implementação de programas de recuperação

Nesse contexto, as espécies prospectadas neste estudo maior potencial, de acordo com os atributos considerados neste estudo, foram *Senna uniflora*, *Raphiodon echinus*, *Sida galheirensis*, *Tridax procumbens*, *Tephrosia purpurea*, *Mesosphaerum suaveolens*, *Diodella teres*, *Waltheria rodundifolia*, *Glinus radiatus* e *Herissantia crispa*.

Em se tratando da espécie *Senna uniflora*, verificou-se a existência de dormência física, sendo os métodos de escarificação mecânica e química a 5, 15 e 30 min, os mais eficientes para superação dessa dormência, sobretudo nos regimes de temperatura constante de 25° C e 30° C e alternada 30/20° C. Sob condições de estresse hídrico (PEG) e salino (NaCl), a germinação das sementes de *S. uniflora* foi reduzida com o aumento do potencial osmótico, sendo -0,8 MPa o limite mínimo de germinação. Essa espécie é mais sensível ao estresse hídrico do que ao estresse salino.

Além disso, a melhor disponibilidade hídrica para o crescimento e desenvolvimento de plantas de *S. uniflora* é 100% c.c.. No entanto, as plantas crescem satisfatoriamente acima de 50% c.c. Abaixo de 25% c.c. as plantas apresentam menor crescimento podendo ocorrer mortalidade das mesmas.