



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Campus II – Areia - PB

**INVASÃO BIOLÓGICA POR *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. NA
PARAÍBA, BRASIL: BIOLOGIA REPRODUTIVA, ECOFISIOLOGIA DE
SEMENTES E ESTRUTURA POPULACIONAL**

Vênia Camelo de Souza

**Areia – PB
Fevereiro - 2012**

VÊNIA CAMELO DE SOUZA

**INVASÃO BIOLÓGICA POR *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. NA PARAÍBA, BRASIL:
BIOLOGIA REPRODUTIVA, ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES E ESTRUTURA
POPULACIONAL**

Areia-PB

Fevereiro - 2012

VÊNIA CAMELO DE SOUZA

**INVASÃO BIOLÓGICA POR *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. NA PARAÍBA, BRASIL:
BIOLOGIA REPRODUTIVA, ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES E ESTRUTURA
POPULACIONAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, em cumprimento as exigências para obtenção do título de Doutora em Agronomia, Área de Concentração: Ecologia Vegetal e Meio Ambiente.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Leonaldo Alves de Andrade

Prof^a. Dr^a. Edna Ursulino Alves

Prof^a. Dr^a. Zelma Glebya Quirino

Areia-PB

Fevereiro - 2012

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

S729i Souza, Vênia Camelo de.

Invasão biológica por *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. na Paraíba, Brasil: biologia reprodutiva, ecofisiologia de sementes e estrutura populacional. / Vênia Camelo de Souza. - Areia: UFPB/CCA, 2012.
199 f. ; il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

Bibliografia.

Orientador(a): Leonaldo Alves de Andrade.

1. Ecofisiologia de sementes 2. Ecologia vegetal 3. Vegetal – Meio ambiente – Invasão 4. Sesbania virgata (CAV.) PERS. I. Andrade, Leonaldo Alves de (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

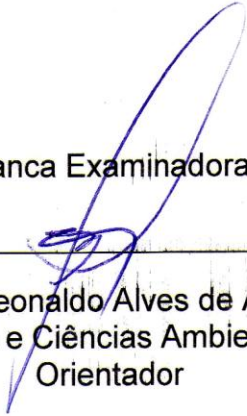
CDU: 581.524.2(043.2)

**INVASÃO BIOLÓGICA POR *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. NA PARAÍBA, BRASIL:
BIOLOGIA REPRODUTIVA, ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES E ESTRUTURA
POPULACIONAL**


VÊNIA CAMELO DE SOUZA

Tese aprovada pela comissão examinadora em 28 de fevereiro de 2012.

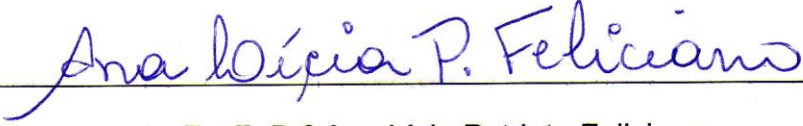
Banca Examinadora




Prof. Dr. Leonardo Alves de Andrade
Depto. de Fitotecnia e Ciências Ambientais - CCA/UFPB
Orientador



Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon
Depto. de Ciência Florestal - UFRPE
Examinador



Profª. Drª Ana Lícia Patriota Feliciano
Depto. de Ciência Florestal - UFRPE
Examinadora



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
Depto. de Ciências Fundamentais e Sociais - CCA/UFPB
Examinador

Dedico

A DEUS, MEU MESTRE, minha rocha, fortaleza e FONTE DE TODA SABEDORIA

À MINHA FAMÍLIA

A Meus Pais, JONAS CAMELO DE SOUZA e LÚCIA MARIA CAMELO DE SOUZA,
exemplos de vida e impulsionadores deste momento;

Ao Meu Esposo, MARLOS,
pelo amor, incentivo, apoio e compreensão, ao longo deste caminho, em busca de mais
um ideal que me enche de felicidade;

A Minha Querida e Amada Filha LARISSA,
sonho concretizado e presente de Deus, que constitui todas as minhas razões;

A Meus Irmãos,

Minha Querida Irmã CASSIARA,

pelos momentos construídos ao longo de uma vida que remetem os nossos
pensamentos desde a infância e vão perdurar ao longo da história, a qual foi e está
recheada de ensinamentos e experiências que nos fizeram amadurecer. O essencial
neste processo é saber o que está no nosso coração, no dela sei que reflete uma profunda
alegria em mais uma conquista e um sonho realizado na minha vida;

HAMILTON, JÂNIO e JONAS,

por estarem sempre presentes na minha vida, vibrando com as minhas conquistas e
fazendo brotar em mim, o desejo de lutar por projetos nobres;

Meus Tios, FLORIANO (**Tio Nola**), IVO, WILSON, CHICO e Tias, RITA (**Tia Cassinha**),
MARIA JOSÉ (**Tia Zezé**),

pela torcida a favor e o carinho da admiração;

Minha **GRATIDÃO** e **AMOR!**

O desenvolvimento deste trabalho de Tese teve a participação de muitas pessoas que compartilharam seus conhecimentos e experiências, fico feliz por chegar aqui, ter a possibilidade de agradecer a quem me acompanhou nesta longa caminhada e pela oportunidade de aprender e descobrir coisas novas.

AGRADEÇO...

A DEUS, pelo dom da vida, força, vigor e saúde com que me agraciou, fortalecendo o meu espírito, firmando os meus passos e me fazendo perseverar e superar todos os obstáculos encontrados nesta caminhada.

Aos MEUS PAIS, Jonas Camelo de Souza (*in memoriam*) e Lucia Maria Camelo de Souza, por toda a dedicação, amor, zelo, esforço e carinho para comigo. Obrigada pelos ensinamentos, valores, e sonhos transmitidos e ainda mais, pelas renúncias e dificuldades que fizeram para garantir uma formação digna e respeitável. Vocês fazem parte deste grande êxito que hoje alcanço.

A MEU ESPOSO, Marlos, pelo carinho, paciência e presença em minha vida sempre apoiando e incentivando minha trajetória profissional;

À UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, especialmente ao Centro de Ciências Agrárias, pelo suporte à concretização deste ideal;

AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, pela possibilidade de realização do Curso;

AO CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E AGRÁRIAS (CCHSA), Campus III, Bananeiras, PB pelo apoio, liberação e estímulo à minha qualificação profissional;

Em Especial, ao Meu Orientador, PROF. LEONALDO, pelas orientações e sugestões realizadas objetivando sempre um trabalho de qualidade e me estimulando a fazer o melhor, alcançar os alvos e avançar nas metas estabelecidas. Muito Obrigado!

Aos COORDENADORES DA PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, os professores Riselane de Lucena Alcântara Bruno, Ademar Pereira de Oliveira e Luciana Cordeiro do Nascimento, pela gestão no decorrer do curso e apoio prestado;

À SECRETÁRIA da Pós-Graduação em Agronomia, Cícera Eliane Araújo, pelo apoio durante o curso;

Aos PROFESSORES do Programa de Pós-Graduação pela contribuição na minha formação profissional;

Ao Professor WALTER ESFRAIN, pela valiosa contribuição de forma competente na análise dos dados estatísticos, bem como pela sua paciência, gentileza e disponibilidade em colaborar;

À PROFESSORA ZELMA , pela co-orientação no trabalho desenvolvido, o qual foi enriquecido pelas contribuições inovadoras e a disponibilidade do laboratório de Ecologia Vegetal do Campus IV, Rio Tinto,PB para realização das análises de biologia floral;

À PROFESSORA EDNA, pela co-orientação no desenvolvimento da tese através de sua importante orientação no que concerne a área de sementes;

À BANCA EXAMINADORA, por dedicar parte do seu tempo na melhoria do trabalho;

AOS MEUS COLEGAS DA PÓS GRADUAÇÃO, Pollyanna Agra, Andréa, Ariadne, Juliano Fabricante, Jozivan, Klerton, Gerlândio, Mário, Jailma, Tancredo, Tarcísio Gondim, pelos momentos compartilhados no decorrer da história recheada de palavras de encorajamento, momentos de descontração, reuniões de estudo, montagem e realização de experimentos, congressos, enfim, todas estas etapas foram fundamentais para o meu êxito;

AOS ESTUDANTES E ESTAGIÁRIOS DO LABORATÓRIO DE ECOLOGIA VEGETAL, Francisco Thiago, Ramon, Ariosto, Patrícia, Elias, Lucivaldo, Maria Lúcia, Raphaella, Beatriz (Campus IV, Rio Tinto), Flávio, Vítor, Vinícius, Rafael, pela presença constante nas atividades de pesquisa colaborando com a condução dos experimentos e o êxito dos resultados alcançados;

À TURMA DO LABORATÓRIO DE ECOLOGIA VEGETAL, Edilson Guedes (Didiu), Reginaldo, Christiane, Celly, Marcone, Sr. Pedro pelo bom andamento das atividades de pesquisa, ensino e extensão conduzidas no laboratório proporcionando desta forma a condução dos trabalhos de forma organizada e sistemática e pelo convívio harmonioso;

AOS FUNCIONÁRIOS DO LABORATÓRIO DE SEMENTES, Sr. Biu e Rui Barbosa, pela disponibilidade em colaborar;

ÀS PESSOAS DO CAMPO, DAS COMUNIDADES onde os experimentos foram lançados pelo apoio fundamental na realização das pesquisas;

A NEIDE, pelo amor, carinho e dedicação que tem dispensado a Larissa, me proporcionando tranquilidade e disposição para as minhas atividades acadêmicas;

A Todos que colaboraram para viabilização deste trabalho.

Meus mais Sinceros AGRADECIMENTOS...

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xvi
RESUMO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVASÃO BIOLÓGICA VEGETAL	
1.INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO 2. FENOLOGIA DA INVASORA <i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers. NO MUNICÍPIO DE AREIA, PARAÍBA	
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
1.INTRODUÇÃO.....	34
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3. RESULTADOS	39
4. DISCUSSÃO.....	46
5. CONCLUSÕES.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

CAPÍTULO 3. BIOLOGIA FLORAL de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.: UMA ESPÉCIE INVASORA NO AGRESTE PARAIBANO

RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57
1.INTRODUÇÃO.....	58
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
4. CONCLUSÕES.....	70
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

CAPÍTULO 4. SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	76
1.INTRODUÇÃO.....	77
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	79
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4. CONCLUSÕES.....	89
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

CAPÍTULO 5. LONGEVIDADE DE SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

RESUMO.....	94
ABSTRACT.....	95
1.INTRODUÇÃO.....	96
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	98
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101

4. CONCLUSÕES.....	121
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122

CAPÍTULO 6. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. EM FUNÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO, HÍDRICO E SALINO

RESUMO.....	128
ABSTRACT.....	129
1.INTRODUÇÃO.....	131
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	133
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	136
4. CONCLUSÕES.....	153
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154

CAPÍTULO 7. OCORRÊNCIA DE *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. COMO ESPÉCIE INVASORA NAS MARGENS DO RIO PARAÍBA

RESUMO.....	159
ABSTRACT.....	160
1.INTRODUÇÃO.....	161
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	163
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	171
4. CONCLUSÕES.....	193
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	194
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	196

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVASÃO BIOLÓGICA VEGETAL

- Figura 1.** Principais etapas de um processo de invasão biológica.....12
- Figura 2.** Etapas ocorrentes após o estabelecimento de um processo de invasão biológica.....13
- Figura 3.** Esquema das principais barreiras limitantes para a disseminação das plantas introduzidas.....14
- Figura 4.** *Sesbania virgata* (Cav.) Pers: planta adulta e detalhe de partes da planta...20
- Figura 5.** Indivíduo de *Sesbania virgata* selecionado na área de estudo, Areia-PB.....21

CAPÍTULO 2. FENOLOGIA DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. NO MUNICÍPIO DE AREIA, PARAÍBA

- Figura 1.** Localização da população de *Sesbania virgata* na área de estudo no município de Areia – PB.....37
- Figura 2.** Precipitação (mm) e Temperatura (°C) no município de Areia-PB de março de 2009 a maio de 2011.....38
- Figura 3.** Histograma circular da fenofase brotação no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia-PB..... 39
- Figura 4.** Histograma circular da fenofase queda foliar no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia-PB.....40
- Figura 5.** Histograma circular da fenofase botão no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia-PB.....41
- Figura 6.** Histograma circular da fenofase flor aberta no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia-PB.....43
- Figura 7.** Histograma circular da fenofase fruto verde no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia-PB.....44

Figura 8. Histograma circular da fenofase fruto maduro no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de <i>Sesbania virgata</i> em área invadida no município de Areia-PB.....	45
Figura 9. Porcentagem de Indivíduos de <i>Sesbania virgata</i> em floração e frutificação em área invadida no município de Areia-PB no período de março de 2009 a maio de 2011.....	45
Figura 10. Fenofases reprodutivas na população de <i>Sesbania virgata</i> estudada em área invadida no município de Areia-PB.....	46

CAPÍTULO 3. BIOLOGIA FLORAL de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.: UMA ESPÉCIE INVASORA NO AGRESTE PARAIBANO

Figura 1. Grãos de pólen de <i>Sesbania virgata</i> após coloração com carmim acético a 2%.....	61
Figura 2. Detalhes da flor de <i>Sesbania virgata</i>	63
Figura 3. Detalhe dos experimentos de polinização na área de estudo no município de Areia, Paraíba.....	66
Figura 4. Visitantes florais da população de <i>Sesbania virgata</i> ao longo do dia no município de Areia-PB.....	68
Figura 5. A abelha <i>Xylocopa</i> sp. pousando na flor de <i>Sesbania virgata</i> , Areia-PB.....	69

CAPÍTULO 4. SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

Figura 1. Emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes submetidas à escarificação química.....	81
Figura 2. Primeira contagem de emergência de plântulas oriundas de sementes de <i>Sesbania virgata</i> submetidas à escarificação química.....	83
Figura 3. Emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes submetidas a diferentes temperaturas para superação da dormência.....	84
Figura 4. Comprimento de raiz de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes submetidas a diferentes temperaturas para superação da dormência.....	85

Figura 5. Emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes submetidas a escarificação manual e imersão em água por diferentes períodos.....	86
Figura 6. Primeira contagem de emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes submetidas a escarificação manual e imersão em água por diferentes períodos.....	87

CAPÍTULO 5. LONGEVIDADE DE SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Figura 1. Emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes armazenadas a 5 cm de profundidade. Areia-PB.....	101
Figura 2. Primeira contagem de emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes armazenadas a 5 cm de profundidade. Areia – PB.....	104
Figura 3. Emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes armazenadas no solo em diferentes profundidades, em Areia – PB.....	105
Figura 4. Primeira contagem de emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes armazenadas no solo em diferentes profundidades, em Areia – PB.....	106
Figura 5. Índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes armazenadas no solo em diferentes profundidades, em Areia – PB.....	107
Figura 6. Teor de água de sementes de <i>Sesbania virgata</i> acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento.....	109
Figura 7. Emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento	110
Figura 8. Primeira contagem de emergência de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento.....	113
Figura 9. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de <i>Sesbania virgata</i> oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento.....	115

- Figura 10.** Comprimento de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento.....117
- Figura 11.** Massa da matéria seca de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento.....119

CAPÍTULO 6. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. EM FUNÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO, HÍDRICO E SALINO

- Figura 1.** Germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas a diferentes temperaturas.....137
- Figura 2.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas a diferentes temperaturas.....138
- Figura 3.** Comprimento de parte aérea (A) e raiz (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes a diferentes temperaturas.....139
- Figura 4.** Massa da matéria seca da parte aérea (A) e das raízes (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas a diferentes temperaturas.....140
- Figura 5.** Germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas ao estresse hídrico (PEG) na temperatura de 25°C.....141
- Figura 6.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas ao estresse hídrico (PEG) em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).....142
- Figura 7.** Comprimento de parte aérea (A) e raiz (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico (PEG) em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).....144
- Figura 8.** Massa da matéria seca da parte aérea (A) e das raízes (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico (PEG) em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).....145
- Figura 9.** Germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas ao estresse salino na temperatura de 25°C.....147
- Figura 10.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas ao estresse salino em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).....147

Figura 11. Comprimento da parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).....149

Figura 12. Massa da matéria seca da parte aérea (A) e das raízes (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).....151

CAPÍTULO 7. OCORRÊNCIA DE *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. COMO ESPÉCIE INVASORA NAS MARGENS DO RIO PARAÍBA

Figura 1. Disposição das parcelas em trecho no Rio Paraíba, município de Natuba, PB.....163

Figura 2. Disposição das parcelas em trecho no Rio Paraíba, município de Salgado de São Félix-PB.....164

Figura 3. Disposição das parcelas em trecho no Rio Paraíba, município de Itabaiana-PB.....165

Figura 4. Ocorrência de *Sesbania virgata* nas margens do Rio Paraíba, Natuba-PB, 2010.....171

Figura 5. Ocorrência de *Sesbania virgata* no Rio Paraíba, Salgado de São Félix-PB, 2010.....176

Figura 6. Ocorrência de *Sesbania virgata* na margem do Rio Paraíba, Itabaiana-PB, 2010.....180

Figura 7. Diagrama de ordenação da análise de Coordenadas Principais (PCO) realizada com três locais (A) e oito espécies (B) de indivíduos adultos usando como medida de semelhança a distância Euclidiana.....184

Figura 8. Diagrama de ordenação da análise de Coordenadas Principais (PCO) realizada com três locais (A) e 16 espécies (B) de indivíduos regenerantes usando como medida de semelhança a distância Euclidiana.....186

Figura 9. Componentes principais de variáveis de fertilidade do solo das três áreas estudadas.....187

Figura 10. Diagrama de ordenação da análise de Coordenadas Principais (PCO) realizada com três locais (A) e 16 espécies (B) de indivíduos adultos e regenerantes usando como medida de semelhança a distância Euclidiana.....188

Figura 11. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais (PCA) realizada com três locais e outras variáveis de indivíduos adultos.....	189
Figura 12. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais (PCA) realizada com três locais e outras variáveis de indivíduos regenerantes.....	190
Figura 13. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais (PCA) realizada com três locais e outras variáveis de indivíduos adultos e regenerantes.....	191

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2. FENOLOGIA DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. NO MUNICÍPIO DE AREIA, PARAÍBA

Tabela 1. Correlação de Spearman (r_s) com suas respectivas probabilidades (p) entre temperatura, precipitação e as fenofases vegetativas e reprodutivas.....	40
Tabela 2. Estatística circular para ocorrência de sazonalidade e data média para quatro fenofases no período de março de 2009 a maio de 2011 em uma população da espécie invasora <i>Sesbania virgata</i> em área invadida no município de Areia-PB.....	42

CAPÍTULO 3. BIOLOGIA FLORAL de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.: UMA ESPÉCIE INVASORA NO AGRESTE PARAIBANO

Tabela 1. Características florais de <i>Sesbania virgata</i> em população localizada no município de Areia-PB.....	63
Tabela 2. Polinização e frutificação sob tratamentos em flores de <i>Sesbania virgata</i> no município de Areia-PB.....	65
Tabela 3. Número de flores por inflorescência e frutos formados de <i>Sesbania virgata</i> em indivíduos selecionados no município de Areia-PB.....	65

CAPÍTULO 4. SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

Tabela 1. Média dos tratamentos e estimativa (y) dos contrastes para as características relacionadas com a emergência e o vigor de sementes de <i>Sesbania virgata</i>	88
---	----

CAPÍTULO 7. OCORRÊNCIA DE *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. COMO ESPÉCIE INVASORA NAS MARGENS DO RIO PARAÍBA

Tabela 1. Características físicas e químicas de amostras de solos coletadas nas três áreas de estudo, Natuba-PB, Salgado de São Félix-PB e Itabaiana-PB....	166
Tabela 2. Parâmetros quantitativos e estruturais do estrato arbustivo-arbóreo da margem do Rio Paraíba em Natuba, PB (Área I).....	172
Tabela 3. Parâmetros estruturais da regeneração natural da margem do Rio Paraíba em Natuba, PB (Área I).....	173
Tabela 4. Valores do Índice de Shannon (H') das áreas estudadas. Área I = Natuba-PB, Área II = Salgado de São Félix-PB, Área III = Itabaiana-PB.....	174
Tabela 5. Parâmetros quantitativos e estruturais do estrato arbustivo-arbóreo da margem do Rio Paraíba em Salgado de São Félix, PB (Área II).....	176
Tabela 6. Parâmetros estruturais da regeneração natural da margem do Rio Paraíba em Salgado de São Félix, PB (Área II).....	178
Tabela 7. Parâmetros quantitativos e estruturais do estrato arbustivo-arbóreo da margem do Rio Paraíba em Itabaiana, PB (Área III).....	179
Tabela 8. Parâmetros quantitativos e estruturais da regeneração natural da margem do Rio Paraíba em Itabaiana, PB (Área III).....	182

SOUZA, Vênia Camelo de. Invasão Biológica por *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. na Paraíba, Brasil: Biologia Reprodutiva, Ecofisiologia de Sementes e Estrutura populacional

RESUMO

Os conhecimentos científicos sobre o táxon invasor *Sesbania virgata* no Nordeste do Brasil são ainda bastante incipientes. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo conhecer o processo de invasão biológica pela espécie, pelo estudo da biologia reprodutiva, ecofisiologia de sementes e estrutura populacional. Os experimentos foram conduzidos em campo, com populações ocorrentes no Agreste Paraibano e nas margens do Rio Paraíba e nos Laboratórios de Ecologia Vegetal da Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Agrárias, em Areia e do Campus IV em Rio Tinto e no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias. O trabalho foi estruturado em sete capítulos seguindo a seguinte abordagem: Capítulo 1 – Contextualização da invasão biológica vegetal; Capítulo 2 – Fenologia da invasora *Sesbania virgata* no município de Areia-PB; Capítulo 3 – Biologia floral de *Sesbania virgata*: uma espécie invasora no agreste paraibano; Capítulos 4, 5 e 6 – Dormência de sementes de *Sesbania virgata*, Longevidade sob diferentes condições de armazenamento e estresse abiótico em sementes da invasora; Capítulo 7 – Ocorrência de *S. virgata* como espécie invasora nas margens do Rio Paraíba, PB. As estratégias de invasão utilizadas pela espécie comprova-se que *S. virgata* se constitui uma invasora agressiva nos ambientes estudados.

Palavras-chave: Ecologia, invasora, Fabaceae.

SOUZA, Vênia Camelo de. Biological Invasion by *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. in State of Paraíba, Brazil: Reproductive Biology, Seed Ecophysiology and Population Structure

ABSTRACT

Scientific knowledge about the invasive taxon *Sesbania virgata* in the Northeast Brazil is still very incipient, therefore this research aimed to know this species biological invasion process, through studies of reproductive biology, seed ecophysiology and population structure. Field experiments were carried out with *Sesbania virgata* occurring population in the agreste of State of Paraíba, and the Paraíba river banks. Experiments were also carried out in the Plant Ecology and Seed Analysis Laboratories of the Agrarian Sciences Center of the Paraíba Federal University at Areia - PB, and in the Campus IV, Rio Tinto – PB. This research was structured in seven chapters according to the following approach: Chapter 1 – Plant biological invasion background; Chapter 2 – Phenology of the invasive species *S. virgata* in the county of Areia-PB; Chapter 3 – *S. virgata* flower biology: an invasive species in the agreste of State of Paraíba; Chapters 4, 5 and 6 – *S. virgata* seed dormancy, seed longevity under different storage and abiotic stress conditions; Chapter 7 – Structural analysis of a *S.virgata* population as invasive species of the Caatinga in the Paraíba River banks. *S.virgata* invasion strategies and proves that it is an aggressive invasive species in the studied environments.

Key-words: Ecology, invasive, Fabaceae.

CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVASÃO BIOLÓGICA VEGETAL

1. INTRODUÇÃO GERAL

A contaminação biológica constitui um fenômeno relativamente novo para a ciência, mas representa uma das maiores ameaças à biodiversidade autóctone em praticamente todos os continentes. Este fenômeno pode ser causado tanto por espécies de animais, quanto por vegetais e sua manifestação severa está quase sempre associada às intervenções antrópicas nos ecossistemas, o que gera desequilíbrios e compromete a homeostase, em diferentes níveis.

As perdas da diversidade biológica global se deve a vários problemas ambientais e, mais recentemente, à introdução de espécies exóticas. As invasões biológicas constituem a segunda causa mundial de perda de biodiversidade, perdendo apenas para ação direta do homem sobre os habitats (ZILLER 2001; BASKIN, 2002; GISP 2005).

As invasões biológicas não se distribuem, geográfica ou climaticamente, de forma homogênea, ocorrendo poucas invasões em áreas com condições climáticas e ambientais extremas. Grande parte das áreas invadidas por espécies exóticas situam-se na Austrália, América do Sul e do Norte, seguidas de África, Índia e várias ilhas (WILLIAMSON, 1999; MARCHANTE, 2001). As regiões com clima temperado são mais susceptíveis à invasão, parecendo mais vulneráveis às espécies invasoras (MARCHANTE, 2001).

A falta de políticas de prevenção e a escala em que se encontram muitas áreas invadidas em nível global, além dos impactos que esse fenômeno provoca, tornam esse problema tão grave quanto as mudanças climáticas e à ocupação do solo como um dos mais importantes agentes de mudança global por causa antrópica (ZILLER, 2001).

Ainda não se tem efetivos registros de todas as espécies potencialmente invasoras, conhecendo-se apenas uma pequena porção destas (ZILLER e GALVÃO, 2002), principalmente em ambientes tropicais (PETENON e PIVELLO, 2008). No Brasil são conhecidas mais de 100 espécies vegetais invasoras de ecossistemas naturais, e, outras centenas que infestam e causam sérios danos e prejuízos aos sistemas agrícolas (I3N, 2008).

As plantas exóticas invasoras tendem a produzir em ecossistemas naturais alterações em propriedades ecológicas essenciais como ciclagem de nutrientes e produtividade vegetal, cadeias tróficas, estrutura, dominância, distribuição e funções de

espécies num dado ecossistema, distribuição de biomassa, densidade de espécies, porte da vegetação, acúmulo de serrapilheira e de biomassa (com isso aumentando o risco de incêndios), taxas de decomposição, processos evolutivos e relações entre polinizadores e plantas (AGRA e OLIVEIRA, 2008).

Espécies que foram introduzidas no País e que não causaram problemas até e então, precisam ser igualmente avaliadas, pois seu caráter invasor pode manifestar-se no futuro, em função de seus processos adaptativos e/ou mudanças no ambiente, incluindo as de ordem climática. Limitar a movimentação voluntária de espécies presentes no país é um dos desafios a serem vencidos. A adoção de códigos de conduta de voluntários pode ajudar nesse sentido, especialmente quando se trata da indústria de plantas ornamentais, de sementes e de animais de estimação (ZILLER et al., 2007).

No contexto da invasão biológica vegetal, a espécie *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., comumente conhecida como algaroba é muito importante nas discussões e políticas agrícolas em muitos países da África, do sul da Ásia, da Austrália e do continente Americano, no entanto esta espécie tem se revelado uma agressiva invasora, inclusive no Brasil (ANDRADE et al., 2010). Os agricultores, pecuaristas, pesquisadores e ecologistas estão preocupados com a invasão ecológica de espécies do gênero *Prosopis* em grandes áreas onde foram introduzidas (MIRANDA et al., 2011), em tão poucas décadas. Em alguns países, os governos estão sendo pressionados em suas políticas, recomendando que as espécies não sejam plantadas, e, às vezes, orientando a implantação de programas de erradicação.

No semiárido do Nordeste brasileiro, dentre os poucos estudos conhecidos destacam-se os trabalhos de Pegado et al.(2006) e Andrade et al.(2008; 2009) que avaliaram os impactos causados por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a fitodiversidade e a estrutura da caatinga e atualmente estima-se que as áreas invadidas no Nordeste se aproximam de um milhão de hectares (ANDRADE et al., 2010).

Ainda na região Nordeste, a espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., família Fabaceae-Faboideae, porte arbustivo, é um táxon pioneiro e semi-perene, era praticamente desconhecida acerca de duas décadas atrás, quando então começou a ocupar margens de rios e reservatórios, revelando-se mais recentemente como uma invasora capaz de provocar sérios impactos nos ecossistemas invadidos (ANDRADE, 2006).

Considerando que os conhecimentos científicos sobre o referido táxon no Nordeste do Brasil são ainda bastante incipientes, este trabalho foi estruturado em sete capítulos com a seguinte abordagem:

Capítulo 1 – Contextualização da invasão biológica vegetal;

Capítulo 2 – Fenologia da invasora *Sesbania virgata* no município de Areia-PB;

Capítulo 3 – Biologia floral de *Sesbania virgata*: uma espécie invasora no agreste paraibano;

Capítulos 4, 5 e 6 – Superação da dormência de sementes de *Sesbania virgata*, longevidade sob diferentes condições de armazenamento e estresse abiótico em sementes da invasora;

Capítulo 7 – Ocorrência de *Sesbania virgata* como espécie invasora nas margens do Rio Paraíba, PB.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo identificar o processo de invasão biológica pela espécie, pelo estudo da biologia reprodutiva, ecofisiologia de sementes e estrutura populacional visando ampliação do conhecimento ecológico sobre a espécie invasora no Nordeste do Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Invasão Biológica

A invasão biológica é o segundo fenômeno causado pelo homem que mais provocou extinção de espécies até a atualidade, superando as alterações climáticas e as mudanças na composição da atmosfera. Apenas a ocupação de terras causou maior número de espécies extintas.

Espécies exóticas invasoras são organismos que, uma vez introduzidos em um novo ambiente a partir de outras regiões se estabelecem e passam a desenvolver populações auto-regenerativas a ponto de ocupar o espaço de espécies nativas e proporcionar alterações nos processos ecológicos naturais, tendendo a tornar-se dominantes e podendo causar impactos ambientais e socioeconômicos negativos (ZILLER, 2000; ZALBA, 2006; MMA, 2006; PITELLI, 2007).

A maioria das espécies invasoras é exótica, as quais uma vez introduzidas num novo habitat se tornam prejudiciais e causam problemas muito graves em nível econômico, ecológico e social (WILLIAMSON, 1999; MARCHANTE et al., 2005). Espécies invasoras ocorrem em todos os principais grupos taxonômicos, incluindo vírus, fungos, algas, musgos, samambaias, plantas superiores, invertebrados, peixes, anfíbios, répteis, pássaros e mamíferos (GISP, 2005).

Para o México, o Sistema Nacional sobre Espécies Invasoras e a Comissão Nacional para o Conhecimento e uso da biodiversidade (CONABIO) já identificou de maneira preliminar, pelo menos, um total de oitocentas espécies invasoras, que incluem 665 plantas, 77 peixes, 10 anfíbios e répteis, 30 aves e 6 mamíferos (MIFSUT e JIMÉNEZ, 2008).

Muitas destas espécies invasoras foram introduzidas de forma intencional (para fins ornamentais, controle de erosão, exploração florestal ou agrícola, etc.) ou acidental (transportadas com sementes de outras espécies), mas hoje continuam a ser introduzidas novas espécies que podem vir a causar os mesmos problemas ou ainda piores (MARCHANTE et al., 2005).

Em áreas invadidas podem ocorrer alterações nos processos do ecossistema (LUKEN e THIERET, 1996), resultando em mudanças de caráter composicional e funcional (D'ANTONIO e VITOUSEK, 1992). Há três situações em que ecossistemas podem ser alterados por invasões: através de mudanças nos níveis de suprimento de recursos, na estrutura trófica e na frequência e intensidade de fogo. Essas alterações

ameaçam populações e comunidades nativas e, quando ocorrem em áreas amplas podem resultar em mudanças globais (VITOUSEK, 1990).

As espécies invasoras desalojam as espécies nativas da flora e fauna por competência direta, depredação, transmissão de enfermidades, modificação de hábitat, alteração da estrutura dos níveis tróficos e suas condições biofísicas (MIFSUT e JIMÉNEZ, 2008). As plantas invasoras aquáticas podem causar a dessecação dos corpos de água, afetando drasticamente a ecologia das paisagens e os ambientes locais. Em algumas ocasiões, as espécies invasoras formam híbridos com as espécies nativas alterando assim o pool gênico original das populações nativas (MOONEY e CLELAND, 2001). Por esta razão, a conservação da biodiversidade em um país deve contemplar a prevenção, detecção precoce, manejo, controle, erradicação, conscientização pública, regulação e legislação e a investigação sobre espécies invasoras como uma grande prioridade.

As plantas invasoras ocorrem em variados tipos de ecossistema e têm em diferentes hábitos. Geralmente, as florestas tropicais pouco perturbadas são menos suscetíveis a invasões. Nesses ambientes, o estabelecimento de espécies exóticas nas bordas ou em clareiras pode não ocorrer, devido ao fechamento do dossel ou à sucessão natural (BIGGELI, 2001). Contudo, alterações no ambiente natural, como trilhas, estradas, linhas de transmissão de energia elétrica e clareiras, podem facilitar sua introdução e invasão (RODOLFO et al., 2008).

De acordo com Ziller (2001) alguns ambientes são aparentemente mais suscetíveis à invasão do que outros, de forma que algumas hipóteses foram construídas a fim de explicar essas tendências:

- a) quanto mais reduzida a diversidade natural, a riqueza e as formas de vida de um ecossistema, mais suscetível ele é à invasão devido às funções ecológicas que não estão supridas e que podem ser preenchidas por espécies exóticas;
- b) quanto maior o grau de perturbação de um ecossistema natural, maior o potencial de dispersão e estabelecimento de exóticas, especialmente após a redução da diversidade natural pela extinção de espécies ou exploração excessiva.

Embora não possa funcionar de forma isolada, a última hipótese é essencial para a compreensão dos processos de invasão biológica. Práticas erradas de manejo dos ecossistemas, como a remoção de áreas florestais, queimadas anuais para preparo da terra, erosão e pressão excessiva de pastoreio contribuem para a

perda de diversidade natural e fragilidade do meio a invasões. A fim de serem bem compreendidos é fundamental que esses processos sejam avaliados de um ponto de vista abrangente, computando-se todas as variáveis que podem exercer algum tipo de influência ambiental (ZILLER, 2001). Embora as invasões biológicas sejam um fenômeno mundial, a maioria dos estudos não foi desenvolvido em ambientes tropicais, além de ser um fenômeno mais conhecido nos países desenvolvidos do que nos países em desenvolvimento (PAUCHARD et al., 2004). Os ecossistemas tropicais sofrem com as invasões, mas ainda são esparsos os estudos específicos sobre esses processos nestes locais (PIVELLO et al., 1999). Várias causas formam uma lacuna na compreensão do processo de invasão, suas consequências e no controle dessa ameaça (PETENON, 2006).

O Brasil, país responsável pela maior diversidade de plantas do mundo, com mais de 55 mil espécies descritas, cerca de 22% do total mundial (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005) necessita de diagnóstico completo da ameaça por plantas exóticas invasoras. Na América do Sul, a real dimensão do fenômeno da invasão por animais não está refletida na literatura atual (RODRIGUEZ, 2001). No caso de plantas, o cenário pode ser o mesmo, em todos os ambientes tropicais, os países em desenvolvimento vivem o paradoxo de possuírem os maiores índices de biodiversidade, ao mesmo tempo em que sofrem e sofrerão pressões antrópicas negativas, causando a perda dessa megadiversidade (JENKINS, 2003). A maior parte das evidências dos impactos econômicos provocados por espécies exóticas invasoras provém de regiões desenvolvidas. Entretanto, há fortes indícios de que as regiões em desenvolvimento estão experimentando perdas similares, quando não proporcionalmente maiores (GISP, 2005). Ainda de acordo com o GISP, pragas relacionadas a insetos exóticos invasores, como a cochonilha da mandioca e o besouro-do-milho, na África, constituem ameaças diretas à segurança alimentar. O aguapé e outras espécies nocivas de plantas aquáticas invasoras que afetam o uso da água custam atualmente a países em desenvolvimento mais de 100 milhões de dólares por ano.

Os Estados Unidos investe anualmente enormes quantidades de recursos para mitigar os impactos causados pelas espécies invasoras em todo seu território, incluindo costas e mares (CARLTON, 2001; MIFSUT e JIMÉNEZ, 2008). Esse país declara a necessidade de que todas as agências e dependências do governo, assim como

universidades e organizações civis coordenem suas ações para efetuar com eficácia o controle e manejo das espécies invasoras (U.S. GAO, 2005).

A disseminação de espécies invasoras leva a desafios complexos e de grande extensão ameaçando tanto a biodiversidade quanto o bem-estar das populações humanas. Apesar de o problema ser global, a natureza e a severidade dos impactos sobre a sociedade, a economia, a saúde e a biodiversidade variam entre diferentes regiões e países. Portanto, certos aspectos do problema global das espécies invasoras necessitam de soluções adaptadas as necessidades e prioridades específicas de cada nação afetada, enquanto outros demandam ações consolidadas em nível internacional.

No contexto nacional é necessário que os governos repensem suas legislações ambientais, no sentido de darem condições e estímulo quanto à utilização racional das espécies nativas. Diminuir-se-ia, assim, a perda da biodiversidade brasileira pelas invasões biológicas, torna-se-iam conhecidas dos brasileiros as espécies ocorrentes em seu território e criar-se-iam relações culturais de cada região do país com sua flora de destaque (MONDIN, 2006).

2.2. Características das Espécies Invasoras

Dentre as características citadas por Genovesi, (2005); Parker et al.(1999) e Santana e Encinas (2008), que permitem que as espécies exóticas se tornem potenciais invasoras são: alta taxa de crescimento relativo, grande produção de sementes pequenas e de fácil dispersão, alta longevidade das sementes no solo, alta taxa de germinação dessas sementes, maturação precoce das plantas estabelecidas, floração e frutificação mais prolongadas, pioneirismo, alelopatia e ausência de inimigos naturais.

A elevada fertilidade é comum a muitas espécies exóticas invasoras quando comparadas com as espécies nativas das comunidades invadidas devido, em parte, à ausência de inimigos naturais. Nestas espécies, frequentemente, a reprodução é vegetativa, essencial para a sua fixação e dispersão a curtas distâncias. São ainda caracterizadas por mecanismos de dispersão eficazes a longas distâncias, o que sugere que podem expandir-se mais rapidamente e são menos influenciadas pela perda de habitats. Outra característica comum a várias espécies invasoras, é a grande longevidade das suas sementes no solo, formando bancos de sementes mais numerosos e viáveis do que muitas das espécies nativas (MARCHANTE, 2001).

Ainda conforme Marchante, muitas espécies invasoras atingem a maturidade relativamente cedo e produzem um elevado número de sementes, propriedade das espécies presentes nos estádios iniciais de uma sucessão. No entanto, para muitas também há atributos das espécies características de estádios tardios, como sejam, uma elevada capacidade competitiva e tolerância à sombra. Algumas características estruturais e fisiológicas, como o crescimento rápido das raízes, a resistência ao pastoreio e a fixação simbiótica de azoto podem contribuir para o sucesso das invasoras em ambientes particulares (CRONK e FULLER, 1995).

Um estudo realizado por Cipriotti et al. (2010) com a espécie invasora *Hieracium pilosella* L., na Patagônia, demonstrou que além do poder invasor, ela também libera substâncias alelopáticas no ambiente, *H. pilosella* invadiu os campos de pastagens substituindo a flora nativa devido a sua rápida reprodução (estolões) e ausência de herbivoria por parte dos animais de pastagem, por possuir folhas pubescentes e com altas concentrações de metabólitos secundários, acarretando um grave problema econômico.

Em áreas de matagal, no Chile, Castro et al. (2010), registraram a invasão da espécie *Anthriscus caucalis* M. Bieb., assim como suas preferências por regiões de borda, que afetam negativamente a riqueza, diversidade e uniformidade das comunidades de herbáceas nativas devido a interferência da luminosidade sobre estas. O seu domínio no ambiente é garantido porque suas sementes resistem a baixas temperaturas durante o outono e inverno, germinando mais cedo do que as sementes das espécies nativas.

No México, Mifsut e Jiménez (2008), apresentam grupo de plantas, suas características e principais impactos sobre a biodiversidade, como, *Arundo donax* L., provoca a dessecação de corpos d'água por ter uma elevada evapotranspiração; altera a hidrologia local e modifica os habitats aquáticos; promove a propagação do fogo de alta intensidade. *Tamarix ramosissima* Ledeb. e *Tamarix aphylla* (L.) H. Karst. alteram os regimes naturais de inundação; a ecologia trófica nos ecossistemas e provoca a dessecação de corpos d'água por ter uma elevada evapotranspiração. *Eichhornia crassipes*, modifica os habitats aquáticos ao bloquear a luz e *Pennisetum ciliaris* L., causa efeitos fitotóxicos diminuindo a capacidade de regeneração da flora nativa.

Estudando a invasão da palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamian* H. Wendl. e Drude, introduzida em fragmento de floresta de São Paulo, como ornamental, Dislich et al. (2002) constataram que essa espécie se concentra nas

bordas do fragmento, com abundância relativa sobre as demais espécies nativas e taxas de natalidades superiores as de mortalidade, contribuindo para sua rápida expansão.

Na Região Sul do País, entre as espécies invasoras destaca-se *Pinus taeda* L., invadindo áreas de campos naturais do Parque nos Aparados da Serra, a espécie foi apontada como alelopática, pois libera no solo substâncias que impedem o crescimento da vegetação nativa (Instituto PNBE de Desenvolvimento Social, 2007).

No gênero *Prosopis* há produção massiva de sementes, em torno de 60 milhões por hectare/ano, eficiente dispersão, as sementes possuem alta longevidade podendo permanecer dormentes no solo até dez anos. Frequentemente, a destruição da vegetação pré-existente e a exposição do solo estimulam a germinação do banco de sementes existente no mesmo, resultando em súbitas infestações (GISP, 2005).

De acordo com GISP (2005), ainda não foram estabelecidos critérios relativos ao dano mínimo, dispersão ou tamanho de população necessários para caracterizar uma espécie como invasora. Todavia, está claro que um número muito pequeno de indivíduos representando uma pequena fração da variação genética da espécie em seu ambiente natural pode ser suficiente para gerar, através de sua reprodução e dispersão, danos ambientais massivos em um novo ambiente.

A introdução de espécies exóticas de plantas, seja de forma deliberada ou em decorrência de alguma atividade de exploração econômica do ambiente, legal ou clandestina merece atenção permanente. Espécies vegetais para cultivo e ornamentação são introduzidas em áreas onde não ocorriam naturalmente alterando o habitat e causando a extinção de espécies nativas. Algumas das espécies da flora exóticas trazidas para o Brasil são o bambu, diversas espécies de gramíneas e árvores frutíferas como coqueiro, mangueira, jaqueira e os principais impactos verificados da introdução de espécies são a competição por nutrientes e espaço entre espécies nativas e introduzidas; introdução de patógenos e parasitas, além da alteração de habitats (RAMBALDI e OLIVEIRA, 2003).

De acordo com Rambaldi e Oliveira (2003), algumas destas espécies exóticas estão bem estabelecidas no Brasil. O bambu tem sido utilizado nas fazendas como cerca-viva e serve como habitat para o rato-do-bambu (*Cannabateomys amblyonix*). As jaqueiras e as mangueiras servem como recurso alimentar direto (frutos) e indireto (albergando epífitas) e como abrigo para invertebrados.

Em termos ecológicos, com relação às espécies alóctones devem ser consideradas as seguintes características para a estruturação da prevenção e do controle: elevada ou pequena produção de sementes; contínua ou sazonal; mecanismo de dispersão das sementes; longevidade das sementes e mecanismos de dormência; o sistema reprodutivo; a taxa de crescimento sob condições favoráveis; a capacidade de brotar após o corte; exigências para a germinação e estabelecimento; fatores ambientais; susceptibilidade a pragas e doenças; ecologia destas espécies (CRONK e FULLER, 1995; MARCHANTE, 2001).

2.3. Etapas do Processo de Invasão Biológica

Sempre que ocorre a introdução de uma espécie exótica não é garantido que essa se torne invasora. A maioria mantém-se distribuída pelos locais onde foi colocada. Uma pequena parte estabelece-se para além do seu local de introdução inicial e forma populações auto-suficientes, naturalizando-se e permanecendo em equilíbrio com o meio. Apenas numa pequena fração das espécies naturalizadas o equilíbrio é interrompido por um fenômeno externo, estimulando-se o aumento rápido da sua distribuição e desencadeando o processo de invasão biológica (MARCHANTE e MARCHANTE, 2007).

De acordo com Marchante (2001), a introdução de espécies exóticas corresponde inicialmente a um aumento da biodiversidade à escala regional e com a continuidade algumas espécies revelam elevado sucesso no seu estabelecimento e aumentam muito a sua área de distribuição, enquanto outras nunca chegam a expandir-se, ou em casos extremos extinguem-se mesmo (Figura 1). Cronk e Fuller (1995) afirmaram que todas as espécies que são introduzidas, uma parte fixa-se para além do seu local de introdução inicial e forma populações que si mantêm a si próprias, em habitat naturais ou semi-naturais. Quando isto ocorre diz-se que essa espécie está naturalizada.

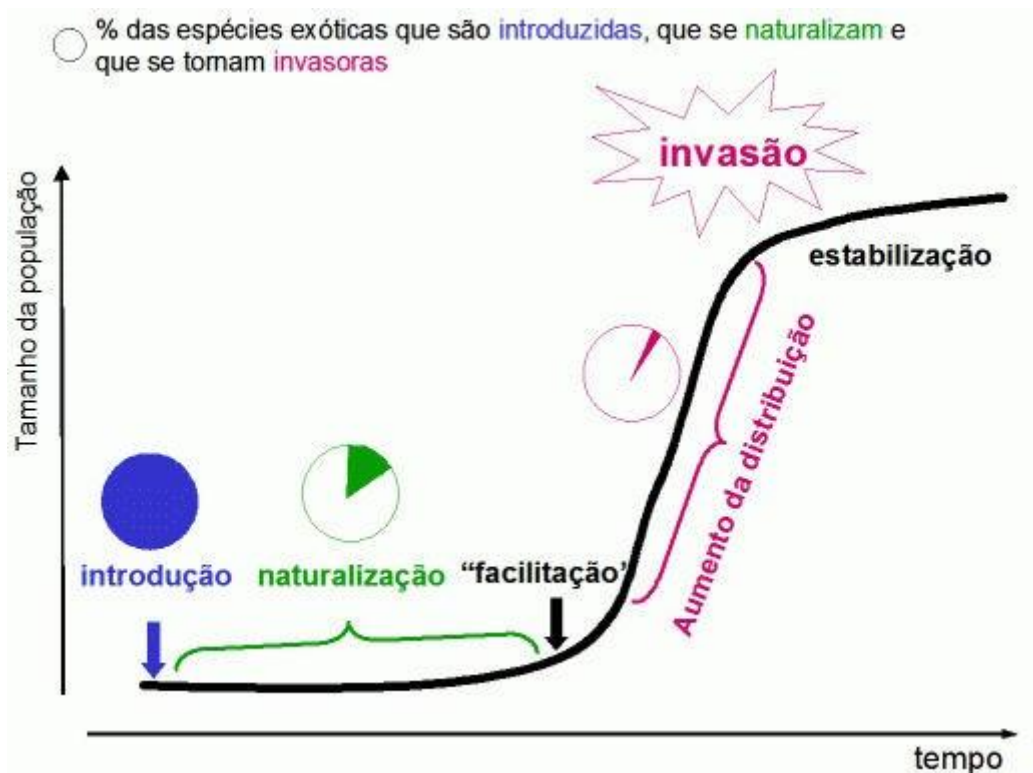


Figura 1. Principais etapas de um processo de invasão biológica. (Fonte: MARCHANTE, 2001).

Uma espécie naturalizada pode permanecer estável, com uma pequena população, durante tempo variável, até que algum acontecimento/fenômeno facilite o aumento da sua distribuição (Figura 2). Frequentemente, esta facilitação pode ser uma perturbação natural como um fogo ou uma tempestade, ou antropogênica, como alterações no uso da terra, fogos controlados, ou construção de infraestruturas (MARCHANTE, 2001).

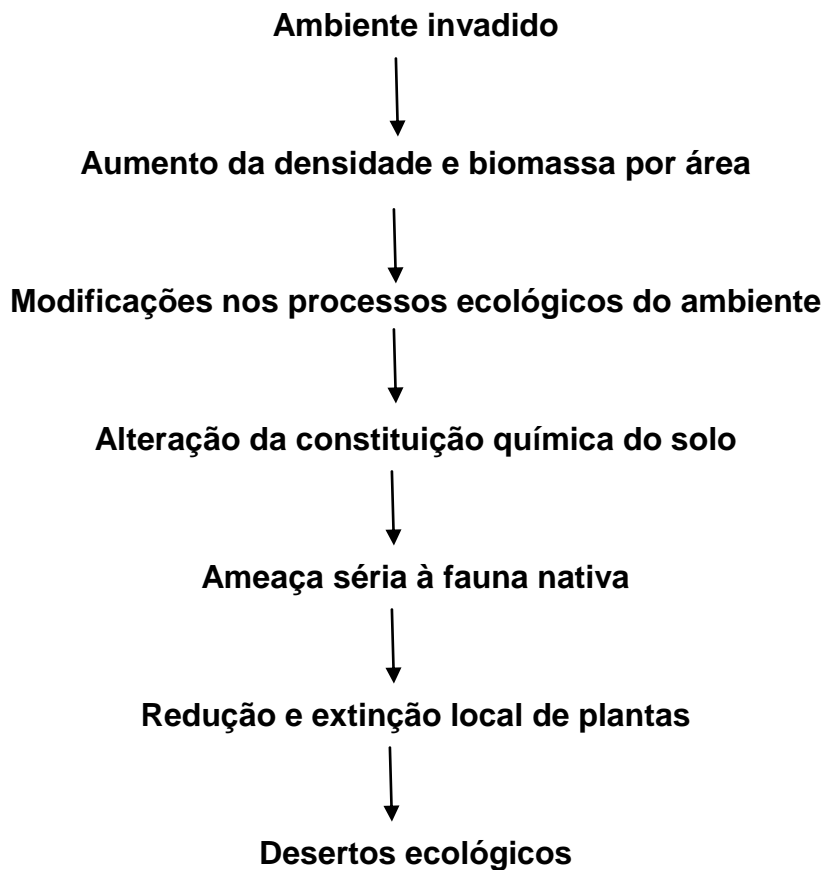


Figura 2. Etapas ocorrentes após o estabelecimento de um processo de invasão biológica (Fonte: Adaptado de ALMEIDA e FABRICANTE, 2008).

De acordo com o Programa Global de espécies invasoras - GISP (2005), à medida que as espécies exóticas introduzidas conseguem estabelecer populações auto-sustentáveis passam a ser chamadas espécies estabelecidas. Finalmente, algumas das espécies estabelecidas tornam-se aptas a avançar sobre ambientes naturais e alterados, transformando-se em invasoras. É importante que a avaliação da situação de uma espécie exótica invasora não pode ser feita tendo-se como base apenas o momento presente, pois há sempre uma tendência evolutiva de adaptação, estabelecimento e invasão, especialmente se a espécie em questão já tem um histórico de invasão em outro local.

O processo de invasão biológica é gradativo, muitas vezes difícil que seja percebido enquanto está ainda na melhor fase para erradicação. Como já foi mostrado na Figura 1, espécies invasoras passam por uma fase de introdução, quando saem da área de sua distribuição natural e chegam ao novo ambiente; por uma fase de estabelecimento, quando se adaptam e começam a se reproduzir, garantindo a

sustentabilidade de suas populações; iniciando o processo de invasão quando conseguem estabelecer mecanismos de dispersão que lhes permitem expandir-se além do ponto de introdução e exercer dominância sobre espécies nativas (Figura 3). Portanto, nesse estágio é frequentemente difícil encontrar uma forma de resolver o problema e atingir a erradicação da espécie, seja em função do alto custo ou simplesmente pela dificuldade de se eliminar a última planta invasora de uma floresta ou campo (ZILLER e DECHOUM, 2007).

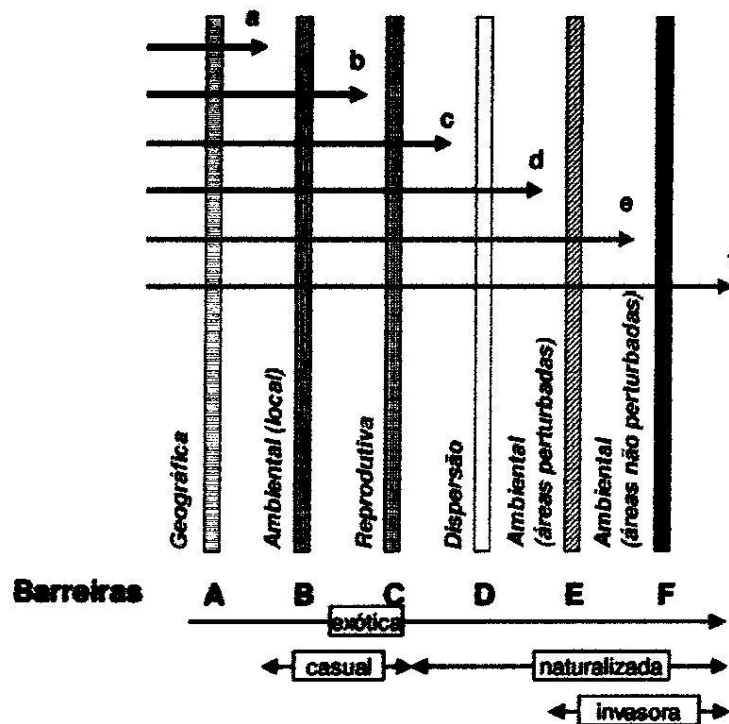


Figura 3. Esquema das principais barreiras limitantes (A a F) para a disseminação das plantas introduzidas. As setas de A a F indicam os caminhos percorridos pelas espécies para alcançar diferentes estados, de introduzidas até invasoras (Fonte: PETENON, 2006).

2.4. Impactos Decorrentes da Invasão Biológica por Espécies Vegetais

Em se tratando de problemas ambientais, a contaminação biológica vegetal é o mais alarmante, pois ao invés de ser absorvido com o tempo e ter seus impactos amenizados, piora à medida que as plantas alóctones ocupam o espaço das nativas, tendo como consequências principais as perdas da biodiversidade e as modificações dos ciclos e características naturais dos ecossistemas atingidos (REJMÁNEK, 1996).

Com isso, alteram características naturais, bem como o funcionamento de processos ecológicos, afetando diretamente aspectos como a resiliência de ecossistemas, a redução de populações de espécies nativas e a perda efetiva da biodiversidade (ZILLER, 2001).

Aos poucos, as invasões biológicas estão a promover a substituição de comunidades com elevada biodiversidade por “comunidades” monoespecíficas de espécies invasoras ou com biodiversidade reduzida. Quando as espécies que se tornam dominantes pertencem a um tipo fisionômico não existente na comunidade anterior, podem promover alterações mais profundas (HOBBS, 2000; MARCHANTE, 2001).

Em muitas regiões do mundo, a exemplo, da Austrália (MASON et al., 2007), Califórnia, E.U.A (BECKSTEAD e PARKER, 2003), Dinamarca (KOLLMANN et al., 2007), Coréia (KIM, 2005), Israel (KUTIEL et al., 2004), Portugal (MARCHANTE et al., 2008), Espanha (SOBRINO et al., 2002), os autores citados constataram em perspectivas diferentes que espécies de plantas invasoras modificam ou tem o potencial para afetar ecossistemas litorâneos de vários modos diferentes, incluindo degradação da biodiversidade.

A invasão por espécies de plantas exóticas ameaça muitas comunidades de espécies nativas em Portugal, nas últimas décadas o número de espécies de plantas introduzidas tem aumentado muito, correspondendo a 15% da taxa das nativas. São listadas cerca de 550 espécies de plantas exóticas, sendo que cerca de 40% das espécies listadas são de fato, ou consideradas potencialmente invasoras, incluindo infestantes agrícolas e invasoras de habitats naturais; cerca de 7% são potencialmente invasoras perigosas (MARCHANTE et al., 2005).

Acacia longifolia (Andrews) Willd. foi constatada por Marchante et al. (2010) como espécie invasora agressiva em ecossistema de duna em Portugal. No seu trabalho o objetivo foi estudar o banco de sementes do solo e a dispersão de *A. longifolia*. Os autores relataram que é essencial conhecer a longevidade das sementes no solo, a extensão do banco de sementes e os agentes que atuam no processo de dispersão a longa distância para planejamento e administração do processo de invasão. Cochard e Jackes, (2005) também estudaram a dinâmica do banco de sementes de outra leguminosa invasora, *Parkinsonia aculeata* L., em ecossistemas na Costa Rica e Austrália.

Entre as espécies vegetais citadas pelo GISP (2004) como invasoras no continente africano estão: *Lantana camara* L., *Chromolaena odorata* (L.) King e H.E. Robins, *Acacia* spp., *Prosopis* spp., *Leucaena leucocephala* (Lam) R. de Wit., *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach (espécie aquática), *Salvinia molesta* D.S. Mitchell (pteridófita aquática), entre outras.

Algumas espécies vegetais citadas pelo GISP (2004) como invasoras no continente asiático também foram listadas como invasoras no continente africano, a exemplo de: *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach (espécie aquática), *Salvinia molesta* D.S. Mitchell (pteridófita aquática), *Chromolaena odorata* (L.) King e H.E. Robins, *Lantana camara* L., *Prosopis* spp., *Parthenium hysterophorus* L., *Mikania micrantha* Kunth ex H.B.K., *Mimosa pigra* L., *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) (espécie herbácea ocorre no solo e na água) foram listadas como invasoras apenas na Ásia.

No sul da China, a planta exótica *Mikania micrantha* Kunth ex H.B.K invadiu muitas florestas e estudos recentes relataram que a espécie tem potencial alelopático para outras plantas, podendo inibir o crescimento e regeneração de espécies vegetais nativas (CHEN et al., 2009).

Dentre os mais de 500 casos relatados para as Américas, destaca-se a aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), espécie originária do Brasil, que foi introduzida na Florida, EUA, por volta de 1840. Segundo os estudos disponíveis, ela possui um importante efeito alelopático sobre as espécies nativas, alterando com isso as características do solo e excluindo dezenas de espécies nativas dos pântanos americanos (YUNCONG e NORLAND, 2001). O táxon *Eichhornia crassipes* Solms (Mart.) é outro exemplo de invasora que vem causando sérios impactos ambientais nos EUA, agora em ecossistemas aquáticos. Introduzida em 1890, por possuir uma reprodução bastante eficiente (dobra sua população em 6-18 dias), ela em pouco tempo impede a circulação da água, reduz as taxas de O₂ e P, aumenta as taxas de CO₂ e turbidez e dizima parte significativa da vida vegetal e animal aquática (RAMEY, 2001).

Em ecossistemas de pradaria na região dos Estados Unidos e Canadá, Dilleuth et al. (2009), realizaram estudos de campo para diagnosticar os impactos negativos de *Bromus inermis* Leyss. na flora nativa, para justificar o desenvolvimento de planejamento e administração a fim de limitar a distribuição desta espécie dentro do ecossistema de pradaria.

Na região Nordeste do Brasil, os estudos sobre invasões estão concentrados na *Prosopis juliflora* devido a sua rápida expansão e agressividade detectadas em vários Estados do Nordeste, a exemplo da Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Pernambuco e Bahia (ANDRADE et al.,2010).

Estudando a invasão biológica da algaroba (*Prosopis juliflora*), na caatinga no Estado da Paraíba, os mesmos autores relataram que dentre as espécies introduzidas no Brasil, no Estado de Pernambuco, com intuito de resolver problemas do semiárido nordestino, encontra-se a algaroba, *Prosopis juliflora*, sua expansão para os demais estados nordestinos ocorreu tanto por meio de plantios comerciais, quanto pela regeneração natural, uma vez que a dispersão das sementes é feita principalmente por animais de pastoreio; atualmente as áreas invadidas pela algaroba no Nordeste já se aproximam de 1 milhão de hectares.

Andrade et al. (2010) concluíram que a espécie afeta de forma incisiva a composição, a estrutura e a diversidade autóctone da caatinga, tanto do estrato adulto, quanto dos regenerantes; a extinção local das espécies nativas nas áreas invadidas ocorre de maneira intensa, tornando essas comunidades empobrecidas, quando comparadas com as áreas de caatinga não atingidas pelo processo de contaminação biológica analisado; a grande abundância de indivíduos de *P.juliflora* e a inexpressiva presença de espécies nativas demonstram a alta capacidade de dispersão e de exclusão do táxon invasor.

Em outro trabalho com invasão biológica de *Prosopis juliflora*, no Estado do Rio Grande do Norte, Andrade et al. (2009) constataram também que a espécie afetou drasticamente a diversidade e a estrutura das comunidades invadidas, tornando-se evidente a necessidade de controle da referida invasora.

No semiárido paraibano, outra espécie, *Parkinsonia aculeata* L., provavelmente introduzida com fins ornamentais, está se tornando indesejável devido ao seu caráter oportunista e agressivo. A espécie, inicialmente, restrita a ambientes inundáveis da caatinga já se encontra dispersa nos mais variados nichos e apresenta sucesso na colonização de regiões áridas devido o seu caráter cosmopolita, suportando tanto alagamentos quanto ambientes xéricos (FABRICANTE e FEITOSA, 2010).

Em experimento com estresse hídrico em sementes de *Parkinsonia aculeata* L. realizado por Agra (2010) foi constatado que a espécie possui restrições à ambientes com baixa disponibilidade de água, nas fases iniciais, sendo uma barreira natural à dispersão da mesma, embora a sua presença seja cada vez mais frequente em áreas

da caatinga completamente fora dos seus nichos preferenciais, o que indica que, a espécie pode ter sofrido adaptações decorrentes de interações genótipo-ambiente.

Gonçalves (2009), estudando o banco de sementes do solo em área invadida por *P. aculeata*, no município de Sossego-PB concluiu que a espécie está concentrada nos ambientes paludosos, não tendo sido registrados propágulos fora dos nichos invadidos.

De acordo com Fabricante e Feitosa (2010), a espécie *Parkinsonia aculeata* dispõe de um importante recurso genético para as regiões áridas e semiáridas do globo, devido sua ampla adaptação a distintas condições edáficas e de conservação dos ambientes, porém, em função do seu caráter invasor é fundamental ter cautela na sua dispersão em regiões diferentes das de origem.

2.5. *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.: Espécie invasora no Nordeste do Brasil

Na região Nordeste, a espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., família Fabaceae-Faboideae, porte arbustivo é um taxón pioneiro e semi-perene, a qual era praticamente desconhecido acerca de duas décadas atrás, quando então começou a ocupar margens de rios e reservatórios, revelando-se mais recentemente como uma invasora capaz de provocar sérios impactos nos ecossistemas invadidos (ANDRADE, 2006; SOUZA et al., 2011). De acordo com os mesmos autores, *S. virgata* se apresenta como invasora na Savana Estépica e Floresta Ombrófila Aberta nordestinas, principalmente nos ambientes ciliares e ecossistemas associados, onde é capaz de suprimir a regeneração natural das espécies vegetais nativas e formar maciços populacionais dominantes.

De acordo com Carpanezzi e Fowler (1997), *Sesbania virgata* possui flores amarelas, altura de até 6 m, 25 cm de diâmetro a altura do peito e 5 m de diâmetro de copa, com vida curta, não mais que oito anos, apresenta capacidades moderadas de competir com gramíneas e rebrotar da cepa após corte ou fogo, desenvolve-se naturalmente em terrenos úmidos e associa-se com *Rhizobium*. Conforme Araújo et al. (2004), a espécie possui fruto indeiscente e nucóide, de coloração verde quando jovem e marrom opaco quando maduro, e textura seca com superfície rugosa, com valores médios de comprimento, largura, espessura e número de sementes por fruto de 5,81mm, 7,82 mm; 5,81 mm e 4,44 unidades, respectivamente; sua semente é do tipo reniforme de cor castanho claro com teste lisa, polida e dura, com dimensões médias

de 6,87 mm de comprimento, 4,4 mm de largura, 3,32 mm de espessura e 7,78 g de peso em 1.000 sementes, com germinação do tipo epígea e a plântula jovem apresentando protófilos compostos por 4 a 9 pares de folíolos, e radícula sublenhosa de cor branca ou marrom castanho.

Roberts (1981), afirma que as sementes de *Sesbania virgata* apresentam dormência tegumentar, o que garante a sobrevivência da mesma até que esta encontre condições favoráveis para se desenvolver. O tegumento duro e impermeável à entrada de água deve ser o mecanismo responsável para manter a alta longevidade das sementes de *Sesbania virgata* (BASKIN e BASKIN, 1998).

A espécie exibe ainda estratégia diferente para estabelecimento, desde a sua fase inicial, na qual suas sementes armazenam compostos diferentes, como polímeros (proteínas e carboidratos), que são mobilizados durante o desenvolvimento, ou seja, o desempenho fisiológico da semente é essencial para o estabelecimento bem sucedido da planta, principalmente desta espécie que por ser pioneira necessita se estabelecer e crescer rápido em seu ambiente (TONINI et al., 2010). Corroboram neste sentido, Molle e Tiné (2009) considerando que a germinação e estabelecimento das plântulas é a etapa mais crítica do ciclo de vida (por ser a etapa de maior mortalidade), fica evidente o valor adaptativo da reserva e a importância do galactomanano (polissacarídeo de reserva) na estratégia de vida da espécie.



Figura 4. *Sesbania virgata* (Cav.) Pers: planta adulta e detalhe de partes da planta (Fotos: SOUZA, V.C., 2010).

Em pesquisa desenvolvida com população de *Sesbania virgata* nas margens do rio Paraíba, município de Natuba-PB, Souza et al. (2011), constataram que o táxon é bastante agressivo, devido ao grande adensamento populacional, formando maciços populacionais que suprimem espécies nativas. Neste trabalho, a espécie *Sesbania virgata* destacou-se, sobretudo, pelo seu rápido desenvolvimento, em um período de aproximadamente seis meses, os indivíduos adultos apresentaram valores médios de $3,1 \pm 0,7$ m de altura, $3,3 \pm 0,4$ m de copa média e $4,7 \pm 0,8$ cm de DNS. *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. é uma espécie que tem sido utilizada em áreas degradadas, buscando-se a reabilitação das mesmas, haja vista a agressividade dessa espécie, no que se refere às altas taxas de crescimento e cobertura que é capaz de promover no solo (CARPANEZZI e FOWLER, 1997).

A espécie tem sua origem no Paraguai, Argentina, Uruguai e sul do Brasil (CARNEIRO e IRGANG, 2005), infesta áreas úmidas e alagadas, é comumente encontrada em lavouras de arroz irrigado e pastagens, onde, geralmente, ocorre na forma de reboleiras densas (LORENZI, 2008).

Algumas espécies de plantas exóticas, introduzidas intencionalmente ou não, no Nordeste brasileiro, representam graves problemas de contaminação, que exigem estudos e medidas de controle (ANDRADE et al.,2006), o que pode estar acontecendo também nas áreas invadidas por *Sesbania virgata*.



Figura 5. Indivíduo de *Sesbania virgata* selecionado na área de estudo (D), Areia-PB. A = frutos maduros e sementes; B = corte do fruto contendo a semente; C = ramo com frutos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da realidade atual da invasão biológica por espécies vegetais é necessário preservar e estudar, principalmente, os ecossistemas nativos com suas respectivas espécies, além de manter vigilância permanente na introdução e propagação de plantas exóticas invasoras, de forma a priorizar a prevenção que é a melhor estratégia para controlar as espécies exóticas invasoras e fortalecer o intercâmbio de informações entre países para implementação de sistemas de prevenção e análise de risco.

A ação antrópica tem importância significativa na devastação da flora autóctone, de várias formas, especificamente pela introdução de espécies exóticas invasoras

causando impactos ambientais e econômicos negativos nos ecossistemas no Brasil e no mundo.

A invasão biológica estar longe de ser resolvida, pois é um fenômeno que necessita ser plenamente conhecido, ou seja, ter sua dinâmica investigada, além de ser alvo de ações de manejo efetivas para alcançar o controle adequado e nos ambientes tropicais o problema da invasão biológica por plantas terrestres merece atenção especial, principalmente pela biodiversidade mundial que se encontra nos trópicos e pela ameaça que a invasão biológica oferece à essa biodiversidade.

No que diz respeito à espécie *S. virgata*, considerada como invasora na caatinga e ecossistemas associados, particularmente em matas ciliares, onde é capaz de suprimir a regeneração natural das espécies vegetais nativas e formar maciços populacionais dominantes, entende-se como sendo urgente a necessidade de estudos para identificar o processo de invasão biológica pela espécie nos ecossistemas nordestinos e avaliar as consequências da contaminação biológica para buscar medidas de controle, já que os impactos da invasão biológica só tendem a se agravar com o passar do tempo ocasionando perda da biodiversidade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, P.F.M.; OLIVEIRA.M.N. Fundamentos de invasão biológica por plantas. In: ALMEIDA, A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, M.N.; AGRA, P.F.M.; COSTA, R.N.M.; SOUZA, V.C. Invasão biológica por espécies vegetais. 2008. p.5-20.

AGRA, P.F.M. **Invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) no semiárido paraibano: uma abordagem voltada para ecofisiologia de sementes.** 2010. 73f.Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

ALMEIDA,A.; FABRICANTE, J.R. Impactos das espécies invasoras nas comunidades e ecossistemas (estudo de caso).In: ALMEIDA, A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, M.N.; AGRA, P.F.M.; COSTA, R.N.M.; SOUZA, V.C. Invasão biológica por espécies vegetais. 2008. p.21-46.

ANDRADE, L.A. **Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: impactos nos ecossistemas locais.** In: MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P. (Orgs). Os avanços da botânica no início do século XXI: Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, Ecologia e Genética. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006. 752p.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ALVES, A. S. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba): impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v.6, n.2, p.61-67, 2008.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.23, n.4,p. 935-943, 2009.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R. Plantas invasoras na Caatinga: consequências de um processo biológico em expansão. In: **Botânica Brasileira: Futuro e Compromissos**, 60º Congresso Nacional de Botânica, Feira de Santana, BA, 2009.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.32, n.3, p.249-255, 2010.

ARAÚJO, E.C.; MENDONÇA, A.V.R.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; SILVA, R.F. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina,v.26, n.1, p.105 -110, 2004.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds**: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, California: Academic Press, 1998. 666p.

BASKIN, Y. **A plague of rats and rubbervines**: the growing threat of species invasions. Washington: Island Press, 2002. 377p.

BECKSTEAD, J.; I. M. PARKER. Invasiveness of *Ammophila arenaria*: Release from soil-borne pathogens? **Ecology**, v. 84, p. 2824 – 2831, 2003.

BIGGELI, P. The human dimensions of invasive Woody plants. In: McNeely, J.A. (Ed.) The great reshuffling-Human dimensions of invasive alien species. 2001, pp.145-159. IUCN, Gland.

CIPRIOTTI, P.A.; RAUBER, R.B.; COLLANTES, M.B.; BRAUN, K.; ESCARTÍN, C. *Hieracium pilosella* invasion in the Tierra Del Fuego steppe, Southern Patagonia. **Biological Invasions**, v.12, n.8, p.2523-2535, 2010.

CARLTON, J.T. Introduced species in U.S. Coastal Waters:Environmental Impacts and Management Priorities. Pew Oceans Commission, Arlington, Virginia, 2001, 28pp.

CARNEIRO, A.M.; IRGANG, B.E. Origem e distribuição geográfica das espécies ruderais da Vila de Santo Amaro, General Câmara, Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 175-188, 2005.

CARPANEZZI, A.A.; FOWLER, J.P.A. **Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** EMBRAPA, 1997, p.1-2. (Comunicado Técnico,14).

CASTRO, S.A.; BADANO, E.; GUZMAN, D.; CAVIERES, L. Biological invasion of a refuge habitat: *Anthriscus caucalis* (Apiaceae) decreases diversity, evenness, and survival of native herbs in the Chilean matorral. **Biological Invasions**, v.12, p.1295-1303, 2010.

CHEN, Bao-Ming.; PENG,Shao-Lin.; NI, Guang-Yan. Effects of the invasive plant *Mikania micrantha* H.B.K. on soil nitrogen availability through allelopathy in South China. **Biological Invasions**,v.11, p.1291-1299, 2009.

COCHARD, R.; JACKES, B.R. Seed ecology of the invasive tropical tree *Parkinsonia aculeata*. **Plant Ecology**, v. 180, p.13-31, 2005.

CRONK, Q.B.; FULLER, J.L. **Plant invaders**.Chapman and Hall, London, UK, 1995.

D'ANTONIO, C.M.; VITOUSEK, P.M. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 23, p. 63-87, 1992.

DILLEMUTH, F.P.; RIETSCHIER, E.A.; CRONIM, J.A. Patch dynamics of a native grass in relation to the spread of invasive smooth brome (*Bromus inermis*). **Biological Invasions**, v. 11, p.1381-1391, 2009.

DISLICH, R.; KISSER, N.; PIVELLO, V.R. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. e Drude. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.1, p.55-64, 2002.

FABRICANTE, J.R.; FEITOSA, S.S. *Parkinsonia aculeata* L. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, Patos-PB, v.6, n.2, p.1-13, 2010.

GENOVESI, P. Eradications of invasive alien species in Europe: a review. **Biological Invasions**, USA, v.7, p.127-133, 2005.

GISP – *Global Invasive Species Programm*. Ecologia de invasões biológicas e seu manejo (Adaptado). Disponível em <<http://www.gisp.org>>.

GLOBAL INVASIVE SPECIES PROGRAMME(GISP). **South America Invaded**: The growing danger of invasive alien species. GISP Secretariat, Cape Town, RSA.61p., 2005.

GONÇALVES, G.S. **Estudo do banco de sementes do solo em uma área invadida por *Parkinsonia aculeata* L. no município de Sossego-PB**. Areia-PB:UFPB/CCA, 2009. 57f. (Trabalho de Conclusão de Curso).

GRIME, J.P. **Plant strategies and vegetation process**. New York, John Wiley e Sons, 1979. 209p.

HOBBS, R.J. Land-use changes and invasions. In: MOONEY, H.A.; HOBBS, R.J. **Invasive species in a changing world**. Island Press, Washington, DC USA, 2000.

I3N - Rede Temática de Espécies Exóticas Invasoras. 2008. Net. Disponível em: <http://i3n.institutohorus.org.br/>.

INSTITUTO PNBE DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL. Invasão de plantas exóticas ameaça ecossistemas dos Aparados da Serra, 2007. Disponível em:<<http://www.pnbe.org.br/website/artigo.aspxcod=1856&idi=1&moe=76&id=3990>>

- JENKINS, M. Prospects for biodiversity. **Science**, v. 302, p.1175-1177, 2003.
- KIM, K. D. Invasive plants on disturbed Korean sand dunes. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.62, p. 353 – 364, 2005.
- KOLLMANN, J.; L. FREDERIKSEN, P.; VESTERGAARD.; H. H. BRUUN . Limiting factors for seedling emergence and establishment of the invasive non-native *Rosa rugosa* in a coastal dune system. **Biological Invasions**, v.9, p. 31 – 42, 2007.
- KUTIEL P., O. COHEN, M. SHOSHANY, and M. SHUB. Vegetation establishment on the southern Israeli coastal sand dunes between the years 1965 and 1999. **Landscape and Urban Planning**, v. 67, p. 141 – 156, 2004 .
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa, 4. ed. SP: Instituto Plantarum, 2008, 640p.
- LUKEN, J.O.; THIERET, J.W. **Assessment and management of plant invasions**. Springer: New York, 1996. 324p.
- MASON, T.J.; K. FRENCH.; K. G. RUSSELL. Moderate impacts of plant invasion and management regimes in coastal hind dune seed banks. **Biological Conservation**, v. 134, p.428 – 439, 2007.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006. 23 p.
- MARCHANTE, H. **Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por *Acacia*: Uma ameaça para a biodiversidade nativa**. 2001. Dissertação, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal. 2001.
- MARCHANTE, H.; MARCHANTE, E.; FREITAS, H. **Plantas invasoras em Portugal: fichas para identificação e controle**. Ed. dos autores. Coimbra, 2005, 80p.
- MARCHANTE, E.; MARCHANTE, H. **As exóticas invasoras**. In: Silva, J.S. coord. Árvores e florestas de Portugal. FLAD/Público/ LPN. Vol. V – Do Catanheiro ao Teixo, as outras espécies florestais. 2007, p. 179-198.
- MARCHANTE, E.; A. KJØLLER, S. STRUWE.; H. FREITAS. Short- and long-term impacts of *Acacia longifolia* invasion on the belowground processes of a Mediterranean coastal dune ecosystem. **Applied Soil Ecology**, v. 40, p. 210 – 217, 2008.

MARCHANTE, H.; FREITAS, H.; HOFFMAN, J.H. Seed ecology of an invasive alien species, *Acacia longifolia* (Fabaceae), in portuguese dune ecosystems. **American Journal of Botany**, v. 97, n.11, p.1-11, 2010.

MIFSUT, I.J.M.; JIMÉNEZ, M.M. **Espécies invasoras de alto impacto a La biodiversidad: Prioridades em México**. México, 2008.74p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Diversidade biológica. 2005.<http://www.mma.gov.br>

MIRANDA, R.Q.; OLIVEIRA, M.T.P.; CORREIA, R.M.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; POMPELLI, M.F. Germination of *Prosopis juliflora* Sw DC. seeds after scarifications treatments. **Plant Species Biology**, v.26, n.2, p.186-192, 2011.

MONDIN, C.A. Espécies vegetais exóticas invasoras em florestas no Rio Grande do Sul. In: Os avanços da botânica no início do século XXI: **Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, Ecologia e Genética**. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006, 752p.

MOLLE, F.R.D.; TINÉ, M.A.S. Catabolismo de sacarose durante a mobilização do galactomanano e sua importância na estratégia de sobrevivência de plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Hoehnea**. v.36, n.2, p.259-268, 2009.

MOONEY, H. A.; CLELAND, E.E. The evolutionary impact of invasive species. **PNAS**.v.98, n.10, p.5446-5451, 2001.

PARKER, I.M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W.M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P.M.; WILLIAMSON, M.H.; HOLLE, B.V.; MOYLE, P.B.; BYERS, J.E.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, University of Tennessee, USA, v. 1, p. 3-19. 1999.

PAUCHARD, A.; CAVIERES, L.; BUSTAMANTE, R.; BECERRA, P.; RAPOPORT, A. Increasing the understanding of plant invasions in southern South America: First Symposium on Alien Plant Invasions in Chile. **Biological Invasions**, v. 6, p.255-257, 2004.

PEGADO, C.M.A.; ANDRADE, L.A.; FÉLIX, L.P.; PEREIRA, I.M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro-PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.20, p.887-898,2006.

PETENON, D. **Plantas invasoras nos trópicos: esperando a atenção mundial. Abundância de sementes da palmeira invasora *Archontophoenix cf. cunninghamiana* na chuva e banco de sementes em um fragmento florestal em São Paulo, SP.** 2006. 118f. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo, Instituto de Biociências. 2006.

PETENON, D.; PIVELLO, V.R. Plantas invasoras: representatividade da pesquisa dos países tropicais no contexto mundial. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v.6, n.1, pp.65-77, 2008.

PITELLI, R. A. Plantas Exóticas Invasoras. In: BARBOSA, L. M.; SANTOS JR, N. A. dos (orgs.). **A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais.** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, p. 409-412, 2007.

PIVELLO, V.R.; CARVALHO, V.M.C.; LOPES, P.F.; PECCININI, A.A. & ROSSO, S. Abundance and distribution of native and alien grasses in a "cerrado" (Brazilian savanna) biological reserve. **Biotropica**, v. 31, p.71-82, 1999a

PIVELLO, V.R.; SHIDA, C.N.; MEIRELLES, S.T. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. **Biodiversity e Conservation**, v. 8, p. 1281-1294, 1999b.

PROGRAMA GLOBAL DE ESPÉCIES INVASORAS (GISP). **América do Sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras.** Secretaria do GISP, 80p., 2005.

REJMÁNEK, M.; RICHARDSON, D. M. What attributes make some plant species more invasive? **Ecology**, v. 77, n. 6, p. 1655-1661, 1996.

RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D.A.S. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Brasília: MMA/SBF, 510p, 2003.

RAMEY, V. Non-Native Invasive Aquatic Plants in the United States: *Eichhornia crassipes*. Center for Aquatic and Invasive Plants, University of Florida and Sea Grant. Available, 2001.

RODRIGUEZ, J.P. Exotic species introductions into South America: an underestimated threat. **Biodiversity and Conservation**, v.10, p. 1983-1996, 2001.

ROBERTS, H. A. Seed banks in soils. **Advances in Applied Biology**, New York, v. 6, n. 1, p. 1-55. 1981.

RODOLFO, A. M.; TEMPONI, L.G.; CÂNDIDO JÚNIOR, J.F. Levantamento de plantas exóticas na trilha do Poço Preto, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.6, supl.1, p.22-24, set. 2008.

SANTANA, O.A.; ENCINAS, J.I. Levantamento das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. **Revista Biotemas**, v. 21, n.4, pp.29-38, 2008.

SOBRINO, E., M. SANZ-ELORZA, E. D. DANA.; A. GONZALEZ-MORENO. Invasibility of a coastal strip in NE Spain by alien plants. **Journal of Vegetation Science**, v. 13, p. 585 – 594, 2002 .

SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; BEZERRA, F.T.C.; FABRICANTE, J.R. FEITOSA, R.C. Avaliação populacional de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae Lindl.), nas margens do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.2, p.314-320, 2011.

TONINI, P.P.; PURGATTO, E.; BUCKERIDGE, M.S. Effects of abscisic acid, ethylene and sugars on the mobilization of storage proteins and carbohydrates in seeds of the tropical tree *Sesbania virgata* (Leguminosae). **Annals of Botany**, v.106, n.4, p.607-616, 2010.

United States Government Accountability Office. Invasive species: cooperation and coordination are important for effective management of invasive weeds. Report to the Chairman, Committee on Resources, House of Representatives. February, 2005, 99pp.

VITOUSEK, P.M. Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies. **Oikos**, v. 57, p. 7-13, 1990.

WILLIAMSON, M. Invasions. **Ecography**, v.22, p.5-12, 1999.

YUNCONG, L.; NORLAND, M. The role of soil fertility in invasion of brazilian pepper (*Schinus terebinthifolius*) in Everglades National Park, Florida. **Soil Science**, v. 166, n. 6, p. 400-405, 2001.

ZALBA, S. M. Introdução às Invasões Biológicas – Conceitos e Definições. In: BRAND, K. et al. **América do Sul invadida**. A crescente ameaça das espécies exóticas invasoras. Cape Town: Programa Global de Espécies Invasoras – GISP, p. 4-5, 2006.

ZILLER, S.R.; DECHAUM, M. S. Degradação ambiental causada por plantas exóticas invasoras e soluções para o manejo em unidades de conservação de proteção integral. In: Barbosa, L.M.; Santos Junior, N.A.; dos, orgs. **A botânica no Brasil: pesquisa**,

ensino e políticas públicas ambientais, São Paulo, Sociedade Botânica do Brasil, 2007, 680p.

ZILLER, S. R. **A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. 2000. 268 f. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

ZILLER, S.R. **Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica**. Instituto para o desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto-sustentabilidade (Ideas)-PR. p.79, 2001.

ZILLER, S.R.; GALVÃO, F.A. Degradação da estepe gramíneolenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliotti* e *Pinus taeda*. **Floresta**, v.32, n.1, p.41-47, 2002.

ZILLER, S.R. Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras, 2001. Disponível em: www.institutohorus.org.br/download/artigos/CiênciaHoje.pdf. Acesso em: 08 de fevereiro de 2011.

ZILLER, S.R. Contaminação biológica, 2000. Disponível em: www.institutohorus.org.br/downloads/artigos/invbiologsziller2000.pdf. Acesso em 09 de fevereiro de 2011.

**FENOLOGIA DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. NO MUNICÍPIO DE
AREIA, PARAÍBA**

SOUZA, V.C. Fenologia da Invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. no Município de Areia-PB

RESUMO

O conhecimento da biologia de uma espécie invasora é a base para implementação das estratégias apropriadas para seu manejo, portanto, é importante estudos fenológicos que contribuam com informações sobre os distintos períodos de crescimento e reprodução de espécies vegetais invasoras. Nesta pesquisa objetivou-se estudar os padrões fenológicos de *Sesbania virgata* em área invadida por uma população da espécie no município de Areia-PB. As observações fenológicas foram realizadas, inicialmente, a cada mês e posteriormente, quinzenalmente, durante o período de março de 2009 a maio de 2011, totalizando 47 excursões. Foram acompanhados 30 indivíduos e coletados dados das fenofases brotação, queda foliar, floração e frutificação. Para analisar a correlação entre a fenologia e os dados climáticos, temperatura e precipitação, foi aplicado o teste de correlação de Spearman em cada fenofase vegetativa e reprodutiva e para estimar a ocorrência e intensidade de sazonalidade entre cada uma das fenofases estudadas, entre os anos, foi realizada a estatística circular. Os resultados do estudo fenológico de *Sesbania virgata* mostraram as fenofases reprodutivas, floração e frutificação, ocorrendo ao longo de todo período de estudo, com maior intensidade na estação seca, porém para a fenofase fruto maduro a maior intensidade ocorreu na época chuvosa. Na população, a espécie *S.virgata* apresentou floração e frutificação contínua ao longo de todo período de estudo. Os padrões fenológicos da espécie no ambiente estudado são pouco sazonais.

Palavras-chave: planta invasora, Fabaceae, floração, frutificação.

SOUZA, V.C. Phenology of the Invasive Species *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. in the County of Areia-PB

ABSTRACT

Knowledge of invasive species biology forms a base for implementing proper management strategies, therefore phenology studies are important to contribute with information about invasive plant species different growing and reproduction periods. This research aimed to study the *Sesbania virgata* phenology patterns in an area invaded by a population of this species in the county of Areia-PB. In the beginning of the study, the phenological observations were made once a month and later, twice a month during a period from March, 2009 to May, 2011, with 47 excursions. Thirty individuals from a population of *Sesbania virgata* were assessed. Data from the following phenophases were collected: sprouting, leaf falling, flowering and fructification. The Spearman Correlation Test was used to analyze correlation between phenology and climate data such as temperature and rainfall in every growing and reproductive phenophases. Circular statistics was used to estimate the seasonality occurrence and intensity between each one of the phenophases studied among the years. Results from *Sesbania virgata* phenological studies showed that the flowering and fructification reproductive phenophases occurred along the whole study with higher intensity in the dry season, however, for the ripe fruit phenophase, the highest intensity occurred during the rainy season. In the population studied, the species *S. virgata* showed continuous flowering and fructification along the whole study period. The species phenological patterns in the environment studied shows little seasonal change.

Key - words: invasive plant species, Fabaceae, flowering, fructification.

1. INTRODUÇÃO

A distribuição dos estudos fenológicos na vegetação da América do Sul é muito desigual sobre os tipos diferentes de vegetação e formas de vida, sendo a floresta tropical o ecossistema mais estudado e a árvore, a forma de vida mais observada nas pesquisas. Portanto, há uma necessidade de estudos fenológicos nas diferentes tipologias vegetacionais da América do Sul (MORELLATO, 2003) incluindo o Brasil (TALORA e MORELLATO, 2000).

As pesquisas fenológicas são frequentemente associadas a variáveis climáticas, dentre elas, a precipitação e temperatura, as quais são consideradas as mais importantes (MORELLATO et al., 2000) e fatores bióticos, como polinização, floração, frutificação (DIAS e OLIVEIRA-FILHO, 1996; TALORA e MORELLATO, 2000; REYS et al., 2005). O periodismo, a sazonalidade e o sincronismo também têm sido uma constante preocupação dos estudos fenológicos (NEWSTROM et al. 1994; DIAS e OLIVEIRA-FILHO, 1996). Segundo Newstrom et al. (1994), o período de um evento fenológico é uma resultante do tempo decorrido entre o episódio e seu intervalo, enquanto a sazonalidade é definida como sendo uma associação temporal entre o evento fenológico e determinado mês ou determinada estação do ano, já o sincronismo é definido como a ocorrência simultânea da mesma fenofase em todas ou, pelo menos, na maioria das unidades de estudo analisadas (LINS e NASCIMENTO, 2010).

Estudos fenológicos que contribuam com informações sobre os distintos períodos de crescimento e reprodução de espécies vegetais invasoras é importante, haja vista que o conhecimento da biologia de uma espécie invasora é a base para implementação das estratégias apropriadas para seu manejo (MACINTYRE et al., 1995 e BHOWMIK, 1997).

Na América do Sul, a real dimensão do fenômeno da invasão por animais não está refletida na literatura atual (RODRIGUEZ, 2001). No caso de plantas, o cenário pode ser idêntico, em todos os ambientes tropicais, os países em desenvolvimento vivem o paradoxo de possuírem os maiores índices de biodiversidade, ao mesmo tempo que sofrem e sofrerão pressões antrópicas negativas, causando a perda dessa megadiversidade (JENKINS, 2003). A maior parte das evidências dos impactos econômicos provocados por espécies exóticas invasoras provém de regiões desenvolvidas. Entretanto, há fortes indícios que as regiões em desenvolvimento estão

experimentando perdas similares, quando não proporcionalmente maiores (GISP, 2005).

A maioria dos países ainda carece tanto de registros como de medidas de prevenção e controle de espécies invasoras, o que requer coleta e organização de dados para retratar a situação atual e para estabelecer prognósticos sobre o problema, demandando tempo e recursos financeiros (ZILLER e GALVÃO, 2002; MATTHEWS, 2005). Este é certamente o caso do Brasil, quer seja pela sua grande extensão territorial e diversidade de ecossistemas, quer seja pela incipiência dos estudos de invasão biológica aqui registrados (SOUZA et al., 2011).

A espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., família Fabaceae-Faboideae, possui porte arbustivo e é um táxon pioneiro e semi-perene (SOUZA et al., 2010). Desenvolve-se naturalmente em terrenos úmidos e associa-se com *Azorhizobium* spp (CHAVES et al., 2003), ocorrendo com frequência em ambiente ciliar (POTT e POTT, 1994). Carneiro e Irgang (2005), relatam que a espécie tem sua origem no Paraguai, Argentina, Uruguai e sul do Brasil. Em estudos realizados com plantas invasoras por Wu et al. (2004), a família Fabaceae destacou-se como uma das famílias com maior número de espécies naturalizadas, sendo a espécie *Sesbania cannabina* (Retz.) Poir., encontrada na China como naturalizada.

Na região Nordeste, *Sesbania virgata* era praticamente desconhecida acerca de duas décadas, quando então começou a ocupar margens de rios e reservatórios, revelando-se mais recentemente como uma invasora capaz de provocar sérios impactos nos ecossistemas invadidos, a exemplo da caatinga (ANDRADE, 2006).

Em face da espécie exibir estratégia diferente para estabelecimento, desde a sua fase inicial, na qual suas sementes armazenam compostos diferentes, como polímeros (proteínas e carboidratos), que são mobilizados durante o desenvolvimento, ou seja, o desempenho fisiológico da semente é essencial para o estabelecimento bem sucedido da planta, principalmente desta espécie que por ser pioneira necessita se estabelecer e crescer rápido em seu ambiente (TONINI et al., 2010). Corroboram neste sentido, Molle e Tiné (2009) considerando que a germinação e estabelecimento das plântulas é a etapa mais crítica do ciclo de vida (por ser a etapa de maior mortalidade), fica evidente o valor adaptativo da reserva e a importância do galactomanano (polissacarídeo de reserva) na estratégia de vida da espécie.

Provavelmente, a espécie apresenta outras estratégias que garantam seu sucesso reprodutivo como invasora durante seu ciclo de vida. Objetivou-se estudar

nesta pesquisa os padrões fenológicos de *Sesbania virgata* em área invadida por uma população desta espécie no município de Areia, Paraíba.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local

O estudo foi realizado no município de Areia-PB localizado na microrregião do Brejo Paraibano, que possui área de 269,424 km² (IBGE, 2011). O clima é ameno, com temperatura média anual oscilando entre 22 a 26°C. Possui um relevo bastante acidentado e assim como na Zona da Mata predomina a Floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 1992).

A população de *Sesbania virgata* foi selecionada em uma área invadida situada entre as coordenadas geográficas de 06° 58' 04" S e 35°41' 33" W, com altitude média de 527 m (Figura 1). Os indivíduos de *Sesbania virgata* na área de estudo são indivíduos adultos e foi usado como critério de seleção espécimes que apresentavam material reprodutivo (presença de frutos).

No primeiro ano de estudo (2009), a temperatura média anual foi de 22,41°C e a precipitação anual variou de 3,6 mm(outubro) a 319,6 mm (julho). De janeiro/2010 a maio/2011, a temperatura média foi de 22,88°C e a precipitação variou de 2,7 mm, (novembro de 2010) a 462,1 mm, (maio de 2011). A temperatura ao longo do período de estudo, apresentou pequena variação (Figura 2).

2.2. Coleta de Dados

As observações fenológicas foram realizadas, inicialmente, a cada mês e posteriormente, quinzenalmente, durante o período de março de 2009 a maio de 2011, totalizando 47 excursões. Foram acompanhados 30 indivíduos na população selecionada e coletados dados sobre presença, ausência e intensidade de acordo com Fournier (1974) das fenofases brotação (folhas jovens), queda foliar (folhas amarelas e caindo), floração (botão e flor aberta) e frutificação (fruto verde e fruto maduro).

2.3. Análises Estatísticas

Para analisar a correlação entre a fenologia e os dados climáticos, temperatura e precipitação, foi aplicado o teste de correlação de Spearman (ZAR, 1999) em cada fenofase vegetativa e reprodutiva utilizando o programa SAS 9.3 (SAS Institute, 2011).

Para estimar ocorrência e intensidade de sazonalidade entre cada uma das fenofases estudadas entre os anos foi realizada a estatística circular. Para tal, realizou-se as seguintes etapas: 1- durante o período de estudo foi calculada a frequência de ocorrência do evento fenológico por data de observação no campo; 2- as datas foram convertidas em ângulos, sendo 0° = março de 2009 e 360° = maio 2011; 3- foi calculado o ângulo médio, o desvio padrão angular e o comprimento do vetor r . Esses ângulos, foram convertidas em data média, data de maior intensidade da fenofase durante o ano. Para os cálculos da estatística circular foi utilizado o programa Oriana 3.0 Demo (KOVACH, 2004). A distribuição de intensidades da espécie em cada fenofase foram plotadas em histogramas circulares (MORELLATO et al., 2010) ao longo de 780 dias.



Figura 1. Localização da população de *Sesbania virgata* na área de estudo no município de Areia – PB (Fonte: Google Maps 2011)

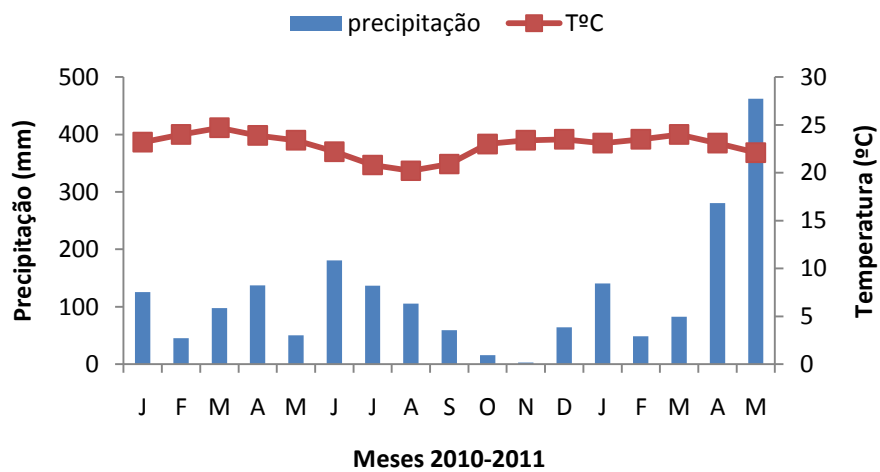
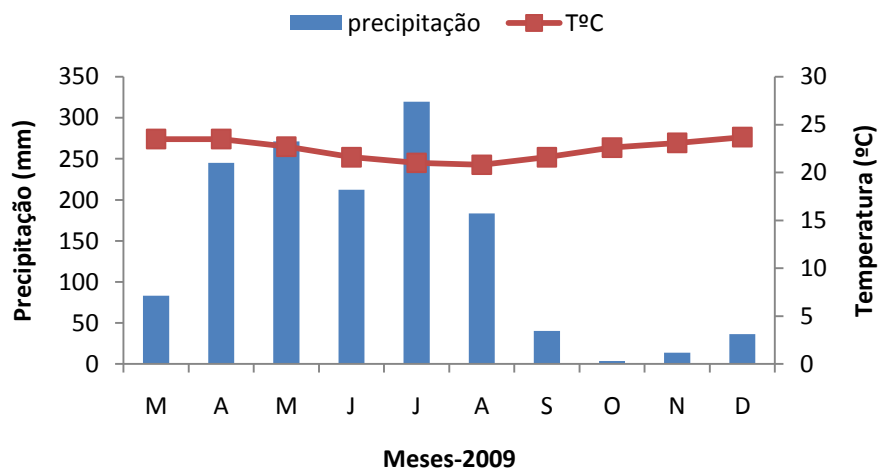


Figura 2. Precipitação e temperatura no município de Areia-PB de março de 2009 a maio de 2011. Fonte: Estação Meteorológica do CCA/UFPB, Areia-PB.

3. RESULTADOS

As fenofases descritas a seguir ocorreram em todos os indivíduos selecionados de *Sesbania virgata* na área de estudo.

3.1. Fenofases

Brotação

O período de ocorrência desta fenofase nos indivíduos selecionados compreendeu de março de 2009 a maio de 2011, tendo sido constatada maior intensidade no ano de 2010 (Figura 3). A estatística circular não indicou sazonalidade para esta fenofase, com data média no dia 10 do mês de setembro de 2010. Houve correlação negativa significativa com a temperatura ($r_s = -0,47$), como se verifica na Tabela 1. Portanto, pelo ângulo modal, encontrou-se o pico da fenofase brotação que ocorreu na data 11/06/2010 (Figura 1).

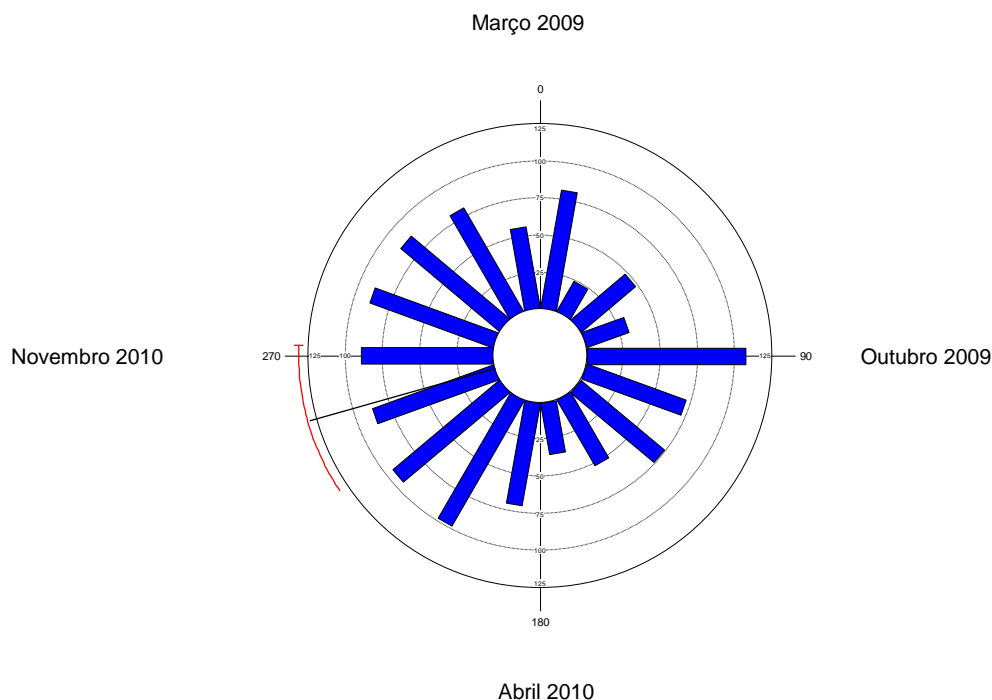


Figura 3. Histograma circular da fenofase brotação no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia, PB.

Tabela 1. Correlação de Spearman (r_s) com suas respectivas probabilidades (p) entre temperatura, precipitação e as fenofases vegetativas e reprodutivas

	Fenofases					
	Brotação	Queda foliar	Botão	Flor aberta	Fruto verde	Fruto maduro
Temperatura	$r_s = -0,47$ $p = 0,0007$	$-0,70$ $<0,001$	0,02	0,007	0,27	-0,27
Precipitação	-0,04	0,24	-0,06	-0,03	-0,16	0,45
	0,7591	0,0966	0,6451	0,8236	0,2649	0,0013

Queda foliar

A troca de folhas ocorre de forma gradual, não havendo desfolhamento total e mantendo folhas ativas durante todo o ano. Para esta fenofase também não foi detectada sazonalidade com data média no dia 07 do mês de outubro de 2010. O pico desta fenofase, dado pelo ângulo modal, ocorreu em 11/06/2010, igualmente com o pico da fenofase brotação (Figura 4). Observa-se na Tabela 1, correlação negativa significativa também com a temperatura ($r_s = -0,7$).

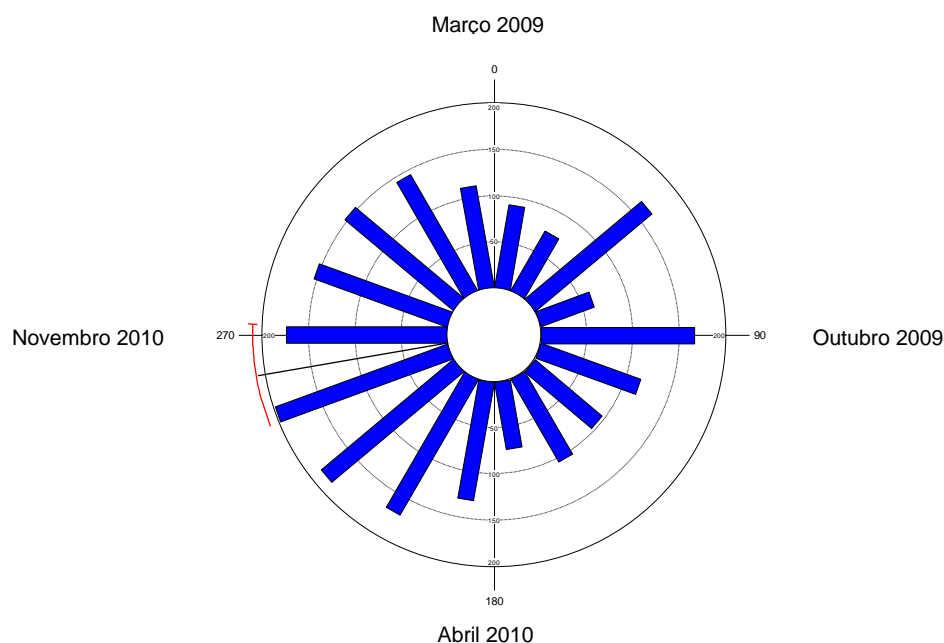


Figura 4. Histograma circular da fenofase queda foliar no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia, PB.

Presença de Botões Florais

O período de ocorrência para esta fenofase ocorreu ao longo dos anos de estudo com maior intensidade nos meses de dezembro e janeiro do ano de 2010 e 2011, com pico no dia 06 de janeiro de 2011(Figura 5). Verificou-se sazonalidade para botão floral com $r=0,501$ (Tabela 2) e data média no dia 07 do mês de outubro do ano de 2010. A fenofase botão floral não apresentou correlação significativa com a temperatura e a precipitação. No ano de 2009, nos mês de junho, observou-se apenas 20% dos indivíduos da população em floração, já em dezembro o porcentual foi de 60%, no entanto, em 2010 no mês de dezembro 90% dos indivíduos estavam em floração (Figura 9).

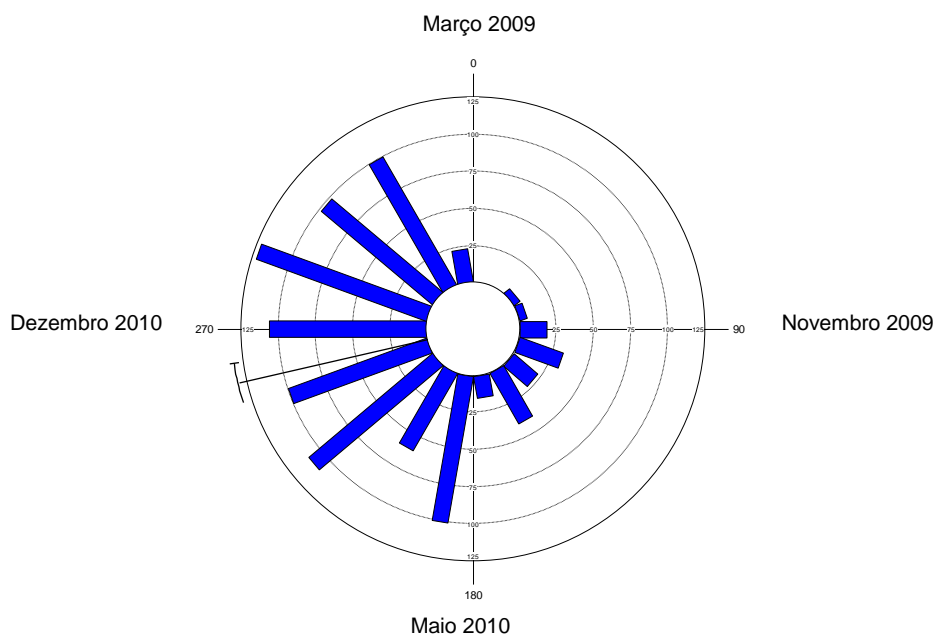


Figura 5. Histograma circular da fenofase botão floral no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia, PB.

Tabela 2. Estatística circular para ocorrência de sazonalidade e data média para quatro fenofases no período de março de 2009 a maio de 2011 em uma população da espécie invasora *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia-PB

Fenofase	Período	Nº de observações*	Ângulo médio	Ângulo modal	Pico da fenofase	Desvio padrão circular	Data média	r	Rayleigh (P)
Brotação	09/11	1271	254.198°	200.769°	11/06/10	117.704°	10/09/10	0.121	ns
Queda foliar	09/11	2359	260.149°	200.769°	11/06/10	115.481°	07/10/10	0.131	ns
Floração									
Botão	09/11	951	257.03°	297.693°	06/01/11	67.32°	07/10/10	0.501	<0,001
Flor aberta	09/11	356	258.014°	276.923°	18/11/10	76.742°	04/11/10	0.408	ns
Frutificação									
Fruto verde	09/11	862	255.781°	290.769°	29/12/10	89.012°	21/10/10	0.299	ns
Fruto maduro	09/11	2061	256.993°	200.769°	11/06/10	93.31°	23/09/10	0.266	ns

*Somatório do número de observações de cada fenofase durante o período de estudo; ns = diferença não significativa.

Presença de Flor Aberta

A floração ocorreu ao longo de todo período de estudo. Observa-se na Figura 4 que esta fenofase apresentou maior atividade na estação seca, nos meses de novembro a dezembro, mas a oferta de recurso de flores ocorreu durante todo o ano. O valor de $r = 0,408$ com data média no dia 04 do mês de novembro do ano de 2010 e pico da fenofase em 18 de novembro de 2010 (Figura 6). Esta fenofase também não apresentou correlação significativa com a temperatura e precipitação (Tabela 1).

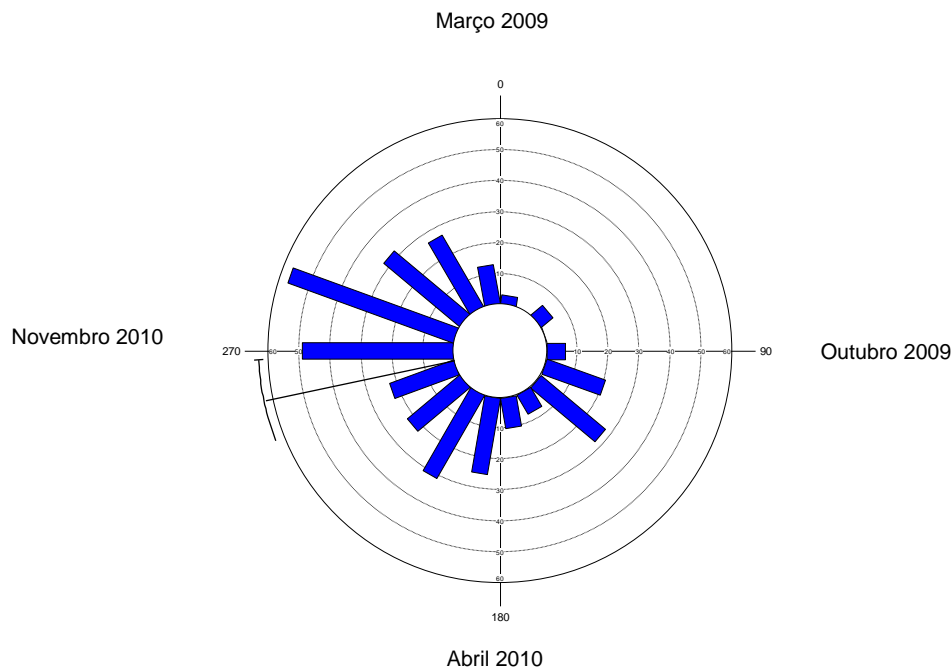


Figura 6. Histograma circular da fenofase flor aberta no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia, PB.

Presença de Frutos Verdes

A frutificação ocorreu em todos os indivíduos que floresceram ao longo do ano. O fruto leva até 52 dias para amadurecer e depois permanecem presos à planta-mãe por vários meses, sendo dispersado fechado e o tegumento que é duro, amolece com a água e assim as sementes são dispersadas.

O teste para ocorrência de sazonalidade da fenofase não foi significativa com $r=0.299$, data média no dia 21 de outubro de 2010, com o pico da fenofase na data 29 de dezembro de 2010 (Figura 7). Não houve correlação significativa com a temperatura e precipitação para esta fenofase (Tabela 1).

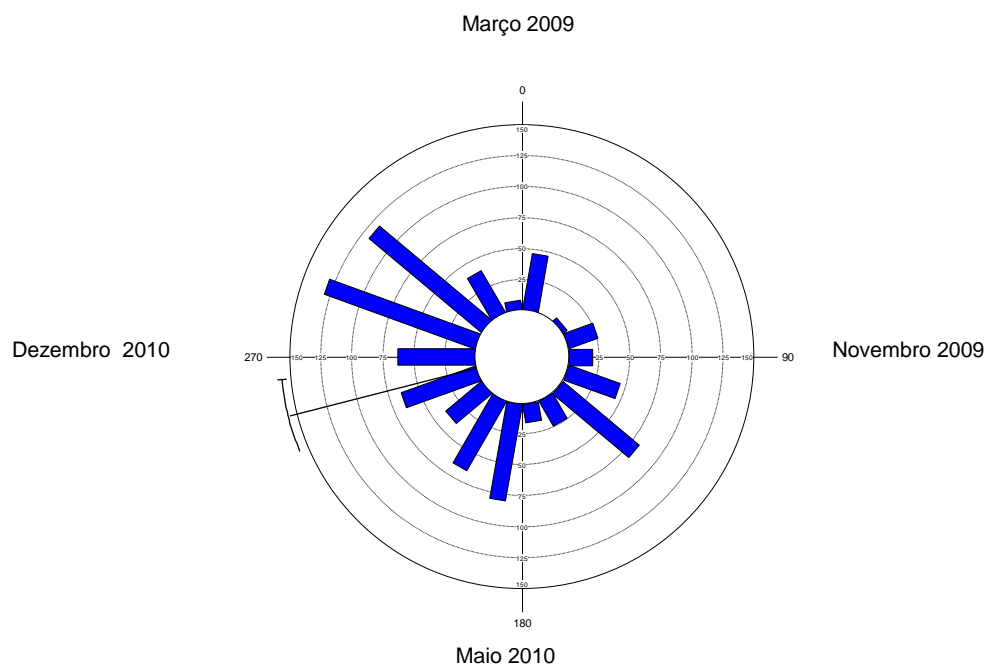


Figura 7. Histograma circular da fenofase fruto verde no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia, PB.

Presença de Frutos Maduros

A ocorrência desta fenofase se deu ao longo de todo o período de estudo com maior intensidade na época chuvosa do ano de 2010 (Figura 8). A porcentagem de indivíduos frutificando na população durante o estudo foi de 80% (Figura 9). Os testes de estatística circular para esta fenofase também não indicaram sazonalidade significativa, com valor de $r = 0,266$, próximo da fenofase fruto verde com data média no dia 23 de setembro de 2010. Houve correlação positiva com a precipitação para esta fenofase ($r_s=0,45$) e o pico da fenofase ocorrendo na estação chuvosa em 11 de junho de 2010 (Figura 8).

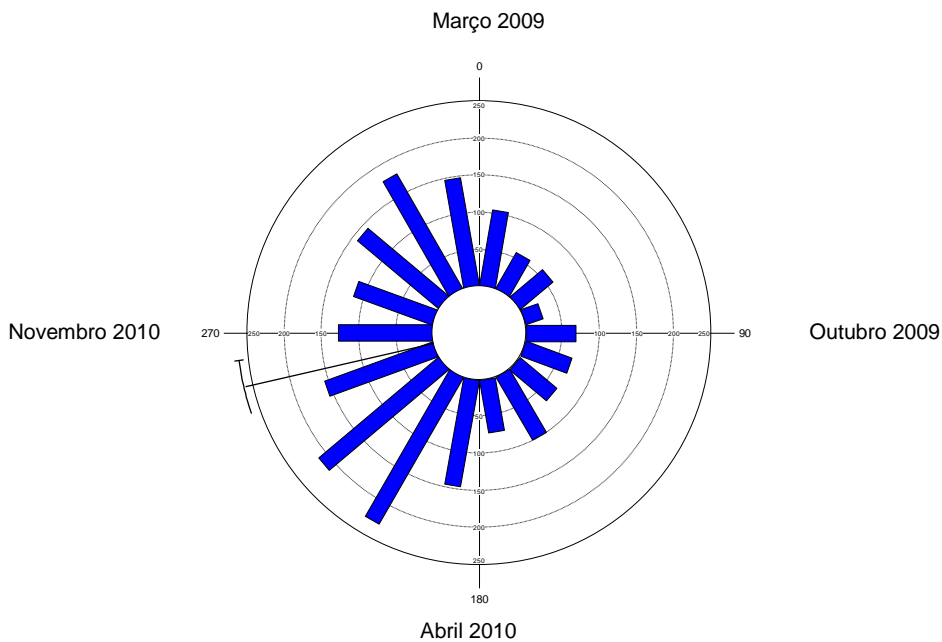


Figura 8. Histograma circular da fenofase fruto maduro no período de março de 2009 a maio de 2011 de indivíduos de *Sesbania virgata* em área invadida no município de Areia, PB.

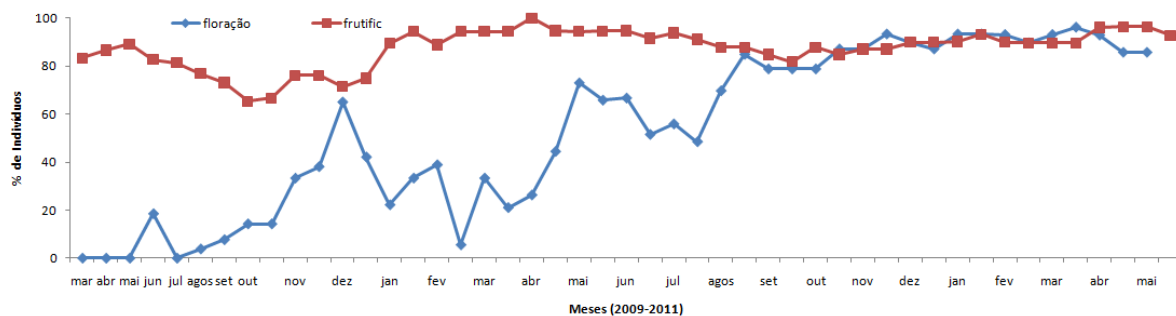


Figura 9. Porcentagem de Indivíduos de *Sesbania virgata* em floração e frutificação em área invadida no município de Areia, PB no período de março de 2009 a maio de 2011.



Figura 10. Fenofases reprodutivas na população de *Sesbania virgata* estudada em área invadida no município de Areia-PB. Sendo: A = Presença de botão floral; B e C = Presença de flores abertas; D = Presença de frutos verdes; E = Presença de frutos maduros (secos).

4. DISCUSSÃO

4.1. Fenofases vegetativas e reprodutivas

O ângulo modal indica o pico de atividade da fenofase enquanto a data média, necessariamente, não aponta ao tempo de atividade de pico da fenofase, mas indica a tendência central dos dados (MORELLATO et al., 2010). De acordo com Bencke e Morellato (2002), o pico de atividade da fenofase pode estar mais relacionado com características endógenas e com fatores abióticos que atuam sobre a fisiologia da espécie, determinando ou restringindo o período de ocorrência das fenofases. Pode existir correlação desta fenofase com outros fatores abióticos, como maior intensidade de vento, disponibilidade de água e nutrientes do solo, além da pluviosidade (MORELLATO, 1991). A organização das datas fenológicas proporciona informações ecológicas importantes sobre a duração média das diferentes fenofases das distintas

espécies em uma área, e sobre o local e as diferenças determinadas pelo clima nas datas de início dessas fases (LARCHER, 2000).

A floração é afetada e controlada por um grande número de fatores externos (fotoperíodo, temperatura, nutrição, disponibilidade de água) e internos (características genéticas, produção de carboidratos e hormônios), sendo um processo bastante complexo. Embora exista pouca informação sobre a floração de espécies lenhosas, parece não haver dúvidas de que a temperatura, a precipitação e a disponibilidade de nutrientes podem exercer um efeito considerável (BREDOW e WISNIEWSKI, 2009). Já para Bernier (1988) aspectos que controlam a floração são diferentes para cada espécie, acionadas quando houver um balanço nutricional apropriado ou quando uma sequência de fatores edafoclimáticos requeridos acontecer.

Altas temperaturas e altas intensidades luminosas favorecem a iniciação das flores em muitas espécies, ao mesmo tempo em que o clima mais frio pode induzir à dormência das gemas apicais em espécies de clima temperado (ZÁRATE et al., 2006).

De acordo com Alpert et al. (2000), se referindo a espécies invasoras, a produção de flores, frutos e sementes está diretamente ligada à capacidade de dispersão de uma espécie e o autor ainda comenta que a rapidez na dispersão no ambiente tem sido associada a: longo período de frutificação; produção de um grande número de sementes de tamanho pequeno e sementes de prolongada viabilidade.

A maior produção de frutos na estação chuvosa seria vantajosa, pois aumenta a possibilidade de germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas, principalmente no caso de *Sesbania virgata* que a dispersão é hidrocórica (LORENZI, 2000).

O amadurecimento dos frutos e o estabelecimento de novas plântulas estão relacionados com absorção de água, ou seja, com a disponibilidade hídrica do solo (FOSTER, 1982). As sementes de *Sesbania virgata* são pequenas e típicas de locais úmidos (SOUZA et al., 2011), sendo o solo na área de estudo muito úmido e na maioria das vezes alagado, então provavelmente deve ocorrer com frequência a permanência das sementes em condições alagadas. Os frutos são lenhosos, indeiscentes e se acumulam ficando armazenados na copa por um longo tempo após a maturação das sementes (KISMANN e GROTH, 1992; POTT e POTT, 1994) e a dispersão ocorre de forma gradativa, ou seja, os frutos são liberados da planta lentamente, em condições favoráveis para a sua dispersão, o que parece ser a estratégia adotada pela planta para garantir o sucesso na reprodução.

Portanto, a fenofase de dispersão da espécie é longa, além do grande número de sementes produzidas, total de 6.544 sementes encontradas em 20 indivíduos da espécie (SOUZA et al., 2011) o que é vantajoso como estratégia ecológica de estabelecimento, já que a liberação contínua de sementes aumentaria a chance de encontro de condições favoráveis de germinação (GUTSCHOW-BENTO et al., 2010). Além de que foi constatado por Souza et al. (2010), que os propágulos do táxon estudado são capazes de germinar em diferentes intensidades luminosas, o que se revela mais uma estratégia de invasão e formação de banco de plântulas até mesmo sob populações adensadas e já estabelecidas.

No estudo da biologia da reprodução em Acacias, Gibson et al. (2011), constataram que é característica comum de espécie invasora, a capacidade de reproduzir eficientemente em novos ambientes, tendo sido observada em *Acacia* australiana. Na espécie *Sesbania virgata*, a frutificação ocorre durante todo o ano (Figuras 5 e 6) com pico maior de fruto maduro durante o ano de 2010, na estação chuvosa. Não há fenofases distintas para floração e frutificação. Ambas ocorrem simultaneamente, assim em uma única planta, flores, frutos verdes e maduros são comuns ao longo do ano. A espécie frutificou regularmente ao longo do período de estudo, tanto na estação seca como chuvosa (Figura 7).

O sucesso da invasão por *Sesbania virgata*, provavelmente, se deve também às características observadas no estudo fenológico, tais como, produção de flores durante todo o ano, frutificação contínua, grande quantidade de frutos produzidos e acumulados na copa da árvore, e eficiente estratégia de dispersão, pois os frutos que são depositados no solo não se sabe por quanto tempo as sementes são liberadas, devendo existir na área estudada um banco de sementes ativo da espécie invasora.

Vosse et al. (2008), estudaram bancos de sementes do solo, na África do Sul, para entender o processo de invasão biológica vegetal. Algumas dessas características foram citadas por Parker et al. (1999) e Genovesi (2005), em se tratando de espécies invasoras, tais como, alta taxa de crescimento relativo, grande produção de sementes pequenas e de fácil dispersão, alta longevidade das sementes no solo, alta taxa de germinação dessas sementes, maturação precoce das plantas já estabelecidas, floração e frutificação mais prolongadas, pioneirismo, alelopatia e ausência de inimigos naturais. Fonseca e Jacobi (2011), estudando o desempenho germinativo da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. afirmaram que o sucesso na invasão de novas áreas por esta espécie deve ser atribuído ao seu bom desempenho em outros

requisitos, associados ao perfil de espécies invasoras, tais como, alta fecundidade, taxa de crescimento das plântulas e habilidade competitiva, somados à pressão de propágulos decorrente de ações antrópicas.

O potencial de uma espécie de tornar-se invasora é o resultado da combinação dos atributos da planta, das propriedades ecológicas do ambiente, dos distúrbios naturais ou das práticas de manejo os quais o ambiente é submetido (MARTINS et al., 2009). Portanto, o conhecimento da biologia de uma espécie invasora é a base para implementação das estratégias apropriadas para seu manejo (MACINTYRE et al., 1995; BHOWMIK, 1997).

5. CONCLUSÕES

A espécie *Sesbania virgata* apresentou floração e frutificação de forma contínua e simultânea, ao longo de todo o período estudado;

Constatou-se uma elevada produção de frutos e, por conseguinte, de sementes, por indivíduo, constituindo assim uma estratégia reprodutiva que potencializa o caráter invasor da espécie;

A espécie apresentou as fenofases brotação, queda foliar e floração, independentes do regime de chuvas no local de estudo;

Os padrões fenológicos da espécie no ambiente estudado são pouco sazonais, pois as características fisiológicas (alta capacidade de florescimento, alta produção de sementes, habilidade de dispersão) e ecológicas (pioneira) do táxon comprovam seu potencial invasor se diferenciando de padrões encontrados em outras espécies não invasoras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPERT, P.; BONE, E.; HOLZAPFEL, C. Invasiveness, invisibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Washington, v. 3, n. 1, p. 52-66, 2000.

ANDRADE, L. A. Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: impactos nos ecossistemas locais. In: MARIATH, J. E. A.; SANTOS, R. P.(Org). **Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética**. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006, 752 p.

BENCKE,C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação.**Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.3, p.269-275, 2002.

BERNIER, G. The control of floral evocation and morphogenesis. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 39, p. 175-219, 1988.

BHOWMIK, P. C. Weed biology: importance to weed management. **Weed Science**, v.45, p.349-356, 1997.

BREDOW, E.A.; WISNIEWSKI, C. Potencial de dispersão de *Tecoma stans* e atributos químicos de alguns solos do Paraná. **Cerne**, Lavras, v.15, n.1, p.27-34, 2009.

CARNEIRO, A.M.; IRGANG, B.E. Origem e distribuição geográfica das espécies ruderais da Vila de Santo Amaro, General Câmara, Rio Grande do Sul. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 175-188, 2005.

CHAVES, L.L.B.,CARNEIRO, J.G.A.,BARROSO, D.G.;LELES, P.S.S. Efeitos da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada na produção de mudas de *Sesbania* em substrato constituído de resíduos agroindustriais. **Revista Árvore**, Viçosa,v. 27, p.443-449, 2003.

DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. **Cerne**, Lavras,v. 2, p. 66-88, 1996.

FONSECA,N.G.; JACOBI, C.M. Desempenho germinativo da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit e comparação com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. e *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, 25, n.1, p. 191-197, 2011.

FOSTER, R. B. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. In: E. G. Leigh, A. S. Rand & D. M. Windsor (eds.) **The ecology of a tropical forest**. Smithsonian Institution Press, Washington. Pp 151-172,1982.

FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles tropicales. **Turrialba**, v. 24, p.422-423.

GUTSCHOW-BENTO, L.H.; CASTELLANI, T.T.; LOPES, B.C.; GODINHO, P.S. Estratégia de crescimento clonal e fenologia de *Syngonanthus chrysanthus* Ruhland (Eriocaulaceae) nas baixadas entre dunas da praia da Joaquina, Florianópolis, SC, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.24, n.1, p.205-213, 2010.

GENOVESI, P. Eradications of invasive alien species in Europe: a review. **Biological Invasions**, University of Tennessee, USA, v. 7, p. 127-133, 2005.

GIBSON, M.R.; RICHARDSON, D.M.; MARCHANTE, E.; MARCHANTE, H.; RODGER, J.R.; STONE, G.N.; BYRNE, M.; FUÉNTES-RAMIREZ, A.; GEORGE, N.; HARRIS, C.; JONHSON, S.D.; LE ROUX, J.J.; MILLER, J.T.; MURPHY, D.J.; PAUW, A.; PRESCOTT, M.N.; WANDRAG, E.M.; WILSON, J.R.U. Reproductive biology of Australia Acacias: important mediator of invasiveness? **Diversity and Distributions**. v.17, p.911-933, 2011.

GLOBAL INVASIVE SPECIES PROGRAMME (GISP). **South America Invaded: The growing danger of invasive alien species**. GISP Secretariat, Cape Town, RSA. 61p., 2005.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em :<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=250990> Acessado em: 07 de dezembro de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1992. 92p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1)

JENKINS, M. Prospects for biodiversity. **Science**, v. 302, p.1175-1177, 2003.

KISMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1992, v.2, 978p.

KOVACH. **Oriana for windows**. Wales, Kovach Computing Services, 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Rima: São Carlos, 531p., 2000.

LINS, B.L.A.; NASCIMENTO, M.T. Fenologia de *Paracetoma peroba* (Bignoniaceae) em uma floresta estacional semidecidual do norte fluminense, Brasil. **Rodriguésia**, v. 61, n.3, p.559-568, 2010.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 435p.

MACINTYRE, S.; LAVOREL, S.; TREMONT, R. M. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. **Journal of Ecology**, v.83, n.1, p.31-44, 1995.

PARKER, I. M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P. M.; WILLIAMSON, M. H.; HOLLE, B. V.; MOYLE, P. B.; BYERS, J. E.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, University of Tennessee, USA, v. 1, p. 3-19. 1999.

POTT, A.; POTT, V. **Plantas do pantanal**. EMBRAPA-SPL, Brasília, 1994, 320p.

MARTINS, C.R.; HAY, J.D.V.; CARMONA, R. Potencial invasor de duas cultivares de *Melinis minutiflora* no Cerrado Brasileiro - Características de sementes e estabelecimento de plântulas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.713-722, 2009.

MATTHEWS, S. **América do Sul invadida**: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras. 1.ed. Cape Town: GIPS, 2005. 80p.

MOLLE, F.R.D.; TINÉ, M.A.S. Catabolismo de sacarose durante a mobilização do galactomanano e sua importância na estratégia de sobrevivência de plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Hoehnea**, v.36, n.2, p.259-268, 2009.

MORELLATO, L.P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no Sudeste do Brasil**. 1991. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORELLATO, L.P.C., ROMERA, E.C., TALORA, D.C., TAKAHASHI, A., BENCKE, C.C. e ZIPPARRO, V.B. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, p.811- 823, 2000.

MORELLATO, L.P.C. South America. In: SCHWARTZ, M.D. **Phenology: An integrative environmental science**. Kluwer Academic Publishers, 2003, 555p.

MORELLATO, L.P.C.; ALBERTI, L.F.; HUDSON, I.L. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: HUDSON, I.L.; KEATLEY, M.R. **Phenological Research: Methods for environmental and climate change analysis**. Springer, 2010, 521p.

NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W. e BAKER, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, p.141-159, 1994.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C.; SABINO, E.J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v. 5, p. 1-6, 2005.

RODRIGUEZ, J.P. Exotic species introductions into South America: an underestimated threat. **Biodiversity and Conservation**, v.10, p.1983-1996, 2001.

SAS. **SAS/STAT 9.3 USER'S GUIDE**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011, 8621p.

SOUZA, V.C.; AGRA, P.F.M.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, I.G.; OLIVEIRA, L.S. Germinação de sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. sob efeito de luz,

temperatura e superação de dormência. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.889-894, 2010.

SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; BEZERRA, F.T.C.; FABRICANTE, J.R.; FEITOSA, R.C. Avaliação populacional de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae Lindl.), nas margens do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v.6, n.2, p.314-320, 2011.

TALORA, D.C.; MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.1, p.13-26, 2000.

TONINI, P.P.; PURGATTO, E.; BUCKERIDGE, M.S. Effects of abscisic acid, ethylene and sugars on the mobilization of storage proteins and carbohydrates in seeds of the tropical tree *Sesbania virgata* (Leguminosae). **Annals of Botany**, v.106, n.4, p.607-616, 2010.

VOSSE, S.; ESLER, K.J.; RICHARDSON, D.M.; HOLMES, P.M. Can riparian seed banks initiate restoration after alien plant invasion. Evidence from the Western Cape, South Africa. **South African Journal of Botany**, v.74, n.3, p.432-444, 2008.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

ZÁRATE, R.; AMASIFUEN, C.; FLORES, M. Floración y fructificación de plantas leñosas en bosques de arena blanca y de suelo arcilloso en la Amazonía Peruana. **Revista Peruana de Biología**, Lima, v. 13, n. 1, p.95 -102, 2006.

ZILLER, S.R.; GALVÃO, F.A. Degradação da estepe gramíneo lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. **Floresta**, v.32, n.1, p.41-47, 2002.

WU, SHAN-HUAH.; HSIEH, CHANG-FU.; CHAW, SHU-MIAW.; REJMANÉK, M. Plant invasions in Taiwan: Insights from the flora of casual and naturalized alien species. **Diversity and Distributions**, v.10, p.349-362, 2004.

**BIOLOGIA FLORAL de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.: UMA ESPÉCIE
INVASORA NO AGRESTE PARAIBANO**

SOUZA, V.C. Biologia Floral de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.: Uma Espécie Invasora no Agreste Paraibano

RESUMO

Existem poucos estudos sobre biologia da polinização e da reprodução sobre espécies de Fabaceae e, principalmente, em se tratando de uma espécie invasora como *Sesbania virgata*. Objetivou-se conhecer a biologia floral da espécie em população no agreste paraibano, localizada no município de Areia-PB. Foram coletados dados sobre a morfologia e biometria da flor, antese, sistema reprodutivo, viabilidade polínica, contagem de grãos de pólen e visitantes florais de *S. virgata*, um arbusto que apresenta inflorescências racemosas, flores com corola amarelo-clara, zigomorfa, pedunculada, hermafrodita, androceu diadelfo, anteras com deiscência longitudinal, estigma inconspícuo. Nas flores da espécie distinguem-se facilmente as pétalas: estandarte (11,92 mm), as alas (8,27 mm) e a quilha (9,3 mm). A média de grãos de pólen da flor foi de 22.918, com viabilidade polínica de 99,93%. A antese é diurna e assincrônica. *S. virgata* é autocompatível, embora a razão pólen/óvulo indica que a espécie é considerada, quanto ao sistema reprodutivo, xenogâmica obrigatória. O principal polinizador é a abelha *Xylocopa* sp. O padrão de floração, a morfologia floral, e o especializado sistema reprodutivo são indispensáveis para garantir o sucesso reprodutivo da espécie no ambiente estudado.

Palavras-chave: sistema reprodutivo, polinização, Fabaceae.

SOUZA, V.C. Floral Biology of *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.: An Invasive Species in the Agreste of Paraíba State

ABSTRACT

There are few studies about pollination biology and breeding aspects on Fabaceae species, specially with respect to the invasive species *Sesbania virgata*. This research aimed to know floral biology in a population of this species in the agreste area located in the county of Areia, Paraíba State. Data collected were flower biometry and morphology anthesis, breeding system, pollen viability, pollen grain counting and flower visitors of *S. virgata* which is a shrub with a raceme inflorescence, flowers with pale yellow corolla, zygomorphic, pedunculated, hermaphroditic, diadelphous androeceum with longitudinal deiscence anthers and inconspicuous stigma. In *Sesbania virgata* flowers one can easily see standard petals (11,92mm), wings (8,27mm) and keel (9,3mm). The average pollen grain number was 22.918, with pollen viability of 99,93%. Anthesis is daily and asynchronic. *S. virgata* is self compatible, although the relationship pollen/ovule indicates that this species is considered obligate xenogamic. The bee *Xylocopa* sp. as the main pollinator. Flowering pattern, flower morphology and the specialized breeding system are indispensable to guarantee breeding success of this species in the studied environment.

Key-words: breeding system, pollination, Fabaceae.

1. INTRODUÇÃO

A família Fabaceae é a terceira maior entre as Angiospermas e a segunda mais importante economicamente (JUDD et al., 2009). Várias espécies desta família desempenham papel vital na biogeoquímica global, por apresentarem nódulos com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (SPRENT, 2001). No Brasil, esta família está representada por cerca de 190 gêneros e 2.100 espécies, que possuem papel de destaque como elemento florístico em diversas formações vegetais, principalmente daquelas pertencentes ao domínio atlântico, onde possuem destacada importância por sua riqueza e abundância (LIMA, 2000).

Diante da grande riqueza e importância ecológica dessa família no Brasil, ainda existem poucos estudos sobre biologia da polinização e da reprodução sobre espécies de Fabaceae (AGOSTINI et al., 2006, NOGUEIRA e ARRUDA, 2006) e principalmente em se tratando de uma espécie invasora.

Sesbania virgata (Cav.) Pers. é uma espécie que tem sido utilizada em áreas degradadas, buscando-se a reabilitação das mesmas, haja vista a agressividade dessa espécie, no que se refere às altas taxas de crescimento e cobertura que é capaz de promover no solo. Nativa ou espontânea de vários pontos do Brasil, principalmente em vegetações ciliares pioneiras, nas regiões Centro-Oeste e Sudeste (CARPANEZZI et al., 1997; BRAGGIO et al., 2002), ocorre em áreas de cerrado e da mata atlântica. Sua ocorrência em nichos da caatinga é relativamente recente, remontando há menos de três décadas (ANDRADE, 2006).

Os sítios preferenciais de *S. virgata* no domínio da Caatinga são as matas ciliares, tanto de rios quanto de reservatórios artificiais de água. Invasões por esta espécie já vem sendo observadas em outras regiões do país, a exemplo do que se refere Mendonças (2007), que a considera invasora em áreas de preservação permanente no município de Bauru, estado de São Paulo.

S. virgata possui flores amarelas, altura de até 6 m, 25 cm de diâmetro a altura do peito e 5 m de diâmetro de copa, com vida curta, não mais que oito anos, apresenta capacidades moderadas de competir com gramíneas e rebrotar da cepa após corte ou fogo. Desenvolve-se naturalmente em terrenos úmidos e associa-se com *Rhizobium* (CARPANEZZI e FOWLER, 1997). Possui fruto indeiscente e nucóide, de coloração verde quando jovem e marrom opaco quando maduro e, textura seca com superfície rugosa, com valores médios de comprimento, largura, espessura e número de

sementes por fruto de 5,81 mm, 7,82 mm, 5,81 mm e 4,44 unidades, respectivamente; sua semente é do tipo reniforme de cor castanho claro com teste lisa, polida e dura, com dimensões médias de 6,87 mm de comprimento, 4,4 mm de largura, 3,32 mm de espessura e 7,78g de peso em 1000 sementes, com germinação do tipo epígea e a plântula apresentando protófilos compostos por 4 a 9 pares de folíolos, e radícula sublenhosa, de cor branca ou marrom castanho (ARAUJO et al., 2004).

Estudos realizados com biologia floral, fenologia, mecanismos de polinização e sistemas de reprodução em espécies ocorrentes na Caatinga ainda são escassos (MACHADO e LOPES, 2002). Trabalhos com espécie invasora, típica da caatinga, do sertão de Pernambuco, como *Raphiodon echinus*, encontrada especialmente em áreas sujeitas a inundação temporária, nas margens de rodovias e em áreas de cultivo abandonadas, apresentando ampla distribuição no Brasil já foi realizado por DIAS e KILL (2007).

O mecanismo reprodutivo de cada espécie é importante para assegurar a perpetuação de seus descendentes e para uma possível colonização de novos habitats, além de constituir a base para o desenvolvimento dos processos evolutivos naturais. Análises sobre a biologia floral e o mecanismo de polinização mostram-se de extrema importância (SILVA e PINHEIRO, 2007), principalmente quando se trata de uma espécie com potencial invasor. Neste sentido, o conhecimento da morfologia floral e do processo de polinização com seus mecanismos reprodutivos, são informações que irão contribuir para subsidiar o controle e manejo desta espécie.

Esta pesquisa teve como objetivo estudar a biologia floral de *Sesbania virgata* em uma população localizada no município de Areia, Paraíba.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local

O estudo foi realizado no município de Areia-PB em uma população natural de *Sesbania virgata* situada entre as coordenadas geográficas 06° 58' 04" S e 35°41' 33" W, com altitude média de 527 m, localizado na microrregião do Brejo Paraibano, possui área de 269,424 km² (IBGE, 2011). O clima é ameno, com temperatura média anual oscilando entre 22 a 26°C. Possui um relevo bastante acidentado e assim como na Zona da Mata, predomina a Floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 1992).

2.2. Coleta de dados

A análise e coleta de dados ocorreram no período de abril a Dezembro de 2010. Foram selecionados de forma aleatória 10 indivíduos para a coleta de dados de biologia floral.

Flores fixadas em etanol a 70% foram levadas para análise no Laboratório de Ecologia Vegetal, do Campus IV, em Rio Tinto, PB. Foram coletados dados sobre a morfologia e biometria da flor, antese, sistema reprodutivo, viabilidade polínica, contagem de grãos de pólen e visitantes florais. O tamanho dos elementos florais foram registrados em 30 flores, com auxílio de paquímetro digital. Para o estudo da morfologia, inflorescências foram coletadas no campo e levadas para o Laboratório de Botânica do Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB e com auxílio de lupa as estruturas da flor foram visualizadas e analisadas quantas as características morfológicas. O período de floração de *Sesbania virgata* ocorreu maciçamente, entre novembro de 2010 a janeiro de 2011, na estação seca.

O sistema reprodutivo da espécie foi avaliado por meio de experimentos de polinização no campo e determinação da razão pólen/óvulo (CRUDEN, 1977). No campo, 25 inflorescências com botões florais em pré-antese foram encobertas com sacos de tule para autopolinização espontânea e verificação de formação de frutos, além da avaliação do sucesso da polinização em condições naturais (controle), ou seja, com as flores expostas às visitas florais, a qual também foi realizada com flores marcadas em 25 inflorescências. O acompanhamento da antese foi feito durante cinco dias consecutivos, com botões florais marcados em pré-antese para registro de informações como: início e duração da antese diretamente em campo.

2.3. Viabilidade Polínica e Razão Pólen/Óvulo

Flores coletadas na área de estudo foram levadas para o Laboratório de Ecologia Vegetal do *Campus IV* da UFPB, em Rio Tinto, PB para realização da contagem de grãos de pólen e razão pólen/óvulo.

Para estimar a viabilidade polínica, dez anteras foram retiradas de dez botões florais em pré-antese, esmagadas em lâmina de vidro quadriculada e utilizado o corante carmim acético a 2% (RADFORD et al., 1974). As lâminas foram observadas em microscópio óptico. Os grãos que ficavam corados foram considerados viáveis (Figura 1.)

A contagem dos grãos de pólen foi realizada utilizando-se câmara de Newbauer e a razão pólen/óvulo foi determinada de acordo com Cruden (1977).

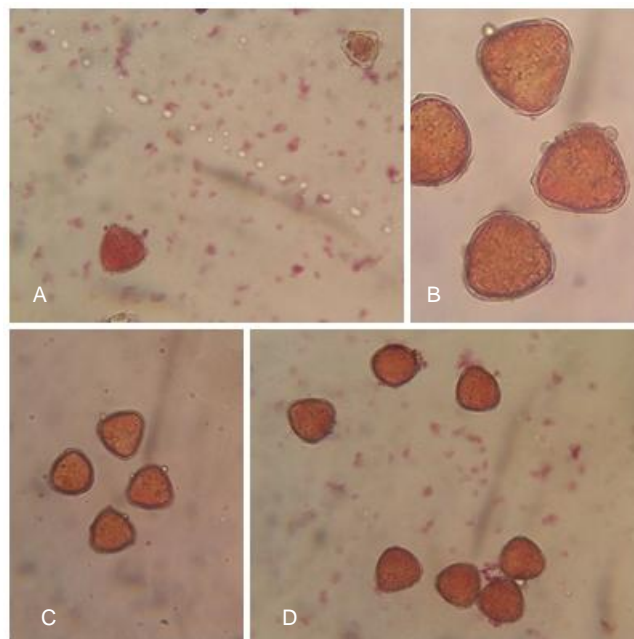


Figura 1. Grãos de pólen de *Sesbania virgata* após coloração com carmim acético a 2%. (A, B, C, D) viável

2.4. Visitantes florais

Observações não sistematizadas dos visitantes florais foram realizadas no campo, concomitantemente, à coleta de dados fenológicos no segundo semestre de 2010. Foram visitadas plantas para registrar aspectos referentes ao horário, frequência e comportamento de visita. A frequência de visitas consistiu em anotar cada vez que os visitantes chegavam nas inflorescências e visitavam as flores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características da Espécie

Sesbania virgata é um arbusto que apresenta inflorescências racemosas, flores com corola amarelo-clara, zigomorfa, pedunculada, hermafrodita, androceu diadelfo, anteras com deiscência longitudinal, estigma inconspícuo. Nas flores da espécie distinguem-se facilmente as pétalas estandarte (11,92mm), as alas (8,27mm) e a quilha (9,3mm) (Figuras 2a e 2b). A média de grãos de pólen da flor foi de 22.918, com uma viabilidade polínica de 99,93% (Tabela 1). Brito et al. (2010), estudando a biologia reprodutiva das espécies *Sophora tomentosa* e *Crotalaria vitellina* da família Fabaceae constataram viabilidade polínica alta em ambas as espécies, sendo 97% em *S. tomentosa* e 99% em *C. vitellina*. As flores da família Fabaceae apresentam arquitetura elaborada de acordo com Etcheverry et al. (2008), e por isso a aplicação e recepção de pólen são alcançados só por mecanismos muito especializados. Observou-se padrão de floração contínuo na população estudada.

Tabela 1. Características florais de *Sesbania virgata* em população localizada no município de Areia-PB.

Caracteres	Biometria
Comprimento (mm)	12,7
Largura (mm)	3,0
Sépalas (mm)	5,1
Pedúnculo (mm)	3,8
Estigma (mm)	8,8
Razão pólen/óvulo	4.583,6
Viabilidade polínica (%)	99,93%
Grãos de pólen (média)	22.918



Figura 2. Detalhes da flor de *Sesbania virgata*:a-d. a (aspecto geral da flor), b (Detalhe de partes da flor), c-d (detalhe da estrutura interna da flor com destaque para as anteras).

3.2. Antese

A antese é diurna e inicia com a abertura das flores por volta das 10:00 horas, com a distensão do estandarte, lentamente. A antese é assincrônica, com a maioria das flores iniciando a antese às 12:00 horas e as demais às 14:00 horas. O aumento na temperatura, provavelmente, favorece a antese, observando-se maior pico até 12:00 horas. A abertura das flores ocorre da base para o ápice da inflorescência. Diferentes fases de desenvolvimento dos botões e flores podem ser encontrados na mesma inflorescência.

Este padrão assincrônico parece ser comum para algumas espécies de Fabaceae, em geral a antese é de apenas um dia e diurna (PRIMARCK, 1985), porém pode ser encontrado períodos variados de longevidade, como observado por Agostini et al. (2004), em flores de *Mucuna* sp.; Guedes et al. (2009), classificou também em diurna e assincrônica a antese de *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth (Fabaceae).

A vantagem de abrir flores em diferentes horários favorece a manutenção de polinizadores ao longo do dia, podendo ser uma estratégia que a espécie desenvolveu, que privilegia a polinização cruzada.

3.3. Sistema Reprodutivo

A espécie é autocompatível, uma vez que houve formação de frutos por autopolinização espontânea e no controle (Tabelas 2 e 3) indicando que a espécie não necessita obrigatoriamente da ação de agentes polinizadores para a transferência de grãos de pólen das anteras para a superfície estigmática. O pólen já se encontrava disponível na fase de botão fechado.

Na população estudada, constatou-se que a floração é contínua, portanto uma quantidade de flores exibidas por dia em cada planta, em grande quantidade no pico da fenofase, poderia limitar o movimento dos polinizadores, tendo sido observado na população poucos indivíduos visitando várias flores por planta e várias plantas diferentes, conforme Stephenson (1981), reduzindo o fluxo de pólen entre as plantas, favorecendo a autopolinização.

A autofertilização são características reprodutivas de espécies invasoras e pioneiras que ocupam clareiras e bordas de mata (WILLIAMSON, 1996; HOLSINGER, 2000). Neste caso, os indivíduos estudados de *Sesbania virgata* ocorrem em áreas

com características semelhantes as de clareiras, por exemplo, maior intensidade luminosa. Durante eventos de invasão, as oportunidades de cruzamentos se reduzem e repetidos ciclos de colonização e baixa densidade podem favorecer tais tipos de reprodução para garantir a perpetuação da espécie (BARRET et al., 2008). Diversas espécies de Fabaceae são autocompatíveis (ARROYO, 1981).

Tabela 2. Polinização e frutificação sob tratamentos em flores de *Sesbania virgata* no município de Areia-PB

Tratamentos	Flores/Frutos (FI/Fr)	Sucesso %
Autopolinização espontânea	(12,72/4,21)	33,09
Autopolinização (controle)	(12,96/6,91)	53,31

FI= nº de flores (média)

Fr= nº de frutos (média)

Tabela 3. Número de flores por inflorescência e frutos formados de *Sesbania virgata* em indivíduos selecionados no município de Areia-PB

Nº de inflorescência	Controle		Autopolinização espontânea	
	Nº de flores/inflorescência	Nº de frutos formados	Nº de flores/inflorescência	Nº de frutos formados
1	20	5	11	4
2	9	7	7	7
3	8	4	18	5
4	11	8	14	1
5	4	3	10	2
6	6	3	13	0
7	16	7	14	3
8	17	4	17	3
9	27	20	10	5
10	14	10	14	2
11	14	14	12	6
12	10	6	10	8
13	10	2	7	0
14	11	5	14	11
15	12	5	7	7
16	16	11	15	2
17	9	1	12	6
18	14	14	9	7
19	12	7	9	1
20	9	1	23	0
21	16	11	17	0
22	17	4	10	0
23	16	14	19	0
	Média=12,96	Média=6,91	Média= 12,72	Média= 4,21



Figura 3. Detalhe dos experimentos de polinização na área de estudo no município de Areia, Paraíba. (Fotos: SOUZA, V.C., 2010)

A razão pólen/óvulo indica que a espécie é considerada, quanto ao sistema reprodutivo, xenogâmica obrigatória, embora nos experimentos de autopolinização observou-se a formação de frutos. De acordo com Baker (1955, 1974) um certo equilíbrio entre autocompatibilidade e fecundação cruzada é vantajoso para plantas daninhas, pois ocorrendo dispersão de uma semente à longa distância, a formação de uma outra população dependerá da capacidade de autopolinização da espécie. Dessa forma, a autocompatibilidade ligada à necessidade de agentes polinizadores em *Sesbania virgata* parece ser uma boa estratégia unida a sua característica de invasora em ambientes degradados, como o ambiente de estudo avaliado.

Carneiro e Irgang (2005) estudando a origem e distribuição geográfica das espécies ruderais no Rio Grande do Sul, encontraram no levantamento florístico *Sesbania virgata* (Cav.) Pers com origem no Paraguai, Argentina, Uruguai e sul do Brasil e com a mesma distribuição nesses locais. Uma das explicações para a existência de grande número de exóticas em áreas perturbadas, seria que a maioria das espécies que colonizam estes locais, teriam sido pré-adaptadas como resultado de séculos de distúrbio antropogênico ou natural nas suas regiões de origem, o que as

permitiria maior sucesso na competição (SUKOPP e TREPL, 1987 apud CARNEIRO e IRGANG, 2005).

Então, com a adaptação dessas espécies às condições de perturbação, essas espécies tornaram-se competitivamente superiores às nossas nativas nesses ambientes. No contexto da biologia floral de *S. virgata*, especificamente quanto ao sistema reprodutivo, classificado em xenogâmica obrigatória pela razão pólen/óvulo e nos experimentos de polinização em que foi constatada que a espécie é autocompatível, provavelmente ocorreu adaptação também quanto a essa característica, ou seja, ao tipo de reprodução, sendo a espécie xenogâmica obrigatória, no entanto em se tratando da espécie como invasora, prevalece a autofecundação para garantir a perpetuação da espécie constituindo mais uma estratégia de invasão.

A autopolinização seria uma segurança reprodutiva para a espécie, já que pode favorecer o sucesso reprodutivo na escassez de polinizadores (ENDRESS, 1994), tendo constatado neste trabalho o déficit ou baixa qualidade de serviços de polinizadores na população estudada. Desta forma, a autopolinização contribuiria para elevar a produção de sementes e o valor adaptativo da espécie. De acordo com Raven (1996), o aparecimento da flor hermafrodita é um desenvolvimento evolutivo importante nas angiospermas, haja vista que a presença de carpelos e estames em única flor oferece uma vantagem seletiva por tornar cada visita do polinizador mais efetiva, pois o polinizador pode deixar e levar pólen a cada visita.

3.4. Visitantes Florais

Ao longo da floração poucos insetos visitaram as inflorescências, destacando-se uma abelha de grande porte (*Xylocopa* sp.) visitando frequentemente as inflorescências e as visitas ocorrendo no período da tarde (Figura 4). Foram observados às 11:35h borboletas visitando as flores de *S. virgata* e no intervalo de 14:00 às 17:00 horas formiga, abelhas (*Xylocopa* sp.) e vespa, com maior frequência de visitas feitas por abelhas (mamangava) com intervalos entre cinco e trinta minutos. No período da tarde *Xylocopa* sp. realizaram as primeiras visitas às 14:00 prolongando até o final da tarde (16:55h).

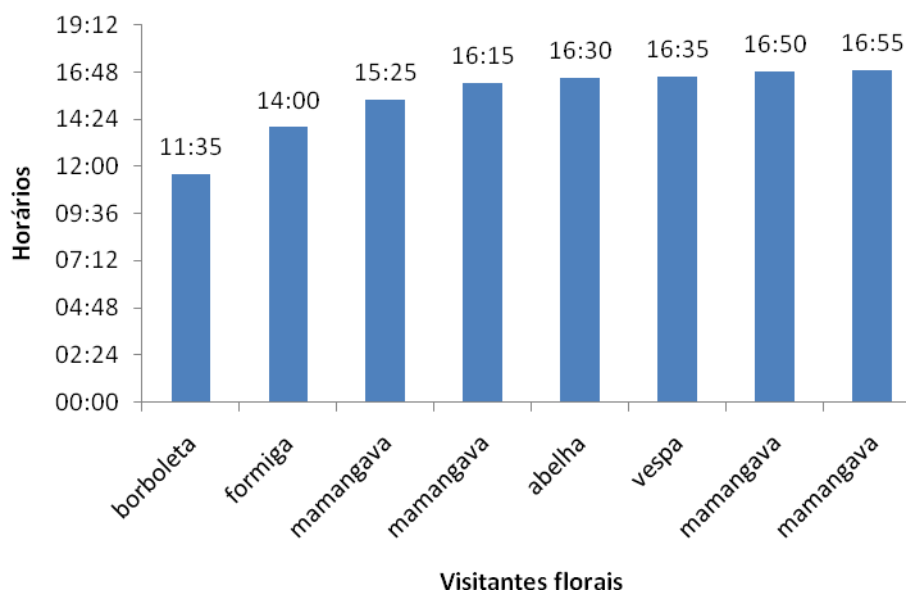


Figura 4. Visitantes florais da população de *Sesbania virgata* ao longo do dia no município de Areia-PB.

Com relação ao comportamento de visita a abelha de grande porte sobrevoava as inflorescências e pousava sobre o estandarte, então o seu porte permite a exposição das estruturas reprodutivas (Figura 5). Dos visitantes florais observou-se que apenas as abelhas mamangavas pousavam nas estruturas reprodutivas da flor, além de permanecer por um tempo bem maior em relação aos demais visitantes florais. Abelhas do gênero *Xylocopa* são visitantes florais de *Centrosema virginiana* Benth. (Fabaceae) suas flores apresentam atributos da morfologia como corola com plataforma de pouso, característica relacionada à síndrome de polinização por abelhas (FAEGRI e Van Der PIJL, 1979).

A abelha *Xylocopa* sp. apresentou alta frequência de visitas durante toda a floração da planta, embora tenha sido observado poucos indivíduos visitando várias flores por planta e várias plantas diferentes contatando o estigma e assim podendo promover a polinização cruzada. Guedes et al. (2009), constataram o mesmo comportamento em flores de *Canavalia brasiliensis* de *Xylocopa frontalis* e considerando como polinizador efetivo.

Portanto, os indivíduos na população estudada apresentaram grande produção de frutos o que permite afirmar que a espécie não necessita obrigatoriamente da ação de agentes polinizadores para garantir o sucesso reprodutivo. Entretanto, Ramalho e Rosa (2010), pesquisando a ecologia de interação entre as pequenas flores de quilha em *Stylosanthes viscosa* e as grandes abelhas *Xylocopa* sp. relatam, como a quilha é

acionada de maneira efetiva pela abelha *Xylocopa*, o mecanismo de êmbolo assegura a autopolinização facilitada na espécie citada.



Figura 5. A abelha *Xylocopa* sp. pousando na flor de *Sesbania virgata*, Areia-PB (Fotos: SOUZA,V.C., 2010).

4. CONCLUSÕES

O padrão de floração, a morfologia floral, e o especializado sistema reprodutivo com adaptações a autofecundação e a polinização cruzada são indispensáveis para garantir o sucesso reprodutivo da espécie;

A capacidade de adaptação quanto ao tipo de reprodução no ambiente estudado é mais uma estratégia de invasão para perpetuação da espécie;

A população de *Sesbania virgata* pode usar estratégias reprodutivas ao longo da floração, como produção de sementes com maior variabilidade e produção de sementes autogâmicas;

A espécie é autocompatível, mecanismo reprodutivo importante para assegurar a colonização de novos habitats no processo de invasão biológica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, K. **Ecologia da polinização de *Mucuna* sp nov. (Fabaceae) no litoral Norte de São Paulo, Brasil.** 2004. 97f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

AGOSTINI, K.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Bird pollination of explosive flowers while foraging for nectar and caterpillars. **Biotropica**, v. 38, n.5, p.674-678, 2006.

ANDRADE, L. A. Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: impactos nos ecossistemas locais. In: MARIATH, J. E. A.; SANTOS, R. P.(Org). **Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética.** Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006, 752 p.

ARAÚJO, E.C.; MENDONÇA, A.V.R.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; SILVA, R.F. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.26, n.1, p.105-110, 2004.

ARROYO, M.T.K. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In *Advances in Legume Systematics: part 2.* (R.M. Polhill & P.H. Raven, eds). Royal Botanic Garden, Kew, p. 723-769, 1981.

BAKER, H. G. The evolution of weeds. **Annual Review of Ecology and Systematics.** v.5, p.1-24, 1974.

BARRET,S.C.H.;COLAUTTI,R.I.;ECKERT, C.G. Plant reproductive systems and evolution during biological invasion. **Molecular Ecology**, v.17, p.373-383, 2008.

BRAGGIO, M. M.; LIMA, M.E.L.; VEASEY, E.A.; HARAGUCHI, M. Atividades farmacológicas das folhas de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n.4, p.49-53, 2002.

BRITO, V.L.G.; PINHEIRO,M.; SAZIMA,M. *Sophora tomentosa* e *Crotalaria vitellina* (Fabaceae): biologia reprodutiva e interações com abelhas na restinga de Ubatuba, São Paulo. **Biota Neotropica**, v.10,n.1, p.185-192, 2010.

CARNEIRO, A.M.; IRGANG,B.E. Origem e distribuição geográfica das espécies ruderais da Vila de Santo Amaro, General Câmara, Rio Grande do Sul. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 175-188, 2005.

CRUDEN, R. W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, p. 32-46, 1977.

CARPANEZZI, A.A.; FOWLER, J.P.A. **Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** EMBRAPA, 1997, p.1-2. (Comunicado Técnico,14).

DIAS, C.T.V.; KIILL, L.H.P. Ecologia da polinização de *Raphiodon echinus* (Nees e Mart.) Schauer (Lamiaceae) em Petrolina, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.21,n.4, 2007, p.977-982.

ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**, Cambridge University Press, Cambridge, 407p., 1994.

ETCHEVERRY, A.V.; ALEMÁN, M.M.; FLEMING, T.F. Flower morphology, pollination biology and mating system of the complex flower of *Vigna Caracalla* (Fabaceae: Papilionoideae). **Annals of Botany, Oxford Journals**, 102, p.305-316, 2008.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**, Pergamon Press, Oxford, 244p, 1979.

GUEDES, R.S.; QUIRINO, Z.G.M.; GONÇALVES, E.P. Fenologia reprodutiva e biologia da polinização de *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth. (Fabaceae). **Revista Biotemas**, v.22, n.1, p.27-37, 2009.

HOLSINGER, K.E. Reproductive systems and evolution in vascular plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 97**, p.7037-7042, 2000.

IBGE. Disponível em
: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=250990> Acessado em: 07 de dezembro de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1992. 92p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n.1)

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F.; DONOGHUE, M.J. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. Artmed, Porto Alegre, 2009, 632p.

LIMA, H.C. **Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica: uma análise da riqueza, padrões de distribuição geográfica e similaridades florísticas em remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro**. 2000. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MACHADO, I.C.; A.V.; LOPES. A polinização em ecossistemas de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento, p:583-596. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.(Eds). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife, Editora Massangana, 722p., 2002.

MENDONÇAS, R. A. de A. Resolução SEMMA 11/2007 - Declara a lista oficial das espécies exóticas invasoras ou com potencial de invasão do Município de Bauru e dá outras providências. Poder executivo: Diário Oficial de Bauru, ano XII – 1461. p. 36, 2007.

NOGUEIRA, E.M.L.; ARRUDA, V.L.V. Fenologia reprodutiva, polinização e sistema reprodutivo de *Sophora tomentosa* L. (Leguminosae - Papilionoideae) em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, sul do Brasil. **Revista Biotemas**, v. 19, n.2, p.29-36, 2006.

PRIMACK, R. B. Longevity of individual flowers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.16, p. 15-37, 1985.

RADFORD, A. E.; DICKISON, W. C; MASSEY, J.R. & BELL, C. R. **Vascular Plant Systematics**. Harper & Row Publishers, New York. 891pp, 1974.

RAMALHO,M.; ROSA, J.F. Ecologia da interação entre as pequenas flores de quilha de *Stylosanthes viscosa* Sw. (Faboideae) e as grandes abelhas *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke, 1910 (Apoidea, Hymenoptera), em duna tropical. **Biota Neotropica**, Campinas,v.10, n.3, p.93-100, 2010.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro,1996, 728p.

SILVA, A.L.G.S.;PINHEIRO, M.C.B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.21, n.1, 2007, p.235-247.

SPRENT, J.I. **Nodulation in legumes**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2001, 146p.

STEPHENSON, A.G. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 12, p.253-279, 1981.

SUKOPP, H.; TREPL, L. Extinction and naturalization of plant species as related to ecosystem structure and function. **Ecological Studies**, Berlim, v. 61, p. 245-276, 1987.

WILLIANSOM, M. **Biological invasions**. London, Chapman e Hall, 1996, 256p.

**SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DA INVASORA *Sesbania*
virgata (Cav.) Pers.**

SOUZA, V.C. Superação da dormência em sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

RESUMO

A espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., da família Fabaceae - Faboideae é um táxon pioneiro e semi-perene, invasora em diversos nichos do bioma Caatinga e ecossistemas associados, cuja semente têm dormência tegumentar, propiciando assim mais uma vantagem competitiva ao referido táxon. Este experimento teve como objetivo avaliar o comportamento da dormência de sementes de *Sesbania virgata*, utilizando tratamentos pré-germinativos. O experimento foi instalado no Laboratório de Ecologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB, em casa de crescimento. As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha - sementes intactas (T₁); escarificação mecânica com lixa d'água nº 80 na região oposta à micrópila (T₂); escarificação mecânica com lixa d'água nº 80, seguida de embebição em água por 12 h, 24 h, 36 h e 48 h (T₃, T₄, T₅ e T₆, respectivamente); imersão em ácido sulfúrico por 5, 10, 15 e 20 minutos (T₇, T₈, T₉ e T₁₀, respectivamente); imersão em água na temperatura de 50°, 60°, 70° e 80°C por 1 minuto (T₁₁, T₁₂, T₁₃, T₁₄, respectivamente). As características avaliadas foram: teste de emergência, primeira contagem de emergência, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas. Foram utilizadas 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 25 sementes e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso. A escarificação química com ácido sulfúrico aumentou a emergência de sementes do referido táxon invasor. As sementes de *Sesbania virgata* apresentam dormência tegumentar.

Palavras-chave: Invasão biológica, espécie exótica, Caatinga.

SOUZA, V.C. Overcoming seed dormancy of the Invasive Species *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

ABSTRACT

The species *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., belongs to the family Fabaceae – Faboideae. It is a pioneer and semi perennial taxon which is invasive in several niches of the Caatinga biome and associated ecosystems, whose seed have tegumental dormancy, thus providing a competitive advantage to the abovementioned taxon. The objective of this research was to assess *Sesbania virgata*, seed dormancy behavior, by pre-germinative treatments. An experiment was set up in the Plant Ecology Laboratory of the Agrarian Sciences Center of the Paraíba Federal University at Areia - PB, in greenhouse. Seeds were submitted to the following treatments: Control (untreated seeds) (T₁); mechanical scarification with sandpaper n.80 in a portion opposite to mycropile (T₂); mechanical scarification with water sandpaper n.80 followed by water soaking for 12h, 24h, 36h and 48h (T₃, T₄, T₅ e T₆ respectively); sulphuric acid immersion for 5, 10, 15 and 20 minutes (T₇, T₈, T₉ e T₁₀ respectively); water immersion in temperatures of 50°, 60°, 70° and 80°C for 01 minute (T₁₁, T₁₂, T₁₃, T₁₄, respectively). The characteristics evaluated were: emergence test, first emergence counting, seedling length and seedling biomass. Each treatment had 100 seeds, divided in four replications of 25 seeds. The experiment was laid out in a randomized block design. Chemical scarification with sulphuric acid interfered favorably on seed emergence of the mentioned invasive taxon. *Sesbania virgata* seeds showed tegumental dormancy.

Key-words: Biological invasion, exotic species, Caatinga.

1. INTRODUÇÃO

A invasão biológica é considerada atualmente a segunda maior causa de extinção de espécies nativas, sendo antecedida apenas pela modificação de habitats por atividades antrópicas (ZILLER, 2001; CAMPOS et al., 2006; CORADIN, 2006; RODOLFO et al., 2008). A maior parte dos problemas ambientais tende a ser absorvida e seus impactos são amenizados com o decorrer do tempo, contudo, no caso de invasões biológicas, isto não se verifica e os impactos desse fenômeno geralmente agravam-se à medida que os organismos invasores ocupam o espaço das espécies autóctones (ZILLER, 2001).

Com relação ao bioma caatinga é notória a escassez de informações científicas relativas até mesmo a abordagens mais básicas, como por exemplo, sucessão ecológica, dinâmica de regeneração, dentre outras (PEGADO et al., 2006) já, o tema invasão biológica foi pouco estudado (ANDRADE et al., 2008).

Sesbania virgata (Cav.) Pers. é uma espécie nativa ou espontânea de vários pontos do Brasil, principalmente em vegetações ciliares pioneiras, nas regiões Centro-Oeste e Sudeste (CARPANEZZI e FOWLER, 1997; BRAGGIO et al., 2002). A espécie ocorre em áreas de Cerrado e da Mata Atlântica e, em nichos da caatinga é relativamente recente, remontando há menos de três décadas. Não há registros de como esta espécie foi introduzida na caatinga, mas o fato é que ela tem sido uma invasora capaz de causar sérios impactos nos ecossistemas invadidos (ANDRADE, 2006), pois os sítios preferenciais de *S. virgata* no domínio da caatinga são as matas ciliares, tanto de rios quanto de reservatórios artificiais de água.

O processo de germinação constitui numa das fases mais críticas para o estabelecimento das plantas em seu "habitat", podendo ser afetado por uma série de fatores extrínsecos e intrínsecos, fundamentais para que o processo se realize normalmente (RAVEN et al., 2001). Um desses fatores é a dormência, a qual tem grande importância ecológica (LARCHER, 2000) e, segundo BASKIN e BASKIN (1998) pode ser morfológica, morfofisiológica, física, fisiológica, combinada, química e mecânica.

A dormência de sementes é um fator importante na dinâmica de populações naturais e está relacionada à adaptação dos indivíduos a ambientes heterogêneos; esta dormência garante que a germinação das sementes e, conseqüentemente, o

desenvolvimento das plântulas ocorra na época e local mais apropriados (BASKIN e BASKIN, 1985).

Em ambientes naturais a dormência de sementes representa um recurso eficaz para a perpetuação das espécies, conferindo à semente resistência às condições desfavoráveis do ambiente e distribuindo a germinação no tempo (FOWLER e BIANCHETTI, 2000). As sementes dormentes têm sua longevidade aumentada, permanecendo no solo, sem germinar, até que sejam umedecidas o suficiente para permitir a penetração de água, as trocas gasosas ou a neutralização de inibidores químicos (PEREZ, 2004).

A dormência das sementes de *Sesbania virgata* é tegumentar, o que garante a sobrevivência das mesmas até que estas encontrem condições favoráveis para se desenvolver (ROBERTS, 1981), propiciando assim mais uma vantagem competitiva ao referido táxon. Veasey et al. (2000), estudando a variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de populações de espécies de *Sesbania* relataram que a dormência é causada pela impermeabilidade à água, na qual o tegumento impede a absorção de água, sendo *Sesbania virgata*, uma das espécies com maior grau de dormência.

O presente experimento teve como objetivo avaliar a superação da dormência de sementes de *Sesbania virgata*, utilizando tratamentos pré-germinativos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), em Areia - PB. Os frutos maduros de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. foram colhidos diretamente da copa de indivíduos em população localizada no município de Natuba - PB, em março de 2008, no leito e entorno da Barragem Acauã, PB.

A área de coleta possui coordenadas geográficas de 7°26'86''S e 35°32'737''W, encontrando-se nos domínios da Savana Estépica (Caatinga), cujo clima da região segundo a classificação de Köppen-Geiger é o BSh (Semiárido quente), com temperatura média anual em torno de 26°C e altura pluviométrica de 600 mm, com solos predominantes Litólicos Eutróficos (EMBRAPA, 1972).

Após a colheita os frutos foram levados ao LEV para beneficiamento manual, mediante abertura das vagens e retirada das sementes para serem submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha - sementes intactas (T₁), escarificação mecânica com lixa d'água nº 80 na região oposta à micrópila (T₂), escarificação mecânica com lixa d'água nº80, seguida de embebição em água fria por 12, 24, 36 e 48 horas (T₃, T₄, T₅ e T₆, respectivamente), imersão em ácido sulfúrico por 5, 10, 15 e 20 minutos (T₇, T₈, T₉ e T₁₀, respectivamente) e imersão em água a temperatura de 50, 60, 70 e 80°C por um minuto (T₁₁, T₁₂, T₁₃ e T₁₄, respectivamente).

A embebição das sementes foi realizada em temperatura ambiente e a escarificação química foi efetuada com as sementes imersas em ácido sulfúrico concentrado, constantemente revolvidas com bastão de vidro para uniformizar sua ação abrasiva. Para os tratamentos de imersão em água quente, as sementes foram colocadas em sacos de tecido e mergulhadas em Becker com água nas temperaturas especificadas e decorridos os tempos pré-estabelecidos de imersão das sementes no ácido, as mesmas foram lavadas em água corrente para retirada dos seus resíduos. Foram avaliadas as características descritas a seguir:

Teste de Emergência

O teste foi instalado em casa de crescimento do Laboratório de Ecologia Vegetal, CCA/UFPB, com quatro repetições de 25 sementes distribuídas em bandejas de polietileno com dimensões de 48,5 x 33 x 6,6 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente, contendo como substrato areia lavada e esterilizada. A semeadura foi a uma profundidade de 2 cm, com umidade mantida com regas diárias e as avaliações foram realizadas diariamente, do terceiro ao trigésimo dia após a semeadura, computando-se as plântulas com os cotilédones acima do substrato e os resultados foram expressos em porcentagem.

Primeira Contagem de Emergência

A primeira contagem foi conduzida conjuntamente com o teste de emergência, computando-se as plântulas com os cotilédones acima do substrato no décimo dia após o início do teste, com os resultados expressos em porcentagem.

Comprimento e Massa da Matéria Seca de Plântulas

No final do teste de emergência, as plântulas normais de cada repetição foram retiradas das bandejas, os cotilédones foram removidos e a raiz primária e parte aérea foram medidas com auxílio de régua graduada em centímetros, calculando-se o comprimento médio por planta em cada repetição, com os resultados expressos em cm plântula⁻¹. Logo após a medição, as plântulas foram colocadas em sacos de papel "Kraft" e levadas à estufa com circulação de ar regulada à 65°C até atingir peso constante e, decorrido esse período as amostras foram pesadas em balança analítica, com precisão de 0,001 g, cujos resultados foram expressos em g plântula⁻¹.

Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso e os dados de emergência e primeira contagem foram ajustados utilizando equação logística binomial utilizando o programa SAS 9.3 (SAS Institute, 2011). As variáveis quantitativas foram submetidas a análise de variância e de regressão polinomial e as médias dos fatores avaliados foram comparadas pelos seguintes contrastes: temperatura vs tempo, temperatura vs ácido, tempo vs ácido, lixa vs testemunha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Imersão em Ácido Sulfúrico

Os dados da emergência de plântulas se ajustaram ao modelo de regressão logística binomial, verificando-se diminuição a medida que se aumentou o período de exposição ao ácido sulfúrico (Figura 1), cujo percentual de emergência foi de 70% após cinco minutos de imersão. A maior eficiência desse tratamento deve-se, provavelmente, ao fato do ácido ter conseguido provocar fissuras no tegumento, aumentando assim a capacidade de absorção de água pela semente e desencadeando o processo de germinação e posterior emergência das plântulas. Araújo et al. (2002), concluíram que a escarificação das sementes de *Stylosanthes scabra* com ácido sulfúrico concentrado por, cinco minutos, foi eficiente para a melhoria da germinação. Lopes et al. (2007), observaram que a imersão em ácido sulfúrico concentrado durante 10 minutos foi suficiente para reduzir a dormência das sementes de *Bauhinia forficata* Link.

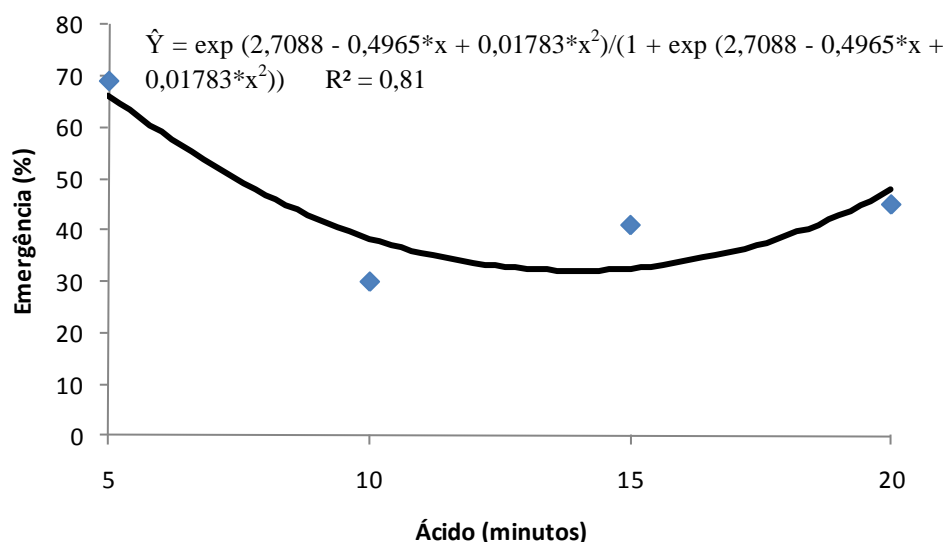


Figura 1. Emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas à escarificação química.

Para a superação da dormência de sementes da invasora *Parkinsonia aculeata*, Agra (2010), constatou que o tratamento com ácido sulfúrico por cinco minutos proporcionou o segundo maior percentual de emergência de plântulas, enquanto a escarificação química com ácido sulfúrico por 30, 60 e 90 minutos em sementes da

invasora *Prosopis juliflora* proporcionou maior tempo para a germinação (MIRANDA et al., 2011). A imersão das sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk.) em ácido sulfúrico por 60 minutos resultou em valores significativamente superiores de germinação (BRANCALION et al., 2011). Em sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth., a superação da dormência com ácido sulfúrico por 20, 25 e 30 minutos foi considerado um tratamento eficiente (AZEREDO et al., 2010).

Entre as leguminosas, a dormência tegumentar é bastante frequente (SHIFERAW et al., 2004), potencializando a capacidade de invasão de algumas espécies (MANDÁK, 2003), pois a dormência tem sido considerada por diversos autores como um mecanismo de sobrevivência das espécies, tendo em vista que sementes dormentes suprimem os efeitos negativos provenientes de falhas reprodutivas e permitem às espécies contornarem condições ambientais potencialmente desfavoráveis ao desenvolvimento das plântulas (BASKIN e BASKIN, 2000; MARTINEZ-GHERSA e GHERSA, 2006).

Portanto, esta estratégia, talvez represente um fator determinante no processo de permanência e colonização de novos habitats para *Sesbania virgata*, pois suas sementes praticamente não são predadas na fase de pré-dispersão, sendo incorporadas no banco de sementes do solo e podendo permanecer viáveis por extensos períodos, contribuindo para a regeneração da população após possíveis perturbações.

A primeira contagem também se ajustou ao modelo de regressão logística binomial, diminuindo inicialmente com o aumento do tempo de exposição das sementes ao ácido sulfúrico (Figura 2). Desta forma, o ácido sulfúrico foi eficaz em romper o tegumento das sementes de *S.virgata*, e a água foi absorvida pelas sementes, embebendo-as e desencadeando de forma rápida e uniforme, a emergência das plântulas.

Resultados diferentes foram obtidos por Polleto et al. (2007), que usaram ácido sulfúrico para superação da dormência de sementes de *Sesbania virgata* e alcançaram 100% de germinação com à escarificação química durante 60 minutos, enquanto Camargos et al. (2008), obtiveram percentuais de germinação em sementes de *Sesbania virgata* acima de 80% quando utilizaram ácido sulfúrico por 15 minutos.

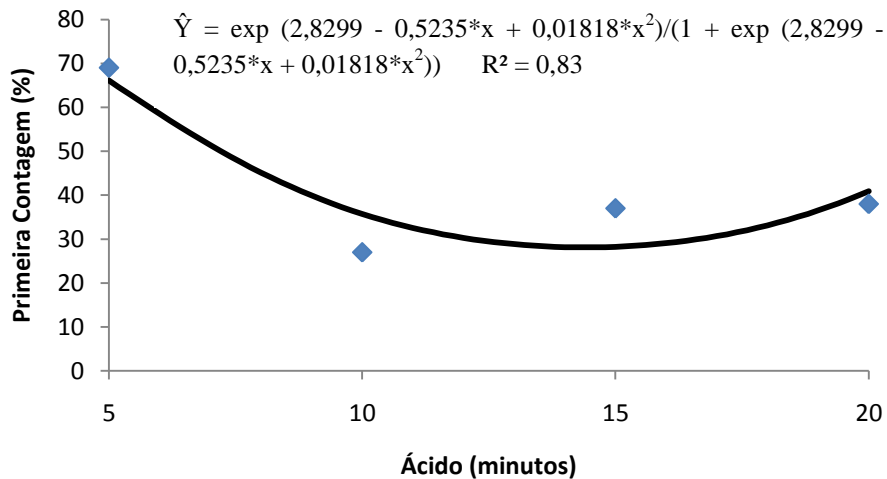


Figura 2. Primeira contagem de emergência de plântulas oriundas de sementes de *Sesbania virgata* submetidas à escarificação química.

O comprimento da parte aérea e da raiz primária das plântulas de *Sesbania virgata* não se ajustaram à regressão Polinomial, com comprimento médio de 5,5 e 22 cm, respectivamente. De forma semelhante, a massa da matéria seca da parte aérea e das raízes das plântulas não se ajustaram ao modelo de regressão polinomial, com média de 1,0 e 1,6 g, respectivamente. Esses resultados se devem provavelmente, a um menor consumo das reservas das sementes durante o processo germinativo, já que ela ocorreu de forma rápida e uniforme e, assim, essas reservas foram destinadas ao crescimento inicial das plântulas resultantes. A imersão em ácido sulfúrico de sementes de *Merremia cissoides* Lam. durante 25, 40, 50 e 60 minutos proporcionou as maiores médias para altura das plântulas (SOUSA et al., 2010). O comprimento médio da parte aérea de plântulas de *Prosopis juliflora* submetidas à escarificação química com ácido sulfúrico durante 30, 60 e 90 minutos foi de 9,21, 9,76 e 9,11 cm, respectivamente, em condições de câmara de germinação na temperatura de 25°C (MIRANDA et al., 2011).

3.2. Imersão em Água em Diferentes Temperaturas

A emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes imersas em água na temperatura de 50°C foi de, aproximadamente, 13%, reduzindo com o aumento da temperatura para, aproximadamente 1% (Figura 3). Esse percentual de emergência resultante deste tratamento foi, provavelmente, em função de danos causados ao embrião da semente, portanto, esse método não foi eficiente para superação da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata*.

A imersão em água quente a 80°C por, cinco minutos, foi eficiente para quebrar a dormência de sementes de *Leucaena leucocephala* (TELES et al., 2000). No entanto, Araújo et al. (2002), utilizaram água fervendo durante 1 minuto para superação da dormência de sementes de *Stylosanthes scabra* J. e observaram que este tratamento causou a morte da maioria das sementes.

A imersão em água à temperatura de 60, 70, 80 e 90°C por 1 minuto proporcionou os menores percentuais de emergência de plântulas de *Parkinsonia aculeata* (AGRA, 2010). A utilização de água à 100°C durante dois minutos, para superação da dormência de *Schizolobium amazonicum* foi responsável por baixa porcentagem de germinação (SHIMIZU et al., 2011).

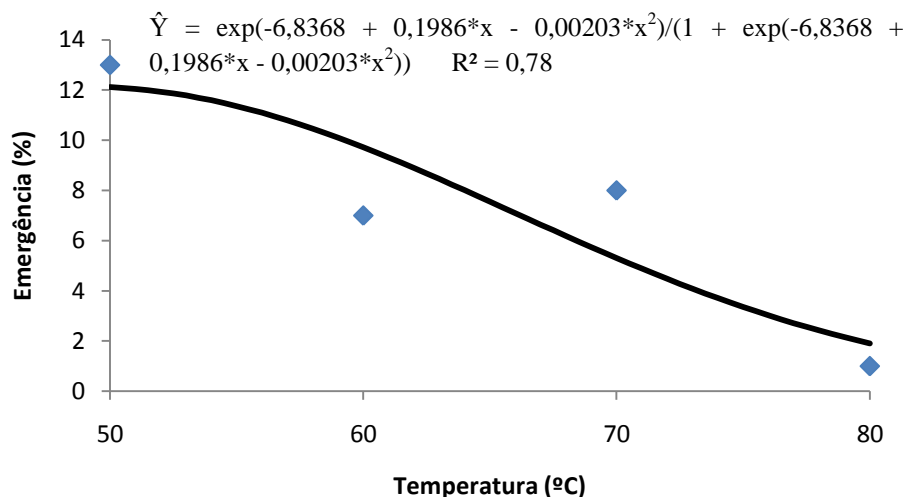


Figura 3. Emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas a diferentes temperaturas para superação da dormência.

O comprimento da parte aérea de plântulas de *Sesbania virgata* não se ajustou a modelos de regressão polinomial, com média de 4,2 cm, enquanto o comprimento de raiz primária se ajustou ao modelo de regressão linear (Figura 4), com decréscimo a medida que se aumentou a temperatura da água.

Para a massa da matéria seca da parte aérea e das raízes de plântulas de *Sesbania virgata* os dados não se ajustaram a modelos de regressão polinomial, com valores médios de 70 e 40 mg, respectivamente.

Verificou-se que as sementes de *Sesbania virgata* submetidas a imersão em água a diferentes temperaturas, apresentaram-se menos vigorosas quanto ao comprimento de parte aérea e massa da matéria seca de plântulas, possivelmente isto deve ocorrido devido a danos em células essenciais em razão da imersão das sementes em água quente e conseqüentemente, prejudicando o crescimento inicial das plântulas.

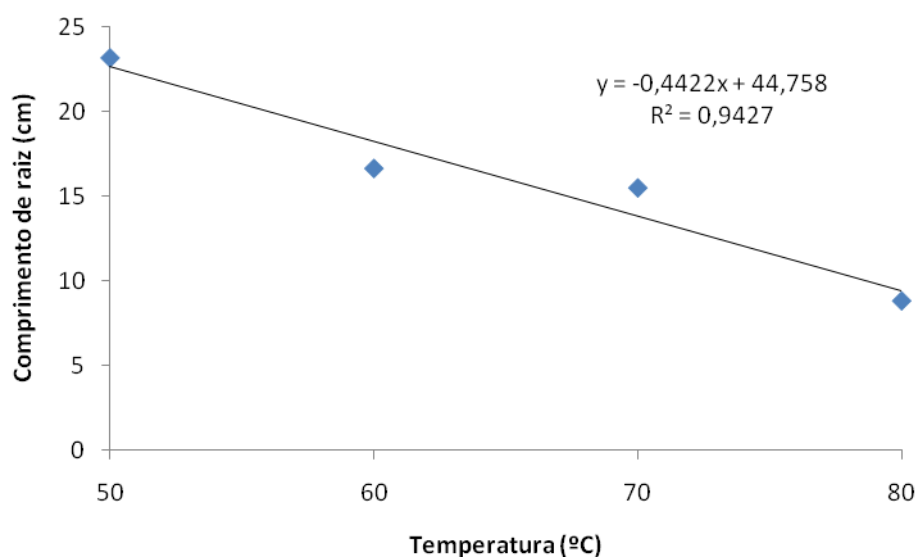


Figura 4. Comprimento de raiz de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas a diferentes temperaturas para superação da dormência.

3.3. Imersão em Água a Temperatura Ambiente

Os dados de emergência de plântulas se ajustaram a modelo de regressão logística binomial, sendo que quando as sementes foram imersas em água por 12 horas a emergência foi de aproximadamente 22%, reduzindo para 13% após 36 horas de embebição (Figura 5). A imersão em água não foi eficiente para superar a dormência das sementes, uma vez que houve decréscimo na porcentagem de emergência das plântulas com o aumento do período de imersão em água a temperatura ambiente. A imersão das sementes em água à temperatura ambiente por até 48 horas não alterou a porcentagem de germinação das sementes de *Erythrina velutina* e *Erythrina falcata* (MATHEUS et al., 2010).

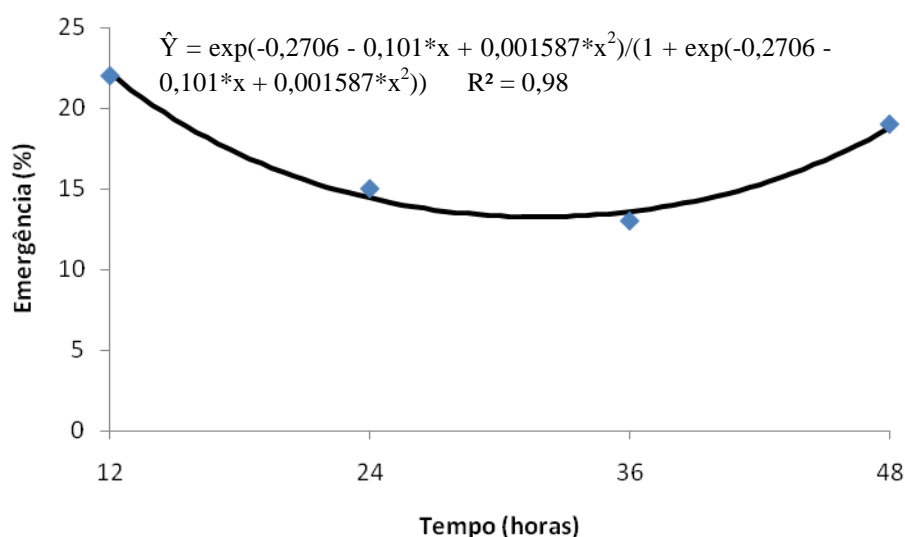


Figura 5. Emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas a escarificação manual e imersão em água por diferentes períodos.

A primeira contagem também se ajustou ao modelo de regressão logística binomial, cujos maiores percentuais de plântulas emergidas foram obtidos quando as sementes ficaram embebidas em água durante 12 e 48 horas. Mais uma vez observou-se comportamento semelhante na porcentagem de emergência de plântulas por ocasião da primeira contagem. Esses resultados indicam que a escarificação manual,

seguida de imersão em água a temperatura ambiente pelos períodos testados não foram eficazes em romper o tegumento das sementes de *S. virgata*.

O nível de hidratação das sementes é o segundo fator mais importante na indução e superação da dormência, embora a água esteja interligada aos demais fatores, como temperatura e luz (VIVIAN et al., 2008). De acordo com os mesmos autores, a dormência de plantas daninhas é muito mais complexa e depende dos estímulos ambientais durante o processo de maturação das sementes, assim como, daqueles predominantes após o desligamento das sementes da planta-mãe. Muitas vezes os fatores que atuam no estabelecimento da dormência são os mesmos que coordenam a germinação.

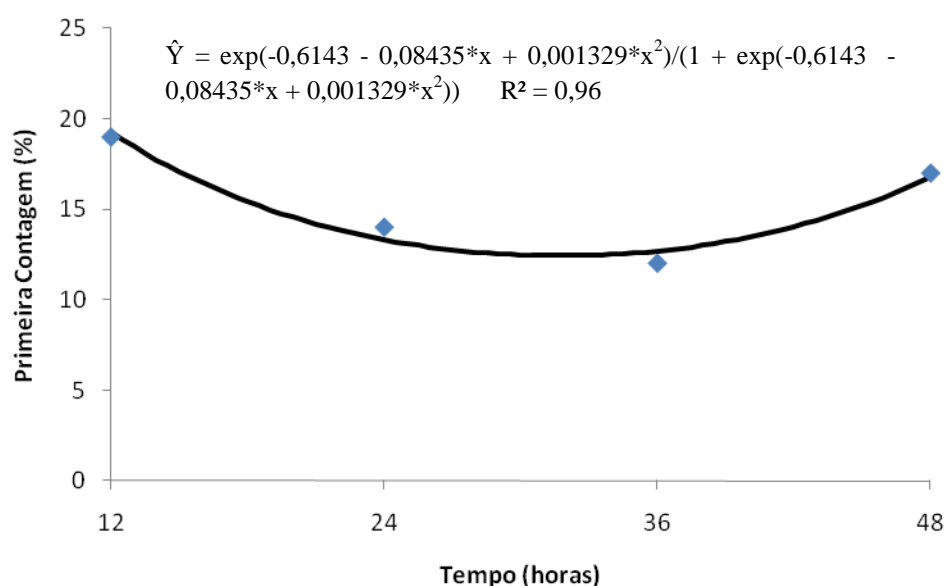


Figura 6.Primeira contagem de emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas a escarificação manual e imersão em água por diferentes períodos.

Para o comprimento e massa seca da parte aérea e de raiz de plântulas de *Sesbania virgata* não houve ajuste dos dados a modelos de regressão polinomial, com valores médios de 5,5 e 24,3 cm e de peso seco médio de parte aérea e de raiz, respectivamente foi de 0,7g e 1,5g. Embora os tratamentos utilizando escarificação manual, seguida de períodos de imersão em água à temperatura ambiente não tenham sido eficazes para superação da dormência das sementes de *S. virgata*, as plântulas resultantes não apresentaram redução no comprimento e peso seco.

3.4. Contrastes

O contraste temperatura versus tempo de imersão em água das sementes de *Sesbania virgata* foi significativo para todas as variáveis analisadas, com exceção, da massa seca das raízes (Tabela 1), resultado semelhante quanto à significância observa-se para o contraste temperatura versus ácido. Quanto ao contraste tempo versus ácido houve significância apenas para as variáveis massa seca da parte aérea e emergência, o que foi observado também no contraste lixa versus testemunha. Dessa forma, verifica-se superioridade do tratamento para superação da dormência utilizando ácido sulfúrico para comprimento de raiz, de parte aérea e massa seca das raízes.

Como a dormência de sementes, geralmente, está vinculada a combinação de dois ou mais fatores, as associações de tratamentos para superação da dormência podem proporcionar resultados mais satisfatórios auxiliando na compreensão do mecanismo de dormência, principalmente em se tratando de uma espécie invasora que compõe o banco de sementes do solo.

Tabela 1. Média dos tratamentos e estimativa (y) dos contrastes para as características relacionadas com a emergência e o vigor de sementes de *Sesbania virgata*

Tratamentos	Médias				
	CPR (cm)	CPA (cm)	MSPA (mg)	MSR (mg)	EMERG (%)
Lixa	19,48	5,63	1410	910	56
Testemunha	19,88	5,10	350	290	28
Tempo	24,35	5,62	690	1470	17,25
Temperatura	16,01	4,5	80	50	7,25
Ácido	22,0	5,79	1010	1700	46,25

Contrastes	Estimativa dos contrastes				
	CPR	CPA	MSPA	MSR	EMERG
Temperatura vs Tempo	-8,34**	-1,12**	-610**	-1420 ^{ns}	-10,0**
Temperatura vs ácido	-5,98**	-1,29**	-930**	-1650 ^{ns}	-39,0**
Tempo vs ácido	2,34 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-320**	-230 ^{ns}	-29,0**
Lixa vs testemunha	-0,40 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1060**	620 ^{ns}	28,0**

CPR= comprimento de raiz; CPA= comprimento de parte aérea; MSPA= massa seca de parte aérea; MSR= massa seca de raiz; EMERG= emergência

4. CONCLUSÕES

As sementes de *Sesbania virgata* apresentam dormência tegumentar, o que constitui uma estratégia para formação de expressivos bancos de sementes, e de propagação para ocupar novos nichos frente às variações das condições naturais;

A escarificação química com ácido sulfúrico aumenta a emergência de plântulas do referido táxon invasor;

A imersão em água quente e a escarificação manual seguida de imersão em água a temperatura ambiente não foram eficazes para superação da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata*;

O sucesso da espécie na invasão de novas áreas é certamente potencializado pela dormência tegumentar das suas sementes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRA, P.F.M. **Invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) no semiárido paraibano: uma abordagem voltada para ecofisiologia de sementes.** 2010. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2010.
- ANDRADE, L.A. Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: impactos nos ecossistemas locais. In: MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P. (Orgs). **Os avanços da botânica no início do século XXI: Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, Ecologia e Genética.** Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 752p, 2006.
- ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ALVES, A.S. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Algaroba): impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v.6, n.1, p.61-67, 2008.
- ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SILVA, R.F.; GALVÃO, J.C.C. Superação da dureza de sementes e frutos de *Stylosanthes scabra* J. Vogel e seu efeito na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.77-81, 2002.
- AZEREDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V.; MORO, F.V. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.2, p.49-58, 2010.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. **BioScience**, Washington, v.35, n.8, p.492-498, 1985.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.** San Diego, California: Academic Press, 1998. 666p.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Evolutionary considerations of claims for physical dormancy-break by microbial action and abrasion by soil particles. **Seed Science Research**, v.10, n.4, p.409-413, 2000.
- BRAGGIO, M.M.; LIMA, M.E.L.; VEASEY, E.A.; HARAGUCHI, M. Atividades farmacológicas das folhas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, v.69, n.4, p.49-53, 2002.
- BRANCALION, P.H.S.; MONDO, V.H.V.; NOVENBRE, A.D.L.C. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* PERK.-Rhamnaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.119-124, 2011.
- CAMARGOS, V.N.; CARVALHO, M.L.M.; ARAÚJO, D.V.; MAGALHÃES, F.H.L. Superação da dormência e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sesbania virgata*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p.1858-1865, 2008.
- CAMPOS, J.B.; TOSSILINO, M.G.P.; MULLER, C.R.C. **Unidades de conservação ação para valorização da biodiversidade.** Curitiba: Governo do Estado do Paraná, 2006. 344p.
- CARPANEZZI, A.A.; FOWLER, J.P.A. **Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** Colombo: EMBRAPA, 1997. p.1-2. (Comunicado Técnico, 14).

- CORADIN, L. **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. - Brasília: MMA, 2006. 24p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba: Escala: 1:500.000. 1972.
- FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas. (EMBRAPA Florestas. Documentos, 40), 2000. 27p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima. 2000. 531p.
- LOPES, J.C.; BARBOSA, L.G.; CAPUCHO, M.T. Germinação de sementes de *Bauhinia* spp. **Floresta**, Curitiba, PR, v.37, n.2, p. 265-274, 2007.
- MANDAK, B. Germination requirements of invasive and non-invasive *Atriplex* species: a comparative study. **Flora**, v.198, p. 45-54, 2003.
- MARTINEZ-GHERSA, M.A.; GHERSA, C.M. The relationship of propagule pressure to invasion potential in plants. **Euphytica**, v.148, p.87-96, 2006.
- MATHEUS, M.T.; GUIMARÃES, R.M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S.A.S. Superação da dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.3, p.48-53, 2010.
- MIRANDA, R.Q.; OLIVEIRA, M.T.P.; CORREIA, R.M.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; POMPELLI, M.F. Germination of *Prosopis juliflora* Sw DC. seeds after scarifications treatments. **Plant Species Biology**, v.26, n.2, p.186-192, 2011.
- PEREZ, S.C.J.G.A. Envoltórios. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.125-134.
- PEGADO, C.M.A.; ANDRADE, L.A.; FELIX, L.P.; PEREIRA, I.M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.20, n.4, p.887-898, 2006.
- POLETTO, R.S.; DELACHIAVE, M.E.A.; PINHO, S.Z. Superação da dormência de sementes de *Sesbania virgata* (CAV.) Poir. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n.9, 18p., 2007.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2001. 906p.
- ROBERTS, H. A. Seed banks in soils. **Advances in Applied Biology**, New York, v.6, n.1, p.1-55, 1981.
- RODOLFO, A.M.; CÂNDIDO JUNIOR, J.F.; TEMPONI, L.G.; GREGORINI, M.Z. *Citrus aurantium* L. (laranja-aepu) e *Hovenia dulcis* Thunb. (uva-do-japão): espécies exóticas invasoras da trilha do Poço Preto no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.6, suplemento 1, p.16-18, 2008.
- SAS. **SAS/STAT 9.3 USER'S GUIDE**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011, 8621p.

SHIFERAW, H.; TEKETAY, D.; NEMOMISSA, S.; ASSEFA, F. Some biological characteristics that foster the invasion of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. at Middle Awash Rift Valley Area, North-eastern Ethiopia. **Journal of Arid Environments**, v. 58, p.135-154, 2004.

SHIMIZU, E.S.C.; PINHEIRO, H.A.; COSTA, M.A.; SANTOS FILHO, B.G. Aspectos fisiológicos da germinação e da qualidade de plântulas de *Schizolobium amazonicum* em resposta à escarificação das sementes em lixa e água quente. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.4, p.791-800, 2011.

SOUSA, A.B.O.; ABUD, H.F.; INNECCO, R. Superação de dormência de sementes de *Merremia cissoides* (Lam.) Hall. F. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.2, p.1-5, 2010.

TELES, M.M.; ALVES, A.A.; OLIVEIRA, J.C.G.; BEZERRA, A.M.E. Métodos para quebra da dormência em sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.387-391, 2000.

VEASEY, E.A.; FREITAS, J.C.T.; SCHAMMASS, E.A. Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de *Sesbania*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.299-304, 2000.

VIVIAN, R.; SILVA, A.A.; GIMENES, Jr. M.; FAGAN, E.B.; RUIZ, S.T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – Breve revisão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.3, p.695-706, 2008.

ZILLER, S.R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, v.30, n.178, p.77-79, 2001.

**LONGEVIDADE DE SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. EM
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

SOUZA, V.C. Longevidade de Sementes da Invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. Em Diferentes Condições de Armazenamento

RESUMO

As sementes de *Sesbania virgata* apresentam alta longevidade, o que favorece a formação de grandes bancos de sementes, ressaltando-se que a germinação se dá mesmo em condições aparentemente inóspitas. Diante do exposto, a presente pesquisa foi planejada com o objetivo de monitorar a viabilidade de sementes da invasora *Sesbania virgata* em solo, câmara fria, ambiente natural de laboratório, freezer e geladeira durante o período de até 24 meses. A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. Inicialmente, foi instalado o experimento de armazenamento no solo no mês de julho de 2008, com duração de 22 meses e no mês de maio de 2009 instalou-se o armazenamento convencional com duração de um ano. As sementes foram selecionadas para o armazenamento no solo em sacos de náilon (13,5 x 15,5cm) no total de 48 sacos contendo cada um 250 sementes, os quais foram distribuídos a 5, 10 e 20 cm de profundidade, em área localizada no entorno do Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV). A cada 60 dias de cada profundidade um saco era retirado e as sementes não germinadas, foram colocadas para germinar em substrato contendo areia lavada e autoclavada, em bandejas plásticas em ambiente de casa de vegetação. Para o armazenamento convencional, as sementes foram selecionadas e acondicionadas nas embalagens papel do tipo Kraft, saco de algodão, papel alumínio e saco plástico para armazenamento nos ambientes: ambiente natural de laboratório ($T_{\text{máx}}= 30,6^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{mín}}=26,2^{\circ}\text{C}$, $UR_{\text{máx}}= 81,8\%$, $UR_{\text{mín}}= 61,6\%$), ambiente de câmara fria (Temperatura de 0 a 5°C , sem controle de umidade), freezer ($-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 90% UR) e geladeira doméstica ($6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 10-15% UR), por um período de um ano. A pesquisa foi conduzida nos laboratórios de Ecologia vegetal e Sementes do Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Areia-PB. As características avaliadas foram: Teor de água, emergência, primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas. *Sesbania virgata* apresenta alta longevidade no solo. Sementes de *Sesbania virgata* podem ser acondicionadas nas embalagens papel, plástico, algodão e alumínio e armazenadas nos ambientes de câmara fria, ambiente natural de laboratório, freezer e geladeira sem perdas significativas no vigor das plântulas durante um ano.

Palavras-chave: capacidade germinativa, ecofisiologia, invasão biológica

SOUZA, V.C. Seed Longevity of the Invasive Species *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. Under Different Storage Conditions

ABSTRACT

Sesbania virgata (Cav.) Pers. seeds have very high longevity. This trait favors formation of a great soil seed bank and it should also be highlighted that this species germinates even in apparently inhospitable conditions. The objective of this research was planned with the objective of monitoring seed viability of the invasive species *Sesbania virgata* in the soil, cold room, natural environment in the laboratory, freezer and refrigerator, for a period up to 24 months. The study was carried out in two stages, in the first, a soil storage experiment was laid out in July, 2008 with 22 months length. In the second stage, a conventional storage experiment was laid out in May, 2009 with one year length. For soil storage, seeds were selected and placed in nylon bags (13,5 x 15,5cm) with a total of 48 bags containing 250 seeds each. These bags were distributed at 5, 10 e 20 cm deep in an area surrounding the Plant Ecology Laboratory (LEV). Every sixty days, one bag was withdrawn from each depth and the seeds that did not germinate were placed to germinate in a substrate containing autoclaved washed sand in plastic trays and placed in a greenhouse environment. In case of conventional storage, seeds were selected and placed in Kraft paper packages, cotton bags, aluminum paper and plastic bags for storage in the following environments: laboratory natural environment (T_{máx}= 30,6°C, T_{mín}= 26,2°C, RH_{max}= 81,8%, RH_{mín}= 61,6%), cold room (Temperature of 0 to 5°C, without humidity control) , freezer (-18 ± 2 °C and 90% RH) and domestic refrigerator (6 ± 2 °C and 10-15% RH), for a period up to one year. The research was carried out in CCA/UFPB at the Plant Ecology and Seeds Laboratories at Areia – PB. The characteristics evaluated were: water content, emergence, first emergence counting, emergence speed index, seedling length and seedling dry biomass. The invasive taxon seeds show high longevity in the soil. *Sesbania virgata* may be placed in paper, plastic, cotton and aluminum paper packages and stored in cold room, laboratory natural environment, freezer and domestic refrigerator without significant losses of seedling vigour during a year time.

Key-words: emergence capacity, ecophysiology, biological invasion.

1. INTRODUÇÃO

A devastação da flora autóctone abre caminhos para a invasão por espécies exóticas que podem desencadear vários impactos na biodiversidade, alterando a estrutura das comunidades e inibindo a regeneração das espécies nativas (PUJADAS, 2001; ZILLER e ZALBA, 2007). No bioma caatinga, em se tratando de invasão biológica muito pouco foi estudado (ANDRADE et al., 2008).

As variações na dispersão e germinação das sementes são geralmente interpretadas como reflexo de adaptações a condições ecológicas específicas e características do habitat ocupado, as quais exercem influência no sucesso de colonização (NAVARRO e GUITIAN, 2003). Sendo assim, a germinação das sementes constitui um dos fatores responsáveis pela abundância e distribuição geográfica das espécies (FIEDLER, 1986; VAZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1993).

No comportamento germinativo das sementes de diferentes espécies, os fatores ambientais podem interferir, entretanto fatores intrínsecos como a viabilidade, longevidade, maturidade e dormência são importantes na determinação da capacidade de germinação das sementes (MALAVASI, 1988).

A manutenção da viabilidade nas plantas invasoras dá origem aos bancos de sementes no solo, portanto a perda de viabilidade deve ser um importante fator de depleção no banco de sementes de espécies invasoras, como relataram Guimarães et al. (2004), existindo grande diferença de viabilidade entre os resultados no solo e em condições controladas, na qual é necessário embalagens e ambientes apropriados, a exemplo de câmaras frias, seca e fria-seca (VIEIRA et al., 2001).

Portanto é de grande importância o conhecimento sobre a capacidade de armazenamento do táxon invasor nessas condições, permitindo conhecer a longevidade das sementes, e, principalmente, de se gerarem informações em condições naturais para os estudos de viabilidade de sementes no solo.

A capacidade de germinação em uma ampla diversidade de condições aumenta as chances de estabelecimento e invasão (PIŠEK et al., 2004), de forma que é esperado que espécies menos exigentes, no que diz respeito às condições necessárias ao processo de germinação tenham vantagens sobre as espécies mais exigentes e, por isso, sejam capazes de se estabelecer em diferentes habitats, resultando em uma distribuição geográfica mais ampla (FONSECA e JACOBI, 2011).

Uma das vantagens da espécie *Sesbania virgata* é ter a capacidade de armazenar compostos diferentes em suas sementes, como polímeros (proteínas e carboidratos), que são mobilizados durante o desenvolvimento, sendo o desempenho fisiológico da semente essencial para o estabelecimento bem sucedido da planta, principalmente desta espécie, que por ser pioneira necessita se estabelecer e crescer rápido em seu ambiente (TONINI et al., 2010), além de que a germinação e estabelecimento das plântulas é a etapa mais crítica do ciclo de vida (por ser a etapa de maior mortalidade), fica evidente o valor adaptativo da reserva e a importância do galactomanano (polissacarídeo de reserva) na estratégia de vida da espécie (MOLLE e TINÉ, 2009).

A manutenção da viabilidade das sementes após a dispersão é de grande significado ecológico para as espécies porque permite sua distribuição no tempo e no espaço e, garante a preservação de genes selecionados em diferentes ambientes ao longo dos anos (GUIMARÃES et al., 2004). Vários autores, a exemplo de Carmona (1992); Bewley e Black (1994); Basu (1995) incluem, num extremo, espécies cuja viabilidade das sementes somente é mantida por períodos inferiores a um ano e, em outro, aquelas que ainda germinam após mais de um século após terem sido liberadas da planta-mãe.

No solo, embora existam espécies cujas sementes mantêm a viabilidade por vários anos (KIVILAAN e BANDURSKI, 1973), a maioria não germina após cinco anos (EGLEY e CHANDLER, 1983). Nesse ambiente, as sementes com longevidade inferior a um ano após a dispersão formam o banco de sementes transitório e, quando excedem esse período, dão origem ao banco de sementes persistente (GRIME, 1981).

As sementes de *S. virgata* são de alta longevidade (BASKIN; BASKIN, 1998), o que favorece a formação de grandes bancos de sementes (SOUZA et al., 2010).

Diante do exposto, a presente pesquisa foi planejada com o objetivo de monitorar a viabilidade de sementes da invasora *Sesbania virgata* em solo, câmara fria, ambiente natural de laboratório, freezer e geladeira durante o período de até 24 meses.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. foram colhidos maduros, diretamente da copa de indivíduos em população localizada no município de Natuba, PB, em março de 2008 e fevereiro de 2009 no leito e entorno da Barragem de Acauã, estado da Paraíba. A área possui coordenadas geográficas de 7°26'86''S e 35°32'737''W, encontrando-se nos domínios da Savana Estépica (Caatinga).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger é o BSh (Semiárido quente), com temperatura média anual em torno de 26°C e altura pluviométrica de 600 mm e os solos predominantes são os Litólicos Eutróficos (EMBRAPA, 1972).

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. Inicialmente foi instalado o experimento de armazenamento no solo, no mês de julho de 2008, com duração de 22 meses e no mês de maio de 2009 instalou-se o armazenamento convencional com duração de um ano.

Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV) do Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia, PB para beneficiamento manual das sementes, as quais foram acondicionadas em sacos de plásticos em temperatura ambiente por quatro meses até a instalação do experimento em campo.

2.1. Experimento I - Armazenamento no Solo

As sementes foram acondicionadas para o armazenamento no solo em sacos de náilon (13,5 x 15,5 cm), no total de 48 sacos, contendo cada um 250 sementes, os quais foram distribuídos a 5, 10 e 20 cm de profundidade em área localizada no entorno do LEV, pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, (CCA/UFPB), em Areia - PB.

Inicialmente, e a cada 60 dias, de cada profundidade, um saco foi retirado ao longo do armazenamento (julho de 2008 a junho de 2010) e as sementes classificadas em deterioradas, germinadas e intactas, sendo estas últimas, ou seja, sementes não germinadas colocadas para germinar em bandejas, contendo como substrato areia lavada e esterilizada em autoclave, em ambiente de casa de vegetação.

2.2. Experimento II - Armazenamento Convencional

As sementes foram acondicionadas nas embalagens de papel do tipo Kraft, saco de algodão, papel alumínio e saco plástico para armazenamento nos ambientes natural de laboratório ($T_{\text{máx}} = 30,6^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{mín}} = 26,2^{\circ}\text{C}$, $UR_{\text{máx}} = 81,8\%$, $UR_{\text{mín}} = 61,6\%$), câmara fria (Temperatura de 0 a 5°C , sem controle de umidade), freezer ($-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 90% UR) e geladeira doméstica ($6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 10-15% UR), por um período de um ano. A pesquisa foi conduzida nos laboratórios de Ecologia Vegetal e Análise de Sementes do CCA/UFPB, Areia - PB.

Antes e após os intervalos de 60 dias foram retiradas amostras de cada ambiente de armazenamento para determinação do teor de água e das características descritas a seguir.

2.3. Características Avaliadas

Determinação do Teor de Água

A determinação foi realizada com quatro repetições de 10 sementes, pelo método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante, 24 horas, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (2009), com modificação no número de sementes e de repetição, sendo os dados expressos em porcentagem em base úmida.

Teste de Emergência

O teste foi instalado em casa de vegetação, com quatro repetições de 25 sementes intactas, com modificação no número de sementes (armazenamento no solo), e escarificadas com ácido sulfúrico concentrado por cinco minutos (armazenamento convencional), sendo as sementes distribuídas em bandejas de polietileno com dimensões de 48,5 x 33 x 6,6 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, contendo como substrato areia lavada e esterilizada em autoclave, cuja umidade foi mantida mediante regas diárias. As contagens foram realizadas diariamente, do terceiro ao trigésimo dia, após o início do teste,

computando-se as plântulas que haviam emitido os cotilédones acima do substrato e os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Essa variável foi obtida pelas contagens diárias das plântulas emergidas, dos três aos 30 dias após a semeadura, calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Primeira Contagem de Emergência

O teste foi conduzido conjuntamente com o teste de emergência, computando-se as plântulas com os cotilédones acima dos substratos no 6º dia após a semeadura, com os resultados expressos em porcentagem.

Comprimento e Massa Seca de Plântulas

No final do teste de emergência, as plântulas normais de cada repetição foram retiradas das bandejas, os cotilédones removidos e a raiz e parte aérea separadas e medidas com auxílio de régua graduada em centímetros, calculando-se o comprimento médio por planta em cada repetição. As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel “Kraft” e levadas à estufa com circulação de ar, regulada à 65°C até atingir peso constante e, decorrido esse período as amostras foram pesadas em balança analítica, com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em cm e g plântula⁻¹, respectivamente.

2.4. Delineamento Experimental e Análise Estatística

No experimento I, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições de 25 sementes; no experimento II os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4 x 4 x 6 (embalagens, ambientes e períodos de armazenamento). Os dados de emergência e primeira contagem do experimento I foram ajustados utilizando equação logística binomial pelo programa SAS 9.3 (SAS Institute, 2011), e os fatores quantitativos foram submetidas a análise de variância e

regressão polinomial e as médias dos fatores qualitativos avaliados foram comparados pelo teste de Tukey a 5%. No experimento II os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, verificando-se os efeitos linear e quadrático em função dos tratamentos, sendo selecionado para expressar o comportamento de cada variável, o modelo significativo de maior ordem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Armazenamento no Solo

Houve decréscimo no percentual de emergência de plântulas de *S. virgata* oriundas de sementes armazenadas na profundidade de 5 cm; aos 60 dias de armazenamento o percentual de emergência foi de 60% reduzindo drasticamente e chegando a 0% logo após os 400 dias (Figura 1). Para as sementes enterradas a 5 cm de profundidade, a partir de um ano de estocagem no solo houve decréscimo muito acentuado na viabilidade.

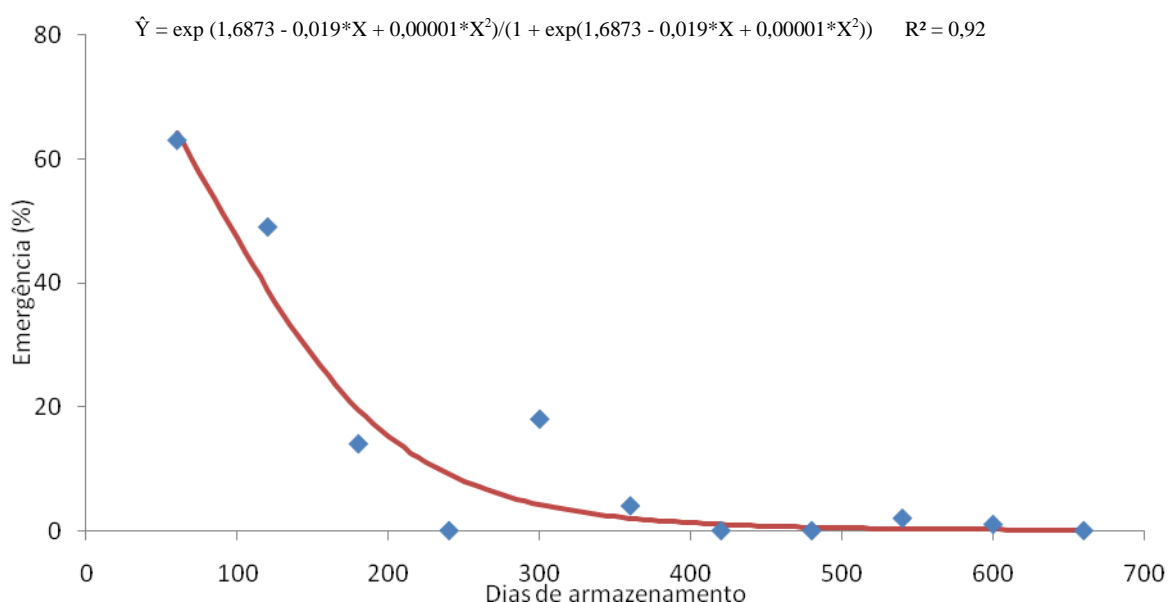


Figura 1. Emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes armazenadas a 5 cm de profundidade. Areia-PB.

As sementes de *Sesbania virgata* apresentam alta longevidade (BASKIN; BASKIN, 1998), o que favorece a formação de grandes bancos de sementes (SOUZA et al., 2010).

As sementes de *Sesbania virgata* quando são dispersadas no ambiente natural, no solo, estão protegidas dentro do fruto, de patógenos e outros agentes que causam deterioração, e também de variações ambientais, como flutuações de temperatura, sendo assim este mecanismo aumenta a longevidade da semente no solo, diferente das condições em que as sementes estavam no presente trabalho, mais expostas, não estando protegidas dentro do fruto, que é lenhoso, indeiscente (POTT e POTT, 1994) e a semente apresentando tegumento bastante duro (VEASEY et al., 2000) o que confere maior resistência à semente.

Por outro lado, as sementes utilizadas neste experimento estavam protegidas pelo saco de náilon que apresenta malhas que permite entrada de microrganismos e umidade, o que provavelmente contribuiu para o rápido decréscimo no percentual de emergência das sementes ao longo do armazenamento no solo na profundidade de 5 cm.

A maioria das sementes das espécies invasoras concentra-se na superfície do solo e em pequenas profundidades, de onde ocorre a emergência das plântulas (MOHLER e GALFORD, 1997). Em condições naturais, as sementes dispersas de *Sesbania virgata* dentro do fruto devem concentrar-se mais próximo da superfície do solo, como foi observado no campo em área invadida pela espécie.

A germinação de sementes de *Ternstroemia brasiliensis* Cambess. enterradas a 5 cm de profundidade em solo de restinga, em envelopes de náilon (12 x 12 cm) no trabalho realizado por Pires et al. (2009), constataram que apenas no primeiro mês (junho) as sementes recuperadas apresentaram viabilidade, indicando que a maioria das sementes não germinadas durante o período de enterramento estava viva e a partir do segundo mês (julho) nenhuma das sementes exumadas germinou. Os autores ressaltam ainda que a germinação da espécie deve ocorrer logo após a dispersão, não havendo a formação de um banco de sementes persistente (>1 ano) no solo.

No presente trabalho, o primeiro mês de avaliação foi setembro de 2008, sementes exumadas apresentaram 60% de emergência, o segundo mês de avaliação foi novembro de 2008 com as sementes exumadas apresentando 50% de emergência, o terceiro mês foi janeiro de 2009, neste período seis meses após o enterrio das sementes, as mesmas apresentaram uma redução no percentual de emergência para

aproximadamente 10% devido a grande quantidade de sementes deterioradas presentes nos sacos neste período, aumentando em abril de 2009 e diminuindo ao longo do armazenamento o número de sementes intactas presentes nos sacos de náilon enterrados como se expressa nos resultados de emergência das sementes a partir dos 360 dias de armazenamento no solo.

Portanto, as sementes de *Sesbania virgata* como foi testado pelos autores Baskin e Baskin (1998), apresentam alta longevidade o que favorece a formação de banco de sementes persistentes no solo (SOUZA et al., 2010) que neste experimento foi observado sementes enterradas com viabilidade até aproximadamente um ano, embora apresentando no final do mesmo um percentual muito baixo de emergência, mas devido às condições de armazenamento no solo proporcionar alta deterioração das sementes.

Em condições naturais, como ocorre a dispersão das sementes de *Sesbania virgata* provavelmente deve ocorrer a formação de um banco de sementes persistente no solo (>1 ano). Aparentemente a maior causa de decréscimo na emergência das sementes enterradas em sacos de náilon a 5 cm de profundidade foi a deterioração das mesmas. Lavelle et al. (1992), afirmam que o solo é habitat natural para uma grande quantidade de organismos de tamanho e metabolismo diferentes, não sendo estes apenas seus habitantes como componentes do sistema e, responsáveis por várias funções como fragmentação do material orgânico, ciclagem de nutrientes, aeração, mobilização de nutrientes e controle da cadeia trófica.

Com relação a primeira contagem, aos 60 dias de armazenamento, o percentual de emergência de plântulas originadas das sementes armazenadas a 5 cm foi de 30%, diminuindo drasticamente ao longo do armazenamento no solo chegando a 0% aos 360 dias (Figura 2); o comportamento das sementes quanto à primeira contagem foi semelhante ao observado para a emergência. De acordo com Fowler (2001), a longevidade é definida como o intervalo de tempo durante o qual a semente se mantém viável, variando entre as espécies e, sendo fortemente alterada pelas condições ambientais.

$$\hat{Y} = \exp((-0,0094 - 0,0144 * X + 0,00001 * X^2) / (1 + \exp((-0,0094 - 0,0144 * X + 0,00001 * X^2))) \quad R^2 = 0,9109$$

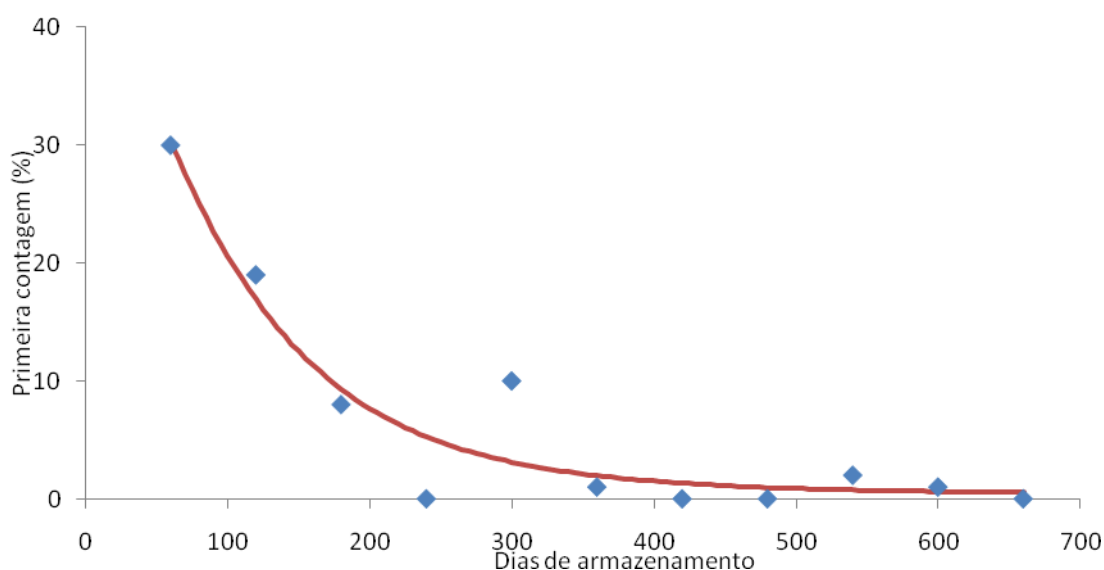


Figura 2. Primeira contagem de emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes armazenadas a 5 cm de profundidade. Areia - PB.

Os patógenos, as variações ambientais e o envelhecimento natural das sementes podem ter ocasionado a mortalidade das sementes de *Sesbania virgata* armazenadas no solo a 5 cm de profundidade, pois de acordo com os resultados da primeira contagem a partir dos 360 dias de armazenamento não houve mais emergência.

No solo, as sementes com longevidade inferior a um ano após a dispersão formam o banco de sementes transitório e, quando excedem esse período, dão origem ao banco de sementes persistente (GRIME, 1981).

Aos 60 e 120 dias de estocagem, o maior percentual de emergência ocorreu para as sementes enterradas na profundidade de 5 cm (61 e 50%, respectivamente), diferindo das sementes enterradas nas profundidades de 10 e 20 cm. Aos 180 dias observa-se que na profundidade de 5 cm a emergência das plântulas não diferiu da profundidade 20 cm. As sementes enterradas na profundidade de 20 cm diferiram aos 300, 360, 420 e 540 dias de estocagem, com 50% de emergência aos 300 dias (Figura 3), ou seja, após 10 meses de armazenamento no solo as sementes de *Sesbania virgata* ainda possuem alta longevidade para formar bancos. Provavelmente, na profundidade de 20 cm os sacos estavam mais protegidos das variações ambientais e da atividade microbiana, que é mais ativa no perfil do solo (0 a 5 cm).

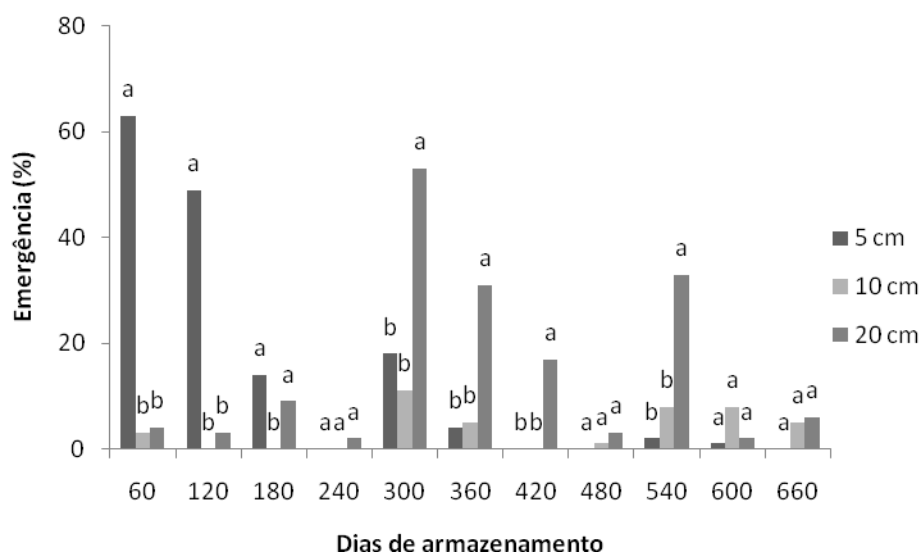


Figura 3. Emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes armazenadas no solo em diferentes profundidades, em Areia - PB. Médias seguidas de mesma letra são iguais pelo teste de Tukey a 5%.

As sementes enterradas na profundidade de 20 cm ficaram menos expostas à ação de predadores, microrganismos e às variações bruscas de temperatura e umidade, o que está de acordo com Karssen e Boumeester (1992); Fenner (1995). No final do experimento menos de 10% das sementes iniciais permaneceram viáveis nas profundidades de 10 e 20 cm. Carmona e Villas Bôas (2001), verificaram que a germinação e o decréscimo de sementes de *Bidens pilosa* foram mais rápidos naquelas da superfície do solo em relação às sementes enterradas a 10 cm de profundidade, em região de cerrados no Distrito Federal.

Para a germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* enterradas em solo de mata seca e de cerrado, a 10 cm de profundidade em sacos de náilon, Souza et al. (2007), encontraram as menores médias de porcentagem de germinação, 0% em solo de mata seca e 11% em solo de cerrado, após 180 dias de estocagem, os autores explicam que esse resultado foi devido a ação da fauna microbiana presente nos solos que deterioraram as sementes estocadas.

Em sementes de *Tridax procumbens* armazenadas no solo a 20 cm de profundidade ocorreu perda da viabilidade com o tempo, numa taxa constante de 8,2% para cada 100 dias, a duração do armazenamento foi de 730 dias com as sementes

apresentando 10,2% de viabilidade no final do armazenamento (GUIMARÃES et al., 2004).

A exemplo do que ocorreu para a porcentagem de emergência, nos dois primeiros meses de armazenamento, para as sementes enterradas na profundidade 5 cm também verificou-se maior percentual de emergência (30 e 20%, respectivamente) na primeira contagem. As sementes de *S.virgata* armazenadas no solo nesta profundidade, por 60 dias apresentaram maior vigor. Aos 300, 360, 420 e 540 dias, os percentuais de emergência na primeira contagem foram estatisticamente superiores para as sementes enterradas na profundidade 20 cm (Figura 4). Sementes do táxon invasor apresentam longevidade alta, apresentando maior vigor até 18 meses armazenadas no solo na profundidade 20 cm.

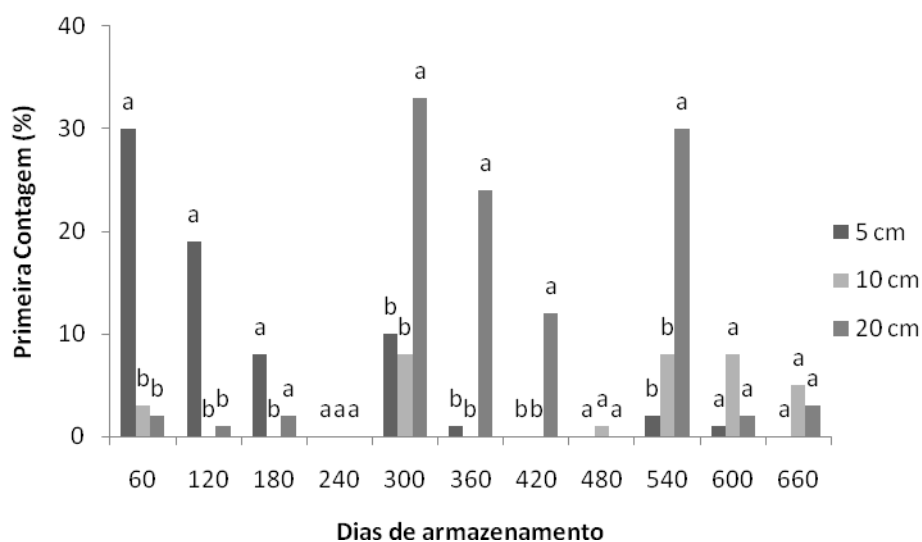


Figura 4.Primeira contagem de emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes armazenadas no solo em diferentes profundidades, em Areia - PB. Médias seguidas de mesma letra são iguais pelo teste de Tukey a 5%.

O índice de velocidade de emergência das plântulas originadas de sementes enterradas a 5 cm de profundidade foi maior nos primeiros meses de armazenamento. Nas sementes enterradas a 20 cm de profundidade o maior vigor ocorreu aos 300, 360, 420 e 540 dias, neste último período, correspondente a um ano e seis meses, as sementes enterradas na profundidade de 20 cm expressaram velocidade de germinação de aproximadamente 1,8 (Figura 5). Esses resultados indicam que a

espécie apresenta vantagem competitiva como maior longevidade, o que constitui estratégia de invasão para formar expressivos bancos de sementes.

Nas sementes da planta daninha erva-de-touro (*Tridax procumbens* L.) armazenadas no solo a 20 cm de profundidade, Guimarães et al. (2004), verificaram velocidade de germinação superior em relação a dos demais ambientes de armazenamento (armazém, câmara fria e congelador).

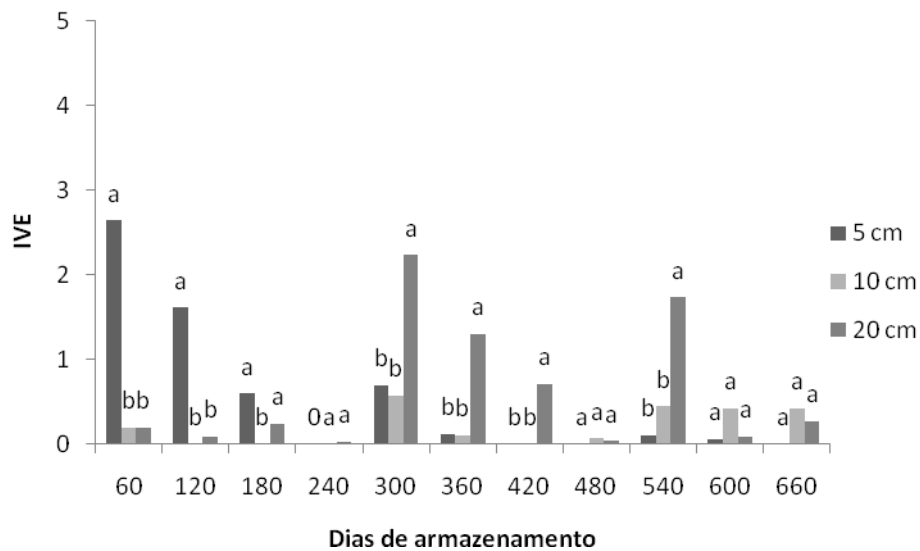


Figura 5. Índice de velocidade de emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes armazenadas no solo em diferentes profundidades, em Areia - PB. Médias seguidas de mesma letra são iguais pelo teste de Tukey a 5%.

O comprimento e massa da matéria seca de plântulas de *Sesbania virgata* não foram influenciados pelos fatores avaliados.

3.2. Experimento II - Armazenamento Convencional

No ambiente de câmara fria (Figura 6A) apenas os dados de umidade das sementes acondicionadas na embalagem de alumínio ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão polinomial, com as sementes mantendo a umidade em torno de 10% ao longo do armazenamento; nos demais ambientes e embalagens os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão. Nos ambientes testados, o teor de água das sementes da embalagem impermeável (alumínio) foi constante, pois nesse tipo de embalagem não ocorre alterações do teor de água do meio externo para o interior da embalagem.

Para as sementes armazenadas no ambiente natural de laboratório (6B) e freezer (6C) o comportamento foi semelhante nas embalagens estudadas quanto ao teor de água, com 10% de umidade ao longo do armazenamento, corroborando com Bradbeer (1988), quando relataram que para a maioria das sementes ortodoxas o teor de água é de 5 a 20%, com base em sua massa fresca.

No ambiente de geladeira (Figura 6D), as sementes acondicionadas nas embalagens de papel e alumínio mantiveram a umidade em torno de 9% ao longo do armazenamento, com o menor teor de água; neste ambiente, aos 180 dias de armazenamento, houve aumento da umidade nas sementes acondicionadas nas embalagens de polietileno e de algodão, com variação para 22 e 12%, respectivamente.

As sementes que estavam acondicionadas em embalagem impermeável (polietileno) e permeável (algodão) no ambiente de geladeira ocorreram mais oscilações do teor de água do que aquelas que permaneceram em ambiente natural de laboratório e freezer.

De modo geral, houve pouca variação no teor de água das sementes de *Sesbania virgata* ao longo do armazenamento nos ambientes e embalagens testados, provavelmente devido à impermeabilidade do tegumento, que impediu a troca de umidade entre a semente e os ambientes.

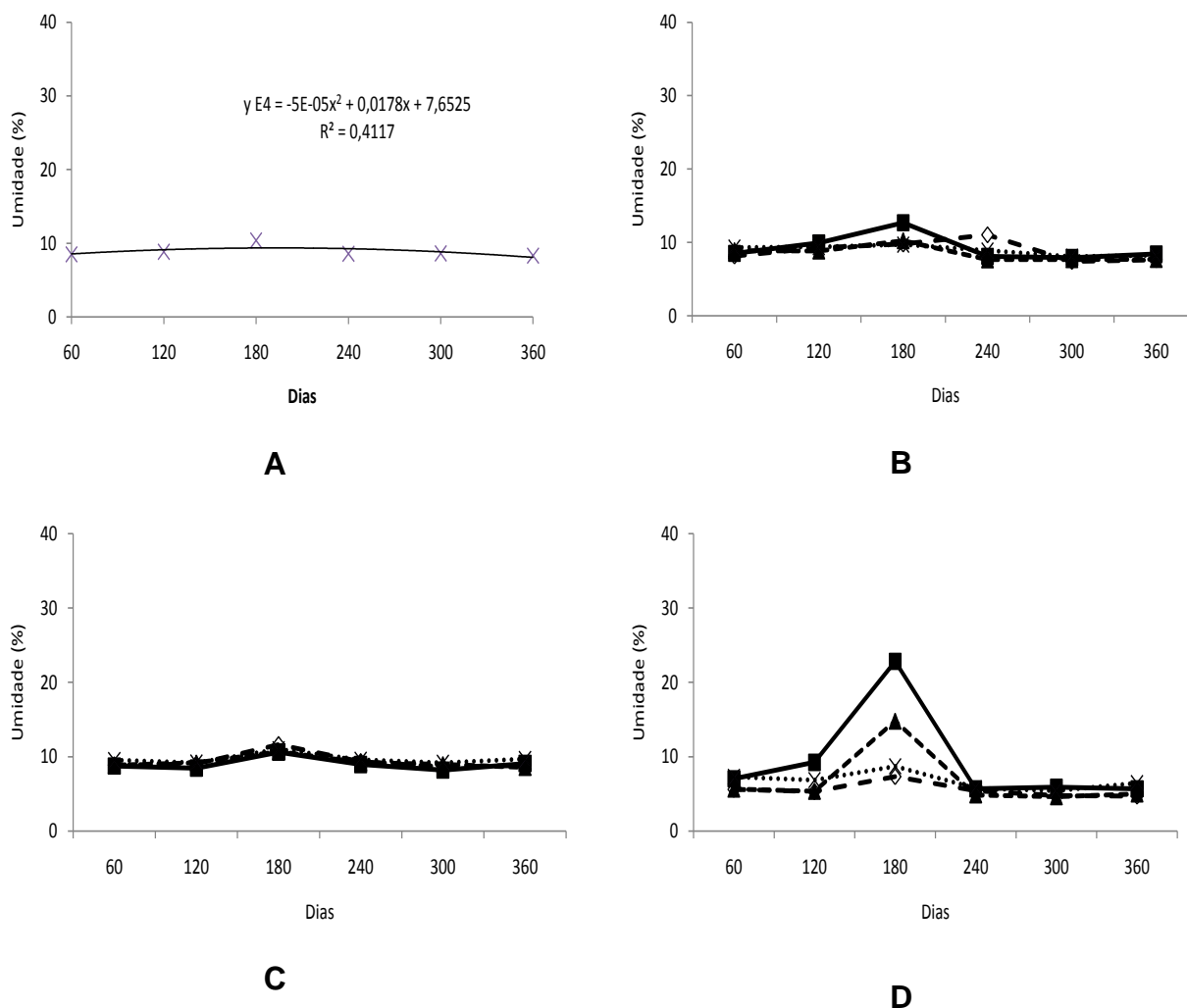


Figura 6. Teor de água de sementes de *Sesbania virgata* acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento. A - câmara fria, B - ambiente natural de laboratório, C - freezer, D = geladeira (E₁ - papel \diamond , E₂ - plástico \blacksquare , E₃ - algodão \blacktriangle , E₄ - alumínio \times).

Na embalagem de alumínio em todos os ambientes estudados constatou-se manutenção da umidade das sementes durante todo o armazenamento, o que foi observado também por Silva (2011) no armazenamento de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) nos ambientes de laboratório, freezer e geladeira.

Sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. armazenadas em laboratório e acondicionadas em sacos de papel e plástico atingiram 13,5 e 10,1% de umidade, respectivamente, no final do experimento (210 dias) e, em ambiente controlado foi de 10,2% em saco de papel e 9,8% em saco de polietileno (BENEDITO et al., 2011).

Em ambiente de câmara fria (Figura 7A), aos 60 dias de armazenamento, o percentual de emergência das plântulas oriundas de sementes acondicionadas em

sacos de papel foi de 20%, atingindo no final do experimento 41% de emergência, enquanto para as sementes acondicionadas em sacos de plástico e algodão, no início do armazenamento, a emergência foi de 65 e 63%, respectivamente reduzindo até os 240 dias, sendo que aos 300 dias ocorreu aumento no percentual de emergência para 62% e 53%, com nova redução para 30% aos 360 dias.

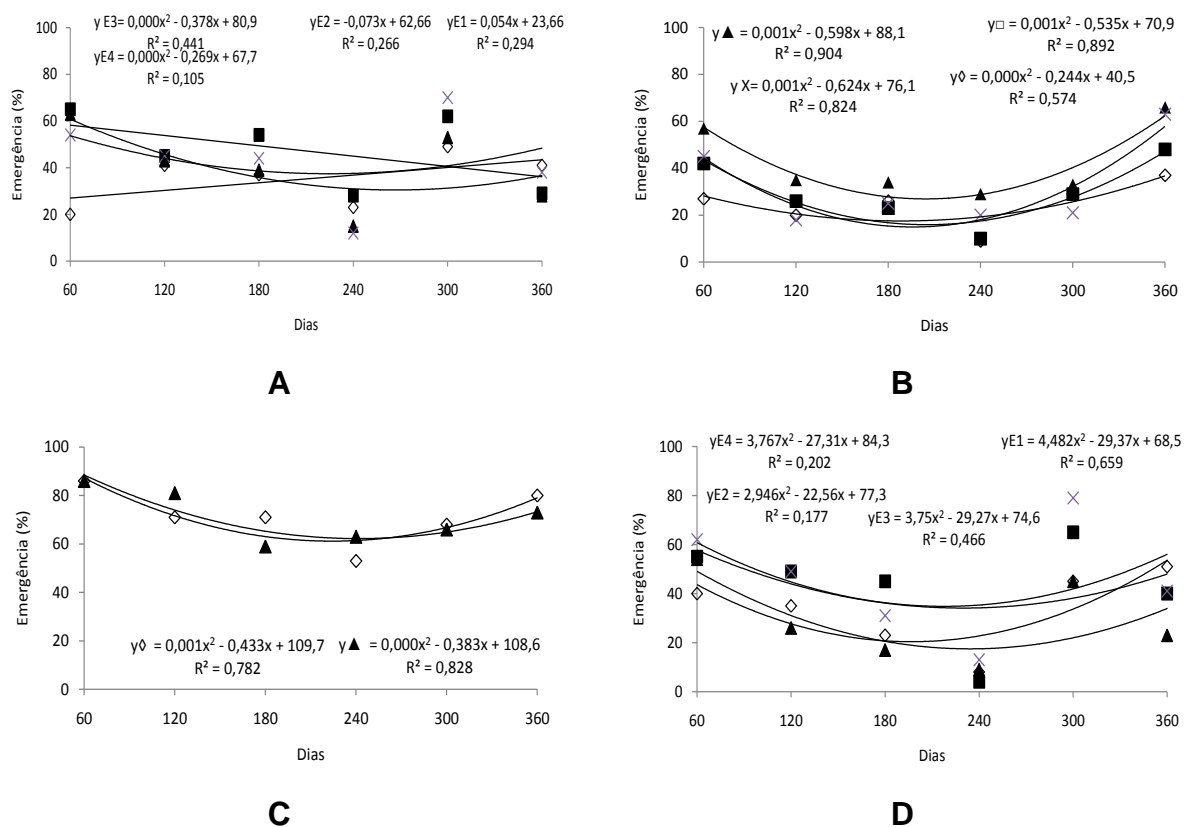


Figura 7. Emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento. A - câmara fria, B - ambiente natural de laboratório, C - freezer, D = geladeira (E₁ - papel \diamond , E₂ - plástico \blacksquare , E₃ - algodão \blacktriangle , E₄ - alumínio X).

Para as sementes acondicionadas em embalagem de alumínio a emergência foi de 54% aos 60 dias de armazenamento, registrando-se aumento no porcentual de emergência para 70% aos 300 dias de armazenamento, atingindo no final do armazenamento 38% de emergência (Figura 7A).

Nas embalagens de plástico, algodão e alumínio verificou-se redução no porcentual de emergência ao longo do armazenamento, com exceção da variação observada aos 300 dias, enquanto nas sementes acondicionadas em embalagem de

papel ocorreu aumento linear no porcentual de emergência durante o armazenamento.

Sementes de *Caesalpinia echinata* não perderam a capacidade germinativa e a de desenvolver plântulas normais mesmo após seis meses de armazenamento em câmara fria, principalmente quando acondicionadas em embalagens permeável ou semi-permeável (BARBEDO et al., 2002).

O armazenamento em câmara fria e congelador de sementes da planta daninha erva-de-touro de acordo com Guimarães et al. (2004) mantiveram a viabilidade (70%) durante 730 dias .

As sementes que estavam no ambiente natural de laboratório, em embalagem de papel aos 60 dias de armazenamento originaram plântulas com 27% de emergência, reduzindo para 9% aos 240 dias e chegando ao final do armazenamento com 37%, ocorrendo comportamento semelhante com as sementes acondicionadas na embalagem de plástico, para as quais constatou-se no início do armazenamento 42% de emergência, reduzindo para 10% também aos 240 dias e atingindo 48% de emergência aos 360 dias (Figura 7B).

O armazenamento em temperatura ambiente de sementes de *Gliricidia sepium* acondicionadas em sacos de papel Kraft, de acordo com Reis et al. (2011) manteve a capacidade germinativa em níveis altos (86%) durante seis meses de armazenamento.

Sementes acondicionadas em sacos de algodão apresentaram emergência no início do armazenamento destacando-se das demais embalagens, de 57% reduzindo ao longo do armazenamento com valores superiores aos observados para outras embalagens e, aos 360 dias ocorreu aumento, atingindo 66% de emergência. Já as sementes acondicionadas em embalagem de alumínio, aos 60 dias de armazenamento o porcentual de emergência foi de 45%, reduzindo ao longo do armazenamento apresentando no final 63% de emergência.

Com relação às sementes armazenadas em freezer e acondicionadas em embalagens de plástico e alumínio, os dados não se ajustaram a modelos de regressão, enquanto aquelas das embalagens de papel e algodão se ajustaram a modelo de regressão polinomial de efeito quadrático, tendo no início do armazenamento emergência de plântulas de 86% e atingindo no final 80% e 73%, para embalagem de papel e algodão, respectivamente (Figura 7C).

Dos ambientes estudados, no freezer observou-se maior emergência de plântulas no início e final do armazenamento. De acordo com King e Roberts (1982); Bilia et al. (1999), o armazenamento de sementes em baixas temperaturas é benéfico

para muitas espécies, algumas vezes essencial, mas é prejudicial a outras.

No presente estudo, observa-se que as sementes de *Sesbania virgata* toleram o armazenamento em baixa temperatura, o qual reduz o metabolismo das mesmas e de muitos microrganismos que ocorrem durante o armazenamento; isto pode ter contribuído para a manutenção da viabilidade no final do armazenamento com valores altos no ambiente de freezer.

Para o ambiente de geladeira (Figura 7D), nas embalagens de papel, plástico, algodão e alumínio a emergência de plântulas no início do armazenamento foi 40, 55, 54 e 62%, respectivamente, diminuindo gradativamente até os 180 dias, com redução mais acentuada aos 240 dias (8, 4, 9 e 13%, respectivamente). Aos 360 dias houve acréscimo na emergência das plântulas oriundas das sementes que estavam na embalagem de papel para 51%. Silva (2011) constatou que o ambiente de geladeira foi o que melhor conservou as sementes de quixabeira nas embalagens testadas (papel, algodão e alumínio) até 135 dias de armazenamento.

Os ambientes e embalagens utilizados mantiveram a capacidade germinativa das sementes do táxon invasor durante 12 meses de armazenamento.

No ambiente de câmara fria (Figura 8A) observa-se os dados de vigor determinado pela primeira contagem nas embalagens papel, plástico e algodão, as quais se ajustaram a modelo de regressão polinomial de efeito quadrático e linear, respectivamente. As embalagens de plástico e algodão apresentaram redução linear do vigor ao longo do armazenamento, apresentando emergência inicial de 70%, atingindo aos 360 dias 43% e 41%, respectivamente. Sementes acondicionadas em embalagem de papel apresentaram emergência inicial de 23% com acréscimo ao longo do armazenamento, apresentando aos 360 dias, 49% de emergência de plântulas.

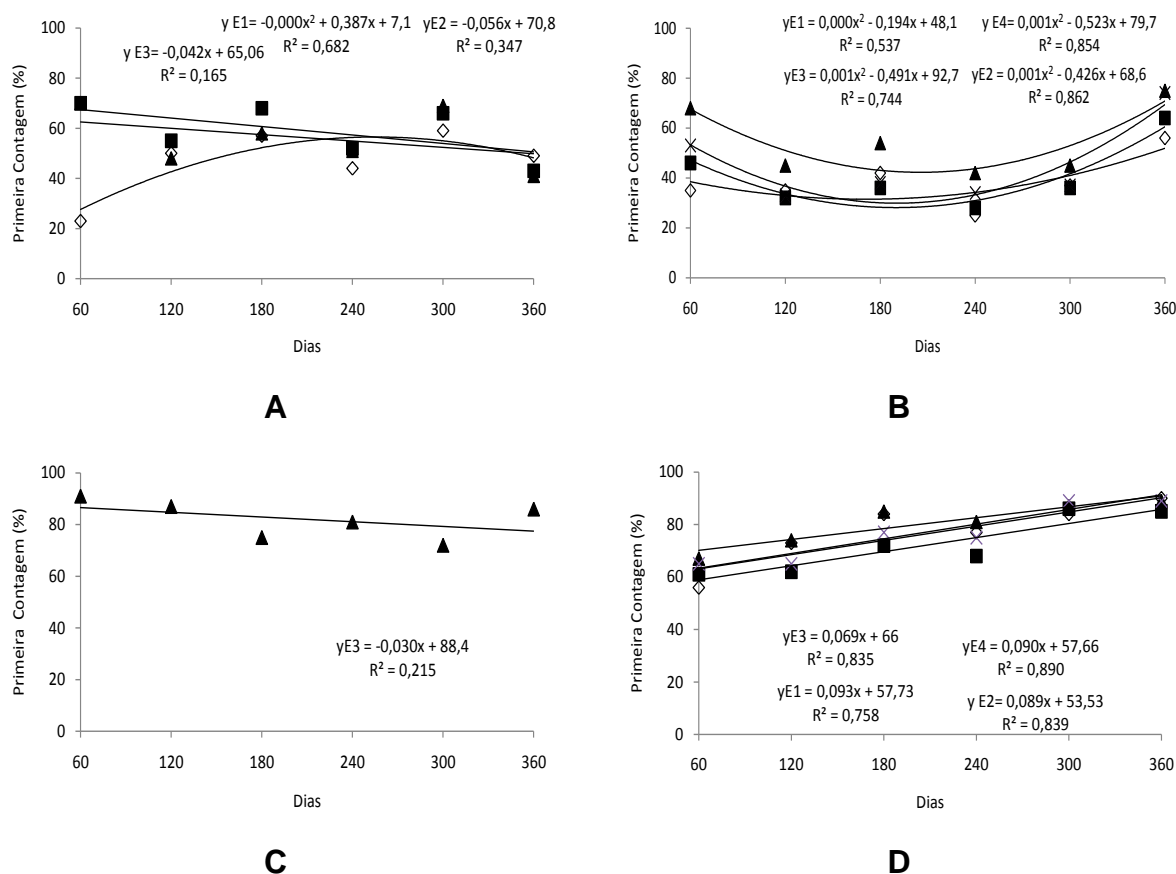


Figura 8. Primeira contagem de emergência de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento. A - câmara fria, B - ambiente natural de laboratório, C - freezer, D = geladeira (E₁ - papel \diamond , E₂ - plástico \blacksquare , E₃ - algodão \blacktriangle , E₄ - alumínio \times).

No ambiente natural de laboratório (Figura 8B), por ocasião da primeira contagem a porcentagem de emergência das plântulas originadas de sementes de *Sesbania virgata* acondicionadas em embalagem de papel foi menor, o vigor aos 60 dias foi 35% e aos 360 foi de 56%; provavelmente devido ao menor controle de trocas gasosas nesta embalagem, comparando-se com as demais embalagens destaca-se a de algodão, na qual o vigor das sementes foi maior durante todo o armazenamento, com 68 e 75% de emergência na primeira contagem aos 60 e 360 dias, respectivamente.

O vigor das sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) armazenadas em ambiente de laboratório e acondicionadas em embalagem plástica determinado pelo teste de primeira contagem detectou vigor máximo, 85% aos 97

dias mantendo-se superior à embalagem de vidro até os 180 dias de armazenamento (OLIVEIRA, 2010).

No ambiente de freezer, apenas os dados de vigor determinado pela primeira contagem das sementes acondicionadas na embalagem de algodão se ajustaram a modelo linear de regressão, com redução linear no vigor, a medida que as sementes ficaram armazenadas por períodos mais prolongados (Figura 8C). A média de emergência das plântulas originadas de sementes acondicionadas nas embalagens de papel, plástico e alumínio foi de 85, 87 e 86%, respectivamente.

As sementes de *Sesbania virgata* se comportaram como ortodoxas, as quais podem ser armazenadas por longos períodos, preferencialmente em ambientes com baixa temperatura (VILLELA e PERES, 2004). Nas condições de armazenamento no freezer a temperatura registrada foi de $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

No ambiente de geladeira (Figura 8D), na primeira contagem houve aumento linear na emergência de plântulas originadas das sementes acondicionadas nas diferentes embalagens. Portanto, a condição mais adequada para a conservação das sementes de *Sesbania virgata*, quanto ao vigor, determinado pela primeira contagem foi o ambiente de geladeira.

As sementes acondicionadas nas embalagens de papel, plástico e alumínio e armazenadas na câmara fria (Figura 9A) expressaram vigor máximo (velocidade de emergência) aos 300 dias de armazenamento. No início do armazenamento, aos 60 dias, apenas para as sementes acondicionadas na embalagem de algodão observou-se maior velocidade de germinação (4,42). Do início do armazenamento até os 240 dias as sementes acondicionadas nas embalagens de plástico, algodão e alumínio reduziram o vigor, enquanto para aquelas da embalagem de papel houve aumento do vigor ao longo do armazenamento, com valores de 1,54 e 2,58 aos 60 e 360 dias, respectivamente.

Sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich) acondicionadas em embalagem de polietileno e armazenadas na câmara fria apresentaram-se mais vigorosas ao longo do armazenamento (150 dias) alcançando vigor máximo (3,0) no início do armazenamento (SOUZA et al., 2005).

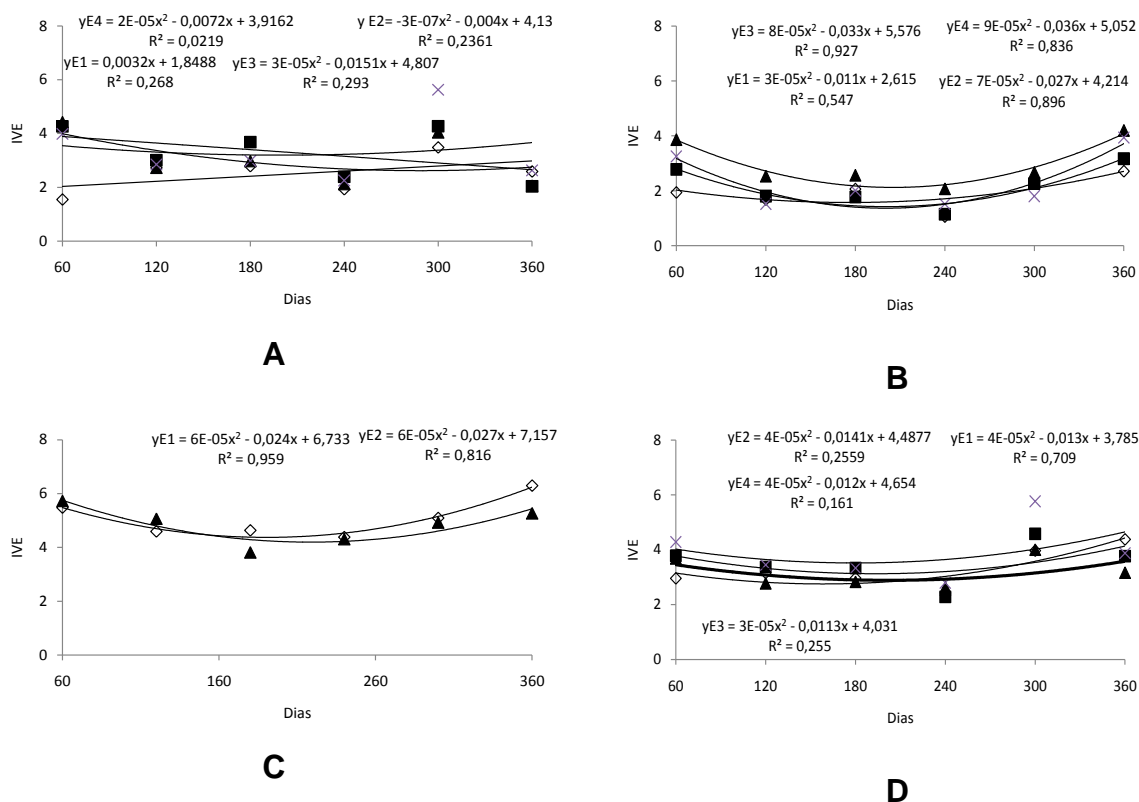


Figura 9. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento. A - câmara fria, B - ambiente natural de laboratório, C - freezer, D = geladeira (E₁ - papel \diamond , E₂ - plástico \blacksquare , E₃ - algodão \blacktriangle , E₄ - alumínio \times).

Sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório e acondicionadas em todas as embalagens apresentaram vigor máximo aos 360 dias, com os dados ajustados a modelo de regressão quadrático. Sementes acondicionadas em embalagem de algodão apresentaram valores de vigor superiores às demais embalagens durante o armazenamento. Na embalagem de papel observa-se maior variação no vigor das sementes (Figura 9B).

No ambiente de freezer apenas as sementes acondicionadas nas embalagens papel e algodão se ajustaram a modelo de regressão quadrático. Aos 60 dias de armazenamento sementes acondicionadas na embalagem de algodão apresentaram maior vigor, no entanto, a partir dos 180 dias as sementes acondicionadas na embalagem de papel apresentaram maior vigor ao longo do armazenamento, com vigor máximo (6,0) aos 360 dias (Figura 9C).

No ambiente de geladeira, sementes acondicionadas nas embalagens plástico, algodão e alumínio apresentaram vigor máximo aos 300 dias de armazenamento, enquanto as sementes acondicionadas em embalagem de papel apresentaram vigor máximo aos 360 dias. A partir dos 60 dias de armazenamento houve redução no vigor das sementes acondicionadas nas embalagens de plástico, algodão e alumínio até os 240 dias (Figura 9D).

Esses resultados indicam que o armazenamento das sementes de *S. virgata* por 12 meses, possivelmente, não acarretou deterioração progressiva, pois a redução da velocidade de emergência das plântulas é o primeiro sintoma da queda de desempenho fisiológico (MARCOS FILHO, 2005) o que não foi verificado neste trabalho nos ambientes e embalagens testados.

Os dados das sementes acondicionadas em embalagem de alumínio e armazenadas na câmara fria não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, enquanto os demais se ajustaram a modelo de regressão quadrático. Quando as sementes de *Sesbania virgata* foram acondicionadas nas embalagens de papel, plástico e algodão e armazenadas na câmara fria, aos 300 dias observou-se que originaram plântulas com maior comprimento (31,6; 31,6 e 30,7 cm, respectivamente) (Figura 10A).

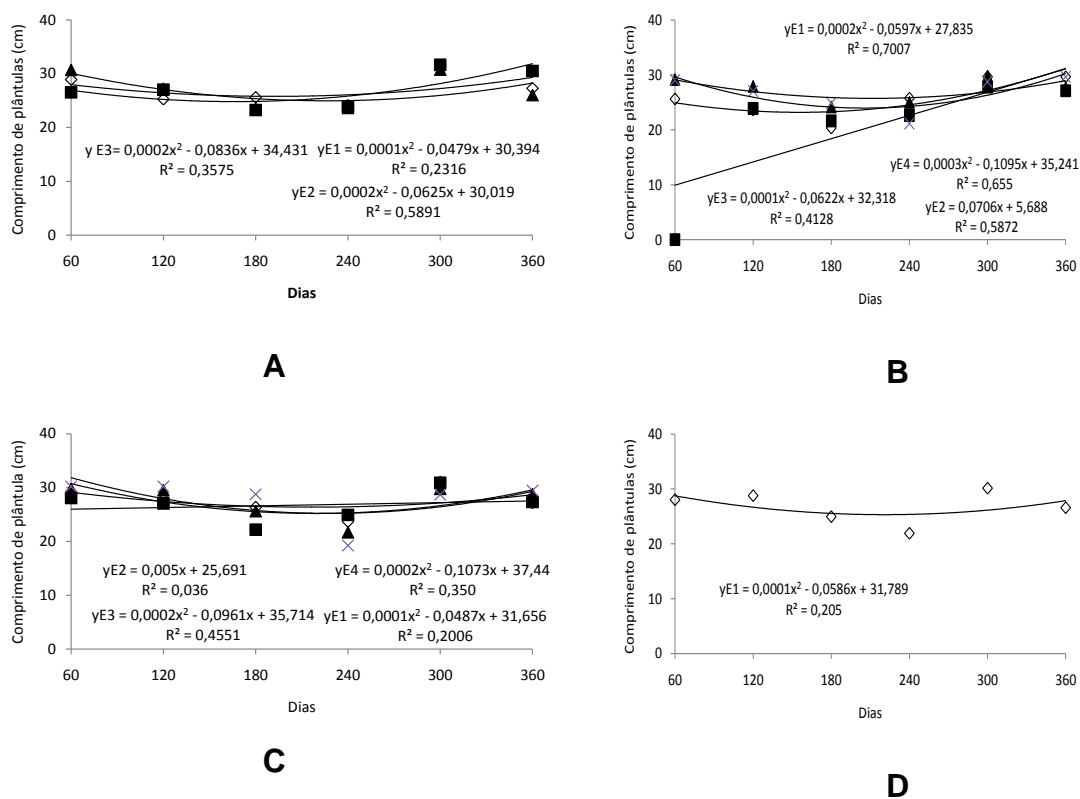


Figura 10. Comprimento de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento. A - câmara fria, B - ambiente natural de laboratório, C - freezer, D = geladeira (E₁ - papel \diamond , E₂ - plástico \blacksquare , E₃ - algodão \blacktriangle , E₄ - alumínio \times).

No ambiente natural de laboratório (Figura 10B), as sementes acondicionadas nas embalagens de papel originaram plântulas mais vigorosas aos 360 dias de armazenamento (29,6 cm), enquanto as plântulas oriundas das sementes acondicionadas na embalagem de alumínio foram mais vigorosas aos 60 e 360 dias (29 e 29,6 cm), respectivamente; para as plântulas provenientes de sementes acondicionadas em embalagem plástica houve aumento linear no vigor a partir de 60 dias de armazenamento.

No ambiente de freezer (Figura 10C) observa-se que sementes acondicionadas nas embalagens papel e plástico originaram plântulas de maior comprimento aos 300 dias de armazenamento, havendo redução no comprimento das plântulas até os 240 dias, com exceção da embalagem de alumínio que proporcionou maior comprimento de plântulas (30,2 cm) aos 60 dias, com uma redução acentuada (19,3 cm) aos 240 dias. Em todas as embalagens testadas o comprimento inicial das plântulas foi de

aproximadamente 30,0 cm.

No ambiente de geladeira, apenas os dados de comprimento de plântulas de sementes acondicionadas em embalagem de papel ajustaram-se a modelo de regressão quadrático, cujas plântulas aos 60 dias tinham 28,0 cm de comprimento, atingindo vigor máximo aos 300 dias de armazenamento e no final do armazenamento estavam com 26,5 cm (Figura 10D).

O armazenamento nos ambientes e embalagens testados manteve as sementes vigorosas e conseqüentemente originaram plântulas com maior taxa de crescimento possivelmente em função de uma maior capacidade de translocação de suas reservas e maior assimilação destas pelo eixo embrionário.

Os dados de massa seca de plântulas originadas das sementes acondicionadas nas embalagens papel e alumínio e armazenadas na câmara fria (Figura 11A) se ajustaram a modelo de regressão linear, enquanto daquelas acondicionadas nas embalagens plástico e algodão se ajustaram a modelo de regressão quadrático. A partir dos 240 dias em todas as embalagens estudadas houve redução no vigor das plântulas de *Sesbania virgata*, no mesmo período em que as sementes acondicionadas em embalagem de plástico atingiram vigor máximo (0,33 g). Aos 60 dias as sementes acondicionadas em embalagem de alumínio tinham maior vigor (0,35 g) em relação às das demais embalagens.

As sementes de *Sesbania virgata* armazenadas em câmara fria à 10°C expressaram melhor qualidade fisiológica quanto aos testes de vigor, incluindo peso de massa seca (2,31) quando foram provenientes do armazenamento por maior tempo (CAMARGOS et al., 2008).

Quanto às sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (Figura 11B), apenas para aquelas acondicionadas em sacos de algodão os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão. Para as sementes acondicionadas em sacos de papel obteve-se as plântulas mais vigorosas aos 180 dias determinado pela massa seca, reduzindo o vigor até o final do armazenamento. As sementes acondicionadas em embalagem de plástico originaram plântula com valores maiores (0,22 g) e menores (0,13 g) de massa seca, respectivamente, aos 120 e 360 dias. As plântulas oriundas de sementes da embalagem de alumínio tinham maior peso de massa seca aos 60 dias

(0,36g), ocorrendo redução linear no vigor ao longo do armazenamento, ressaltando que aos 240 dias houve acréscimo no peso da massa seca das plântulas (0,33 g).

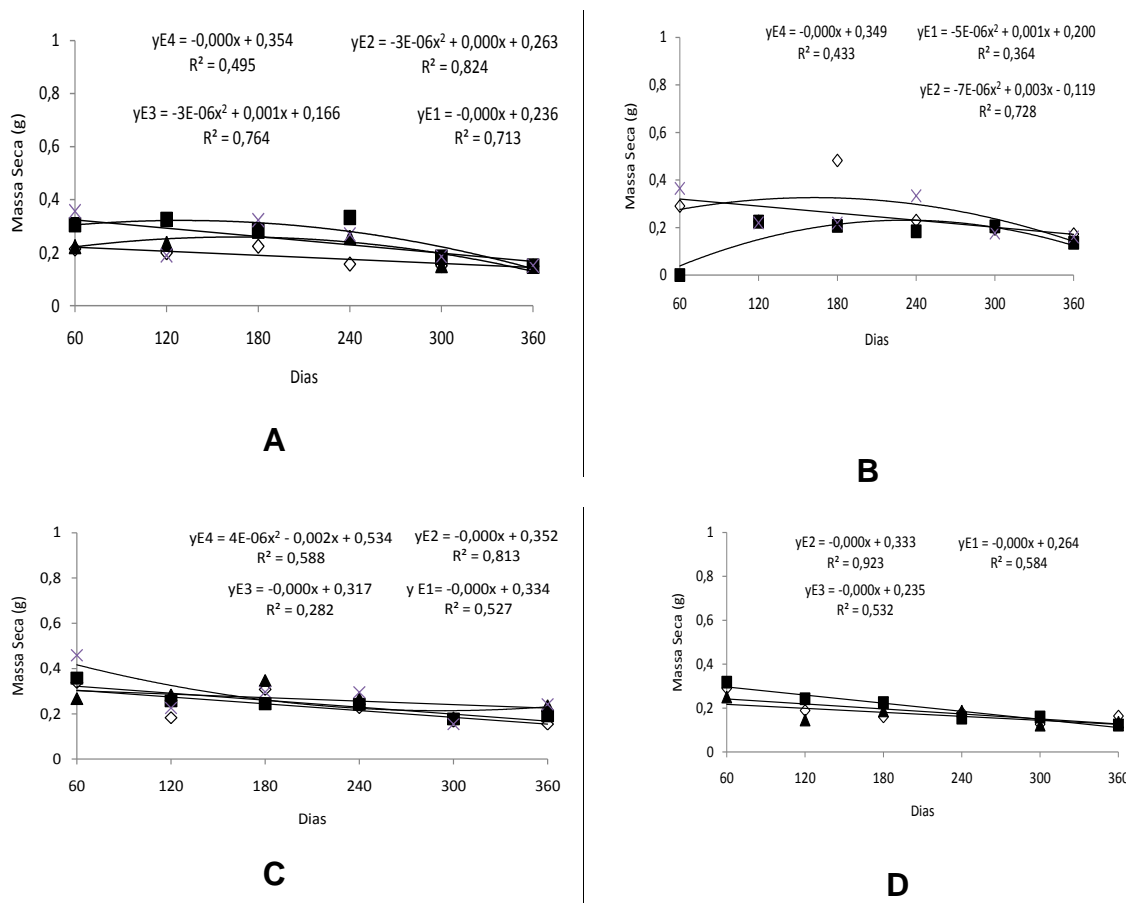


Figura 11. Massa da matéria seca de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes em função dos dias de armazenamento. A - câmara fria, B - ambiente natural de laboratório, C - freezer, D = geladeira (E₁ - papel \diamond , E₂ - plástico \blacksquare , E₃ - algodão \blacktriangle , E₄ - alumínio \times).

Quando as sementes de *Sesbania virgata* foram acondicionadas nas embalagens de papel e plástico e armazenadas no freezer, o maior peso seco das plântulas ocorreu aos 60 dias de armazenamento, com redução linear ao longo do mesmo. Para as plântulas oriundas das sementes acondicionadas na embalagem de algodão o maior peso de massa seca foi observado aos 180 dias de armazenamento (0,34 g) e plântulas mais vigorosas (0,45 g) foram obtidas de sementes acondicionadas em embalagem de alumínio aos 60 dias de armazenamento (Figura 11C).

No ambiente de geladeira observa-se comportamento semelhante quanto ao vigor determinado pela massa seca de plântulas (Figura 11D). Os dados de sementes de *Sesbania virgata* acondicionadas em embalagem de alumínio não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial. Para as plântulas originadas de sementes acondicionadas nas diferentes embalagens houve redução linear no peso de massa seca durante o armazenamento, com destaque para as sementes acondicionadas na embalagem de plástico, cujo maior peso de massa seca de plântulas foi de 0,31 g.

Os dados de massa seca de plântulas de *S.virgata* originadas de sementes acondicionadas nas diferentes embalagens e armazenadas nos vários ambientes não apresentaram redução significativa no vigor ao longo do armazenamento.

4. CONCLUSÕES

Com o tempo de armazenamento, a partir de um ano, houve redução drástica na viabilidade de sementes de *Sesbania virgata* armazenadas no solo a 5 cm de profundidade;

Na profundidade de 20 cm há melhor conservação das sementes de *Sesbania virgata*;

As sementes de *Sesbania virgata* apresentam alta longevidade no solo o que se revela mais uma estratégia de invasão e formação de banco de sementes persistentes no solo;

As sementes de *Sesbania virgata* podem ser acondicionadas nas embalagens papel, plástico, algodão e alumínio e armazenadas nos ambientes de câmara fria, laboratório, freezer e geladeira sem perdas significativas na sua viabilidade e no vigor das plântulas durante 360 dias indicando que as sementes possuem alta longevidade nas condições de armazenamento a que foram submetidas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, P.F.M. **Invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) no semiárido paraibano: uma abordagem voltada para ecofisiologia de sementes.** 2010. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

ANDRADE, L.A. Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: impactos nos ecossistemas locais. In: MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P. (Org). **Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética.** Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006, 752p.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ALVES, A. S. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba): impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v.6, n.2, p.61-67, 2008.

BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da mata atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.4, p.431-439, 2002.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination.** San Diego: Academic Press, 1998, 666p.

BASU, R.N. Seed viability. In: BASRA, A.S. (Ed.) **Seed quality: basic mechanisms and agriculture implications.** New York: Food Products Press, 1995. p.1-44.

BENEDITO, C.P.; RIBEIRO, M.C.C.; TORRES, S.B.; CAMACHO, R.G.V.; SOARES, A.N.R.; GUIMARÃES, L.M.S. Armazenamento de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.) em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.1, p.28-37, 2011.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2.ed. New York: Plenum, 1994. 445p.

BILIA, D.A.C.; MARCOS-FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.C.L. Desiccation tolerance and seed storability of *Inga uruguensis* (Hook. et Arn.). **Seed Science and Technology**, v.27, n., p.77-89, 1999.

BRADBEER, J.W. **Seed dormancy and germination.** Glasgow: Blackie Son. 1988. 146p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CAMARGOS, V.N.; CARVALHO, M.L.M.; ARAÚJO, D.V.; MAGALHÃES, F.H.L. Superação da dormência e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sesbania virgata*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p.1858-1865, 2008.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 10, n.1/2, p.5-16, 1992.

CARMONA, R.; VILLAS BÔAS, H.D.C. Dinâmica de sementes de *Bidens pilosa* no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.467-463, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

EGLEY, G.H.; CHANDLER, J.M. Longevity of weed seeds after 5.5 years in the Stoneville 50-year buried seed study. **Weed Science**, v.31, n.2, p.264-270, 1983.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba: Escala: 1:500.000. 1972.

FENNER, M. Ecology of seed banks. In: KIGEL, J. D.; GALILI, G. (Eds.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 507-528.

FIEDLER, P.L. Concepts of rarity in vascular plant species, with special reference to the genus *Calochortus* Pursh (Liliaceae). **Taxon**, v.35, n., p.502-518, 1986.

FONSECA, N.G.; JACOBI, C.M. Desempenho germinativo da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. e comparação com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. e *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.25, n.1, p.191-197, 2011.

FOWLER, J.P.A. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001, 76 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 58).

GRIME, J.P. The role of seed dormancy in vegetation dynamics. **Annals of Applied Biology** v.98, n.3, p.555-558, 1981.

GUIMARÃES, S.C.; SOUZA, I.F.; PINHO, E.V.R.V. Viabilidade de sementes de erva-de-touro, sob diferentes condições de armazenamento. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.231-238, 2004.

KARSSSEN, C.M.; BOUWMEESTER, H.J. Annual dormancy patterns of weed seeds influence weed control. In: INTERNATIONAL WEED CONTROL CONGRESS, 1., 1992, Melbourne. **Proceedings...** Melbourne: Weed Sci. Society of Victoria, 1992. p.98-104.

- KING, M.W.; ROBERTS, E.H. The imbibed storage of cocoa (*Theobroma cacao*) seeds. **Seed Science and Technology**, v.10, n., p.535-540, 1982.
- KIVILAAN, A.; BANDURSKI, R.S. The ninety-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. **Am. J. Bot.**,v. 60, n. 2, p. 140-145, 1973.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A.V.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. In: LAL, R.; SANCHES, P.A. (Eds). **Myths and science of soils of the tropics**. SSSA, Madison, USA, 1992. p.157-185.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madson, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MALAVASI, M.M. Germinação de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. (Coord.). **Manual de Análise de Sementes Florestais**. Campinas, Fundação Cargill, 1988. p 25-40.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba:FEALQ, 2005. 495p.
- MARTINS, C.R.; HAY, J.D.V.; CARMONA, R. Potencial invasor de duas cultivares de *Melinis minutiflora* no cerrado brasileiro - características de sementes e estabelecimento de plântulas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.713-722,2009.
- MOHLER, C.L.; GALFORD, A. E. Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. **Weed Research**, v.37, p.147-155, 1997.
- MOLLE, F.R.D.; TINÉ, M.A.S. Catabolismo de sacarose durante a mobilização do galactomanano e sua importância na estratégia de sobrevivência de plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Hoehnea**, v.36, n.2, p.259-268, 2009.
- NAVARRO, L.; GUITIAN, J. Seed germination and seedling survival of two threatened endemic species of the northwest Iberian peninsula. **Biological Conservation**, v.109, n., p.313-320, 2003.
- OLIVEIRA, L.M. **Tecnologia de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul.** 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
- PIRES, L.A.; CARDOSO, V.J.M.; JOLY, C.A.; RODRIGUES, R.R. Germinação de *Ternstroemia brasiliensis* Cambess. (Pentaphylacaceae) de floresta de restinga. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana,v.23, n.1, p.57-66, 2009.

PIŠEK, P.; RICHARDSON, D.M.; REJMANEK, M.; WEBSTER, G.; WILLIAMSON, M.; KIRSCHNER, J. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. **Taxon**, v.53, n., p.131-143, 2004.

POTT, A.; POTT, V. **Plantas do pantanal**. EMBRAPA - SPL, Brasília, 1994.320p.

PUJADAS, J. **Land-use and socio-economic correlates of plant invasions in European and North African countries**. Centre de Recerca Ecologica i Aplicacions Forestals, Universitat Autònoma de Barcelona, p.397-401, 2001.

REIS, R.C.R.; DANTAS, B.F.; CASTRO, R.D.; ANTUNES, C.G.C.; SILVA, F.F.S.; PELACANI, C.R. Reserve mobilization during imbibition of stored *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Leguminosae-Papilionoideae) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p.549-560, 2011.

SAS. **SAS/STAT 9.3 USER'S GUIDE**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011, 8621p.

SILVA, K.B. **Tecnologia de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult) T.D. Penn.)**. 2011. 96f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

SOUZA, S.C.A.; BORGES, G.R.A.; BRANDÃO, D.O.; MATOS, A.M.M.; VELOSO, M.D.M.; NUNES, Y.R.F. Conservação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão (Anacardiaceae) em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.1140-1142, 2007.

SOUZA, V.C.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.833-841, 2005.

SOUZA, V.C.; AGRA, P.F.M.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, I.G.; OLIVEIRA, L.S. Germinação de sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. sob efeito de luz, temperatura e superação de dormência. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.889-894, 2010.

TONINI, P.P.; PURGATTO, E.; BUCKERIDGE, M.S. Effects of abscisic acid, ethylene and sugars on the mobilization of storage proteins and carbohydrates in seeds of the tropical tree *Sesbania virgata* (Leguminosae). **Annals of Botany**, v.106, n.4, p.607-616, 2010.

VAZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, n., p.69-87, 1993.

VEASEY, E.A.; FREITAS, J.C.T.; SCHAMMASS, E.A. Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de Sesbania. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.299-304, 2000.

VIEIRA, A. H. et al. **Técnicas de produção de sementes florestais**. Rondônia, 2001, p.1- 4. (EMBRAPA-CPAF, 205).

VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G., BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.265-281.

ZILLER, S.R.; ZALBA, S. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v.5 n.2, p.8-15, 2007.

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DA INVASORA *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. EM
FUNÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO, HÍDRICO E SALINO**

SOUZA, V.C. Germinação e Vigor de Sementes da Invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers em Função do Estresse Térmico, Hídrico e Salino.

RESUMO

A espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., da família Fabaceae - Faboideae é um táxon pioneiro e semi-perene, invasora em diversos nichos do bioma Caatinga e ecossistemas associados. Estudos ecofisiológicos da germinação são essenciais, principalmente quando se trata de uma espécie invasora. A temperatura é um dos principais fatores ambientais que interferem no controle da germinação. O conhecimento desse parâmetro, determinando-se a temperatura mínima, ótima e máxima para uma determinada espécie possibilita interferir na propagação da mesma, gerando meios para que se possa interferir na sua proliferação, assim como, a tolerância ao estresse constitui uma importante característica fisiológica desenvolvida por muitas espécies, como forma de superar as barreiras ambientais e facilitar seu estabelecimento nos mais variados habitats. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi estudar a influência da temperatura, do estresse hídrico e salino na germinação e no vigor de sementes de *S. virgata*. O ensaio foi instalado no Laboratório de Ecologia Vegetal do CCA/UFPB, Areia-PB, em germinadores tipo B.O.D. iluminados com lâmpadas fluorescentes do tipo “luz do dia” (4 x 20w), com fotoperíodo de oito horas. As sementes foram colhidas em uma área invadida por *S. virgata*, no município de Areia–PB, em 2010, e antes da instalação do teste de germinação foram embebidas em ácido sulfúrico concentrado durante cinco minutos. As temperaturas avaliadas foram: 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C constantes. Quanto ao estresse salino, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, distribuídos em esquema fatorial 2 x 11, sendo duas temperaturas 25 e 30°C constantes e 11 potenciais osmóticos promovidos pelo NaCl 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2, -1,4, -1,6, -1,8 e -2,0 Bar. No ensaio de estresse hídrico os tratamentos avaliados foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 4, equivalente às temperaturas de 25°C e 30°C e quatro aos seguintes potenciais osmóticos, promovidos pelo PEG: 0, -0,2, -0,4 e -0,6 Bar, os quais foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em quatro repetições de 25 sementes cada, distribuídas sobre papel toalha (germitest). Realizou-se análise de variância, regressão logística binomial apenas para a variável germinação e regressão polinomial. A temperatura de 30°C é adequada para realização de testes de germinação e vigor de sementes de *S. virgata*, enquanto temperaturas abaixo de 20 e

acima de 40°C são prejudiciais a qualidade fisiológica das mesmas. A diminuição do potencial osmótico da água reduz a germinação e o vigor das sementes de *S. virgata* nas temperaturas de 25 e 30°C. O agente osmótico polietilenoglicol (PEG - 6000) limitou a germinação das sementes de *S. virgata* indicando que a espécie possui barreiras à ambientes com baixa disponibilidade de água.

Palavras-chave: invasão biológica, estresse abiótico, viabilidade.

Germination and Vigour of Seeds from the Invasive Species *Sesbania virgata* (Cav.) Pers in Function of Thermal, Water and Saline Stresses,

ABSTRACT

Sesbania virgata (Cav.) Pers., from the family Fabaceae - Faboideae is a pioneering and semi-perennial taxon. It is also an invasive species in diverse niches of the Caatinga biome and associated ecosystems. Germination ecophysiological studies are essential specially when they deal with an invasive species. Temperature is one of the main environmental factors that interferes in germination control. The knowledge of this parameter, with respect to determination of its minimum, optimum, and maximum temperature for a determined species, enables to interfere in its proliferation. Stress tolerance constitutes an important physiological characteristic developed by many species, as a way to overcome environmental barriers and facilitate its establishment in different habitats. In view of this, the objective of this research was to study the influence from temperature, the water and saline stresses in germination and vigour of *S. virgata* seeds. The experiment was laid out in the Plant Ecology Laboratory of the CCA/UFPB, Areia - PB, in B. O. D. germinators lightened with fluorescent lightbulbs of the "light of the day" kind (4 x 20w) with a photoperiod of eight hours. The seeds were harvested in an area invaded by *S. virgata* in the county of Areia - PB in 2010. Before germination test, seeds were imbedded in a concentrated sulphuric acid solution during five minutes. Constant temperatures evaluated were: 15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C. As regards to the saline stress, the experiment was laid out in a randomized complete block design distributed in factorial plan of 2 x 11 being two temperatures 25 and 30 °C constant and 11 osmotic potentials promoted by the NaCl 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2, -1,4, -1,6, -1,8 and -2,0 Bar. In the water stress trial, treatments were distributed in

a factorial plan of 2 x 4, equivalent the temperatures of 25°C and 30°C and four to the following osmotic potentials promoted by the PEG: 0, -0,2, -0,4 and -0,6 Bar, which were arranged in a randomized complete block design, with four replications of 25 seeds each, distributed on towel paper (germitest). Data were analyzed by analysis of variance and binomial logistic regression for the variable germination and polynomial regression for the other data. Temperature of 30 °C is adequate for performing *S. virgata* germination and vigour tests, while temperatures below 20 and above 40 °C are harmful for the seeds physiological quality. Decreasing water osmotic potential reduces germination and vigour of *S.virgata* seeds in temperatures of 25 and 30 °C. The osmotic agent polyethylene glycol (PEG - 6000) limited germination of *S. virgata* seeds, indicating that this species have barriers to environments with low water availability.

Key- words: biological invasion, stress abiotic, viability.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., da família Fabaceae - Faboideae possui porte arbustivo e é um taxón pioneiro e semi-perene, sendo que na região Nordeste a espécie era praticamente desconhecida acerca de duas décadas, quando então começou a ocupar margens de rios e reservatórios, destacando-se mais recentemente como uma invasora capaz de provocar sérios impactos nos ecossistemas invadidos (ANDRADE, 2006). De acordo com o mesmo autor, a espécie é uma invasora na caatinga e ecossistemas associados, particularmente em matas ciliares, onde é capaz de suprimir a regeneração natural das espécies vegetais nativas e formar maciços populacionais dominantes. Andrade et al. (2008), ao estudarem os impactos da invasora *Prosopis juliflora* na caatinga constataram redução significativa do número de espécies autóctones, da abundância de indivíduos, assim como da viabilidade das populações nativas, o que pode estar acontecendo também nas áreas invadidas por *Sesbania virgata*.

Estudos que abordam aspectos ecofisiológicos da germinação são essenciais para se entender o sucesso do estabelecimento das espécies em campo, que são determinados pela faixa de condições ambientais toleradas pelas sementes durante a germinação (MALUF e MARTINS, 1991), principalmente quando se trata de uma espécie invasora.

A temperatura é um dos principais fatores ambientais que interferem no controle da germinação, de forma que o seu conhecimento, principalmente, determinando-se a temperatura mínima, ótima e máxima para uma espécie possibilita interferir na propagação da mesma, gerando meios para que se possa interferir na sua proliferação. Portanto, fatores bióticos, intrínsecos à própria semente e abióticos, como luz, temperatura e umidade afetam diferentemente a germinação (BASKIN e BASKIN, 1998).

As temperaturas de 20-30 e 20-35°C são adequadas para condução de testes de germinação em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (LIMA et al., 2011), já sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. apresentaram melhor porcentagem de germinação na temperatura de 30°C em ambiente com salinidade de -2,0MPa (BETONI et al., 2011).

Entre os diferentes estágios do ciclo de vida dos vegetais superiores, a germinação das sementes é um dos pontos mais críticos para o sucesso das plantas

(METIVIER, 1986), pois a primeira etapa da germinação ocorre com absorção de água pelas sementes, mediante embebição (BEWLEY e BLACK, 1994). Por isso, fatores como salinidade e déficit hídrico tem influência significativa sobre a germinação (SOUSA et al., 2008); assim a observação da capacidade germinativa das sementes em condições de estresse é uma das metodologias mais difundidas para se determinar a tolerância das plantas (FANTI e PEREZ, 2004), pois a germinação corresponde a uma das fases mais críticas do ciclo de vida dos vegetais (MOTERLE et al., 2008).

Os estresses hídrico e salino induzem o estresse osmótico provocando nas sementes uma seca fisiológica causada pelo baixo potencial osmótico (ASHRAF e FOOLAD, 2007) dificultando a absorção de água pelas sementes e, conseqüentemente, retardando os processos germinativos (FANTIN e PEREZ, 2004). O estresse osmótico induzido pelo PEG foi mais severo que o salino na germinação de *Carthamus tinctorius* L. (DANTAS et al., 2011). A germinação da invasora *Parkinsonia aculeata* decresceu significativamente a partir do potencial hídrico de -0,2 MPa (AGRA, 2010).

A capacidade das sementes de algumas espécies em germinar sob condições de estresses abióticos confere vantagens ecológicas em relação a outras para ocupar novos nichos, principalmente, quando se trata de uma espécie invasora. Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi estudar a influência da temperatura e dos estresses salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de *S. virgata*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar o comportamento germinativo de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. em função do estresse térmico, hídrico e salino foram instalados nos meses de outubro e novembro de 2010, três experimentos em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) iluminadas com lâmpadas fluorescentes do tipo “luz do dia” (4 x 20w) com fotoperíodo de oito horas. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Ecologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.

Os frutos foram colhidos da copa de matrizes de população localizada em área invadida no município de Areia - PB, cuja população de *S. virgata* foi selecionada em uma área invadida situada entre as coordenadas geográficas 06° 58' 04" S e 35°41' 33"W, com altitude média de 527 m. Após a colheita os frutos foram levados ao Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), abertos com auxílio de marrete de plástico para extração das sementes e, previamente à instalação dos ensaios, as sementes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado durante cinco minutos e, posteriormente, lavadas em água corrente.

2.1. Experimento I - Estresse Térmico

Teste de germinação - no teste de germinação adotou-se como critério para considerar a semente germinada a protusão radicular.

As temperaturas avaliadas foram de 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C constantes, em cada tratamento foram utilizadas 100 sementes divididas em quatro repetições de 25, as quais foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Previamente a distribuição das sementes, o papel foi umedecido com uma quantidade de água destilada e deionizada equivalente a 2,5 a massa do papel seco. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação e distribuídos em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) iluminadas com lâmpadas fluorescentes do tipo “luz do dia” (4 x 20 W), com fotoperíodo de oito horas. As avaliações foram efetuadas diariamente, após a instalação do teste, no terceiro dia, e foram finalizadas no sexto dia.

Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, mediante contagens diárias das sementes germinadas e o índice de velocidade de germinação, sendo calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Comprimento e Massa da Matéria Seca de Plântulas

No final do teste de germinação as plântulas normais de cada repetição foram separadas em raiz e parte aérea e medidas com auxílio de uma régua graduada em centímetros. As mesmas plântulas da avaliação anterior separadas em raiz e parte aérea foram colocadas em sacos de papel Kraft com os cotilédones e, levadas à estufa regulada à 65 °C até atingir peso constante e, posteriormente pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, com os resultados expressos em cm e g plântula⁻¹, respectivamente.

2.2. Experimento II - Estresse Hídrico

Para submeter às sementes de *Sesbania virgata* ao estresse hídrico foram utilizadas soluções de polietileno glicol (PEG 6000) preparadas de acordo com Villela et al. (1991), cujos potenciais osmóticos utilizados foram: 0, -2, -4 e -6 Bar. Para cada tratamento utilizou-se 100 sementes divididas em quatro repetições de 25 sementes, as quais foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Antes da distribuição das sementes no papel toalha, o mesmo foi umedecido com as soluções de polietileno glicol supracitadas, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação. As soluções foram preparadas dissolvendo o agente osmótico (PEG-6000) em água destilada e deionizada, em banho-maria à temperatura constante de 50 °C durante 15 minutos.

O teste de germinação foi conduzido em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) iluminadas com lâmpadas fluorescentes do tipo “luz do dia” (4 x 20W) com fotoperíodo de oito horas regulados para os regimes de temperaturas constantes

de 25 e 30°C. As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, no terceiro dia e foram finalizadas no décimo segundo dia.

2.3. Experimento III - Estresse Salino

Na simulação do estresse salino em sementes de *S. virgata* utilizou-se papel toalha umedecido em soluções de cloreto de sódio (NaCl) nos seguintes níveis de potencial osmótico: 0, -2, -4, -6, -8, -10, -12, -14, -16, -18, -20 Bar.

As quantidades de NaCl para se obter os referidos potenciais foram calculados a partir da equação de Van't Hoff ($\Psi\pi = -i.C.R.T.$), citada por Salisbury e Ross (1992), sendo: $\Psi\pi$ = potencial osmótico (bar), i = coeficiente isotônico, C = concentração da solução, expressa em moles de solução por Kg de água, R = constante universal dos gases ($0,0831 \text{ kg bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) e T = temperatura (°K).

Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes divididas em quatro repetições de 25, sendo distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Antes da distribuição das sementes o papel toalha foi umedecido com uma quantidade de solução equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco; as soluções foram preparadas dissolvendo cada agente osmótico em água destilada e deionizada.

Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação e colocados em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) iluminadas com lâmpadas fluorescentes do tipo "luz do dia" (4 x 20 W) com fotoperíodo de oito horas regulados para o regime de temperatura constantes de 25 e 30°C. As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, no terceiro dia e foram finalizadas no décimo segundo dia.

Nos experimentos II e III para as variáveis índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas, as avaliações foram realizadas conforme descrito no experimento de estresse térmico.

2.4. Delineamento Experimental e Análise Estatística

Nos três experimentos o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em quatro repetições e para a variável germinação, os dados foram ajustados à regressão logística binomial e as demais à regressão polinomial utilizando o programa SAS 9.3

(SAS Institute, 2011). Nos experimentos II e III os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 4 e 2 x 11 (temperaturas e potenciais osmóticos), respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estresse Térmico

A germinação de sementes de *S. virgata* foi afetada pelas temperaturas a que foram submetidas. Na temperatura de 15°C o porcentual de germinação foi muito baixo, atingindo o máximo na temperatura de 30°C (66%) e a partir da temperatura 35°C, ocorreu redução drástica chegando a 4% na temperatura de 45°C (Figura 1). O desempenho das sementes nas temperaturas extremas (15 e 45°C) foi baixo, ou seja, temperaturas abaixo de 20°C e acima de 40°C são prejudiciais a ocorrência da germinação, comprovando que as temperaturas de 30 e 35°C são ideais para a germinação das sementes.

Esses resultados indicam a amplitude térmica, a temperatura ótima e as temperaturas extremas para a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de *S. virgata*.

A capacidade germinativa das sementes é dependente de limites bem definidos de temperatura, característicos para cada espécie, de forma que é de interesse ecofisiológico a determinação das temperaturas mínima, ótima e máxima (BEWLEY e BLACK, 1994). Dessa forma, existem temperaturas mais apropriadas para a germinação, como temperaturas limitantes, dependendo da espécie (LABOURIAU, 1983; BASKIN e BASKIN, 1988), assim as sementes germinam quando as condições para o crescimento são favoráveis e não há algum tipo de dormência, além disso, a germinação ocorre em determinada faixa de temperatura (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

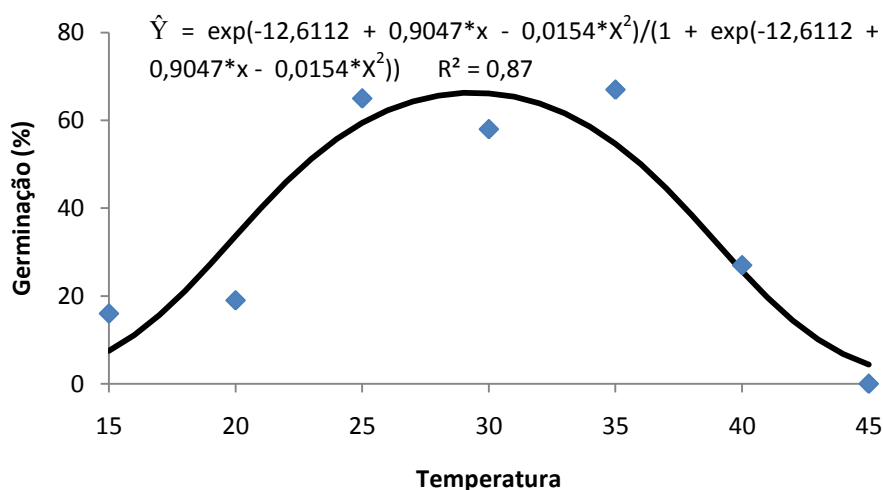


Figura 1. Germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas a diferentes temperaturas.

No local de colheita das sementes, a temperatura média anual, em 2010, foi 22,7°C, sendo a faixa ótima de temperatura para germinação de sementes de espécies de regiões tropicais entre 20 e 30°C (BORGES e RENA, 1993). As sementes de *Sesbania virgata* possuem uma certa adaptação à temperatura, apresentando germinação acima de 50% na faixa de temperatura de 23 a 35°C, sendo uma característica importante, principalmente, quando se trata de uma espécie invasora, já que as plantas estão frequentemente sujeitas as situações desfavoráveis ao seu desenvolvimento e funcionamento ótimos (RIBEIRO et al., 2008).

Em estudos referentes a influência da temperatura na germinação de sementes e desenvolvimento inicial das plântulas de uma espécie deve-se incluir a determinação da amplitude térmica, da temperatura ótima e das temperaturas extremas (LAMARCA et al., 2011).

O maior índice de velocidade de germinação de sementes da espécie foi obtido na temperatura de 35°C e, os menores valores ocorreram nas temperaturas de 15, 20, 40 e 45°C (Figura 2). De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), a taxa inicial de embebição e a temperatura podem alterar acentuadamente a germinação e o vigor da semente.

Para sementes de *Campomanesia pubescens*, Dousseau et al. (2011), recomendaram a temperatura de 30°C. A espécie invasora *Parkinsonia aculeata* expressou maior porcentagem e velocidade de germinação quando as sementes foram colocadas para germinar na temperatura de 30°C (AGRA, 2010).

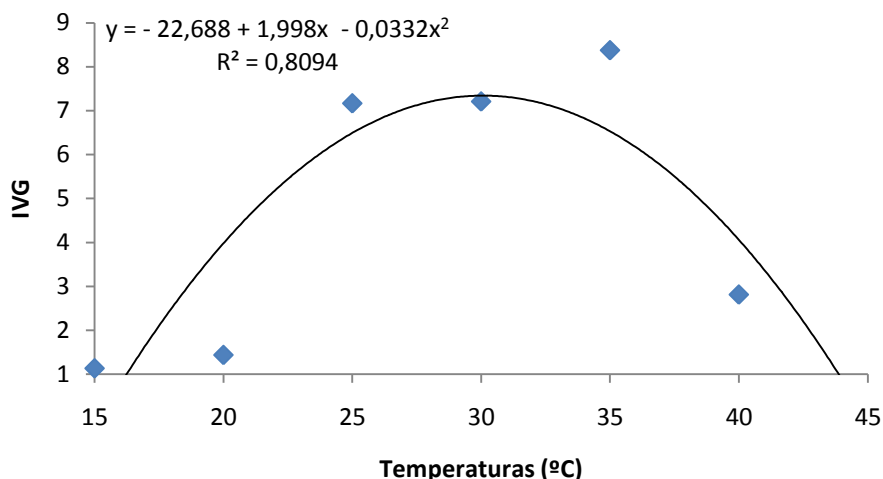


Figura 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas a diferentes temperaturas.

A velocidade de germinação é um bom índice para avaliar a rapidez de ocupação de uma espécie em um determinado ambiente (FERREIRA et al., 2001), sendo a germinação rápida característica de espécies cuja estratégia é se estabelecer no ambiente o mais rápido possível ou quando oportuno, aproveitando condições ambientais favoráveis, a exemplo, da formação de clareiras ou ocorrência de chuvas (VELTEN e GARCIA, 2005), no caso de *S.virgata* pode-se relacionar a água, pois a espécie é considerada invasora em matas ciliares, e ambientes úmidos.

Nas temperaturas de 25, 30 e 35°C para as plântulas constatou-se maior comprimento de parte aérea (5,0, 7,2 e 5,89 cm, respectivamente), destacando-se a temperatura de 30°C, na qual observou-se maior comprimento de parte aérea (Figura 3A). Para o comprimento de raiz, nas temperaturas de 25 e 30°C que ocorreram os maiores valores (5,7 e 5,08 cm, respectivamente), enquanto as temperaturas de 15, 40 e 45 °C não são recomendadas para o teste de vigor de sementes da espécie (Figura 3B). O maior comprimento de plântulas da invasora *Parkinsonia aculeata* foi obtido quando adotou-se a temperatura de 30°C (AGRA, 2010).

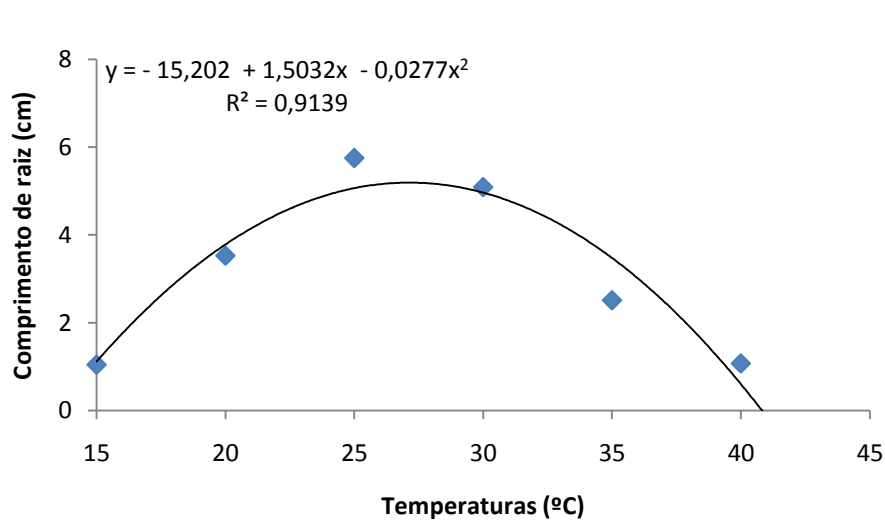
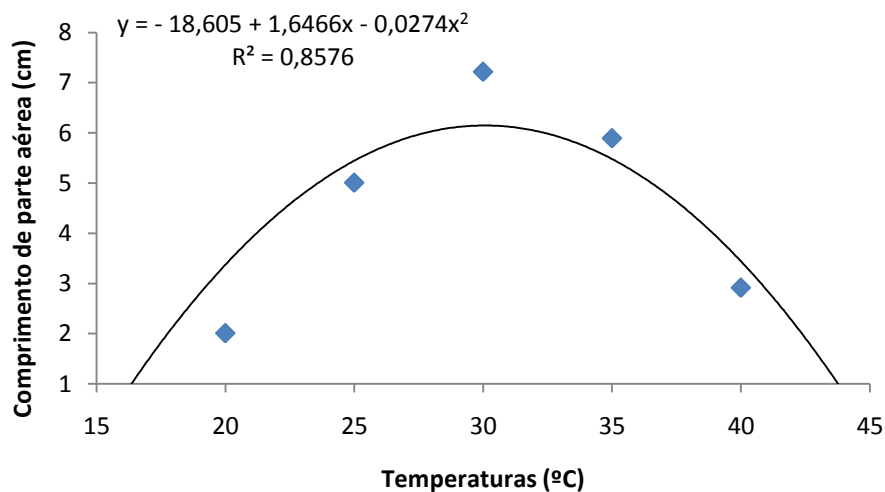


Figura 3. Comprimento de parte aérea (A) e raiz (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes a diferentes temperaturas.

Os dados de massa da matéria seca de parte aérea se ajustaram ao modelo de regressão quadrático (Figura 4A), enquanto os dados de massa seca de raiz não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando média de 3,5 mg (Figura 4B). O maior conteúdo de massa seca de parte aérea das plântulas de *S. virgata* foi encontrado naquelas oriundas de sementes submetidas à temperatura de 25 e 30°C, respectivamente, com peso seco de 40,6 e 37,1 mg (Figura 4A).

Para as características avaliadas nas temperaturas de 25, 30 e 35°C houve desempenho favorável das variáveis testadas, provavelmente devido a adaptação da espécie ao regime de temperatura no seu ambiente de ocorrência, o que está de acordo com Perez (2004) ao relatar que existem vários casos na literatura que indicam

a existência de grande diversidade do papel da temperatura como um mecanismo que propicia a germinação das sementes com tegumento duro, ressaltando ainda a possibilidade que as espécies com essa característica, dentro de uma mesma área geográfica, difiram bastante no tipo de resposta às flutuações de temperatura e essa diversidade de resposta ocasiona diferenças na distribuição das espécies em campo e contribui para a diferenciação dos nichos em populações que coexistem na mesma comunidade.

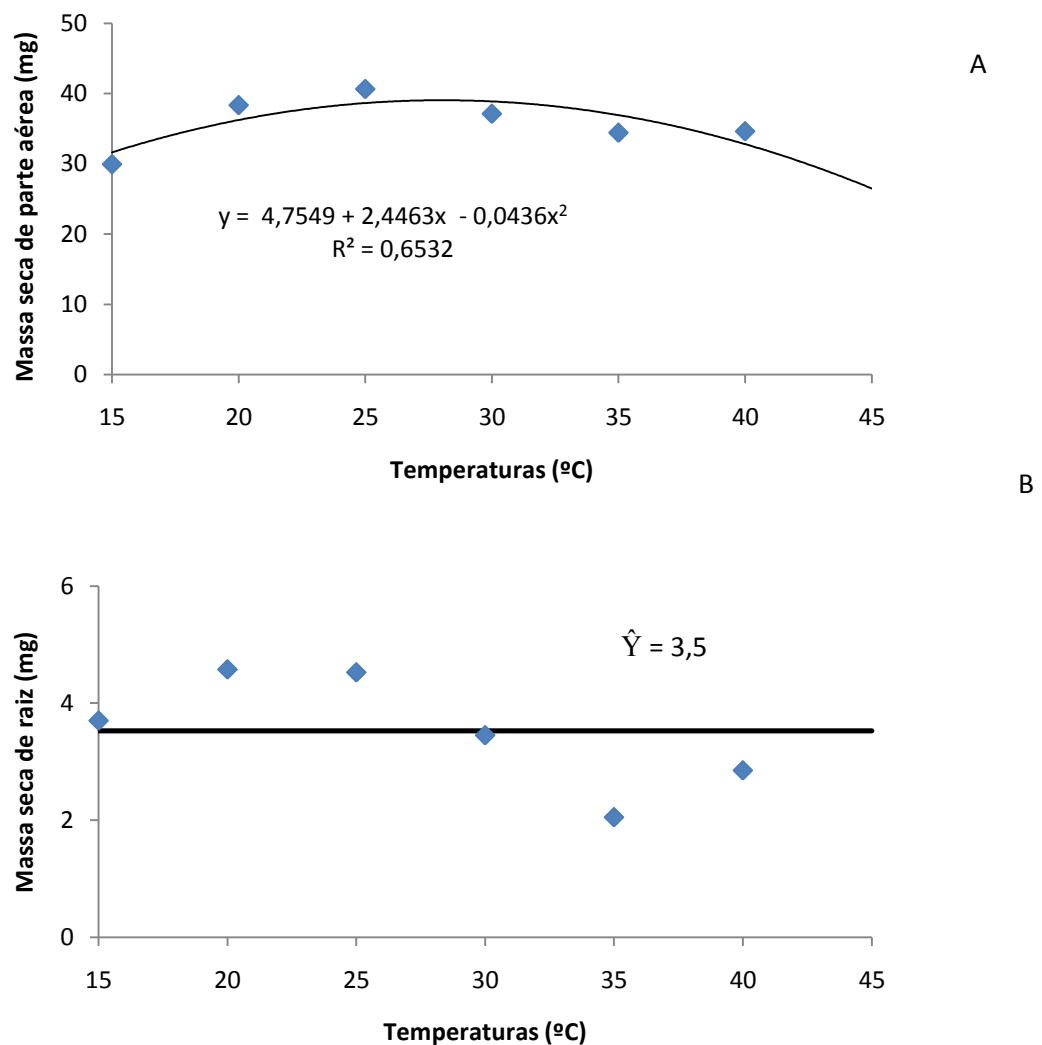


Figura 4. Massa da matéria seca da parte aérea (A) e das raízes (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas a diferentes temperaturas.

3.2. Estresse Hídrico

A germinação de sementes de *Sesbania virgata* se ajustou ao modelo de regressão logística binomial apenas na temperatura de 30°C; no potencial zero (testemunha) o porcentual de germinação foi de 44%, atingindo o máximo (46%) no potencial osmótico -2, reduzindo a partir daí e chegando a ser nula no potencial -6. Em situações de baixa disponibilidade de água, a embebição é comprometida pela redução dos potenciais hídricos e o crescimento da plântula é afetado pela diminuição da expansão e do alongamento celular (MOTERLE et al., 2008).

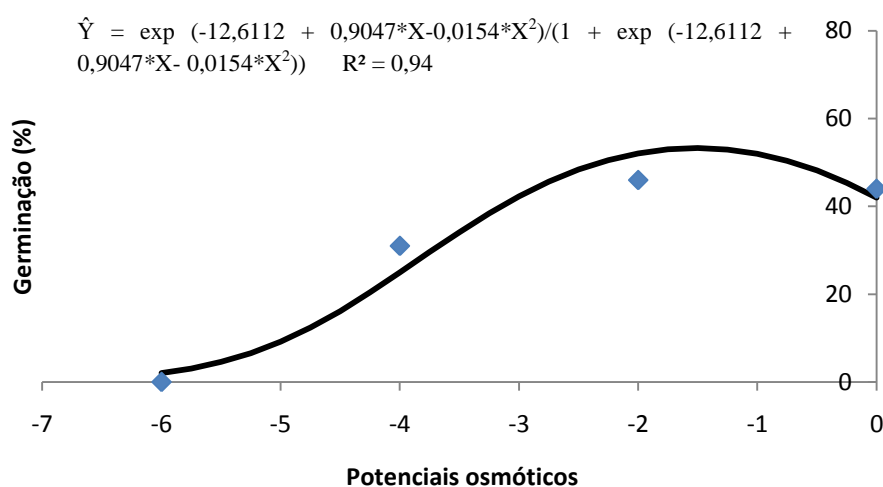


Figura 5. Germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas ao estresse hídrico (PEG) na temperatura de 25°C.

A germinação da invasora *Parkinsonia aculeata* decresceu significativamente a partir do potencial hídrico de -0,2 MPa (AGRA, 2010). Para sementes de *Carthamus tinctorius* L. os potenciais osmóticos mais baixos simulados com soluções de PEG 6000 (-0,851 e -1,271 MPa) foram limitantes para a germinação (DANTAS et al., 2011). Na germinação de sementes de *Crambe abyssinica* houve redução a medida que a disponibilidade hídrica do substrato diminuiu (MASETTO et al., 2011). A porcentagem de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. germinadas declinou com o aumento da intensidade do estresse hídrico na temperatura de 25 °C (ANTUNES et al., 2011).

Um dos importantes agentes de dispersão da espécie em estudo é a água, isso justifica, provavelmente, sua restrição à ambientes com baixa disponibilidade hídrica

(SOUZA et al., 2011a), pois Andrade (2006) constatou que a espécie é invasora na caatinga e ecossistemas associados no Nordeste, particularmente em matas ciliares, onde é capaz de suprimir a regeneração natural e formar maços populacionais dominantes.

Quanto ao índice de velocidade de germinação houve decréscimo linear a medida que se aumentou os potenciais osmóticos nas duas temperaturas, havendo redução maior na temperatura de 25°C, chegando a inibir a germinação no potencial -6. Em ambas as temperaturas os maiores valores de velocidade de germinação (3,7 e 5,5, respectivamente) foram observados na testemunha; a velocidade de germinação foi mais alta em todos os potenciais testados na temperatura de 30°C (Figura 6).

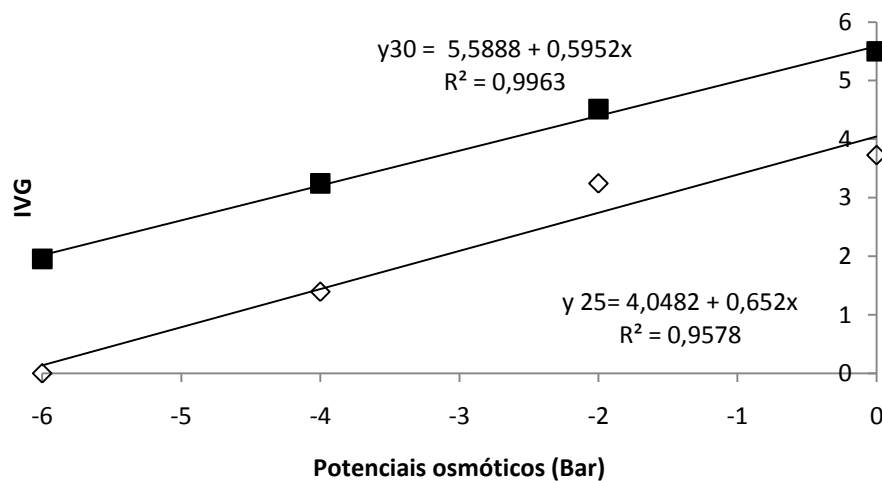


Figura 6. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas ao estresse hídrico (PEG) em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).

O efeito da temperatura sobre a germinação tem especial importância para a ecologia de populações, pois para os esporos e sementes serem capazes de germinar suas temperaturas cardinais devem corresponder às condições externas que asseguram um desenvolvimento suficientemente rápido para as plantas jovens; assim há, frequentemente, uma relação ecológica entre a velocidade de germinação e as condições climáticas (LARCHER, 2000).

Os dados de comprimento de parte aérea em ambas as temperaturas se ajustaram ao modelo de regressão quadrática (Figura 7A), sendo observado maior comprimento nas temperaturas de 25 e 30°C nas plântulas originadas de sementes da

testemunha. As plântulas de *S.virgata* foram menos vigorosas até o potencial -4 na temperatura de 25°C. Com o aumento da deficiência hídrica no potencial -6, o comprimento de parte aérea foi de 1,96 cm; as plântulas oriundas de sementes submetidas à temperatura de 30°C até o potencial osmótico -4 foram as com maior comprimento.

Os valores de comprimento de raiz de plântulas de *S.virgata* nas temperaturas analisadas foram semelhantes na testemunha (7,4 e 7,9 mg, respectivamente) nas temperaturas 25 e 30°C, havendo decréscimo linear na temperatura de 25°C com o aumento da deficiência hídrica, enquanto que as plântulas submetidas à temperatura de 30°C com o aumento dos potenciais osmóticos houve incremento no comprimento radicular, medindo 8,5 cm no potencial -6 (Figura 7B).

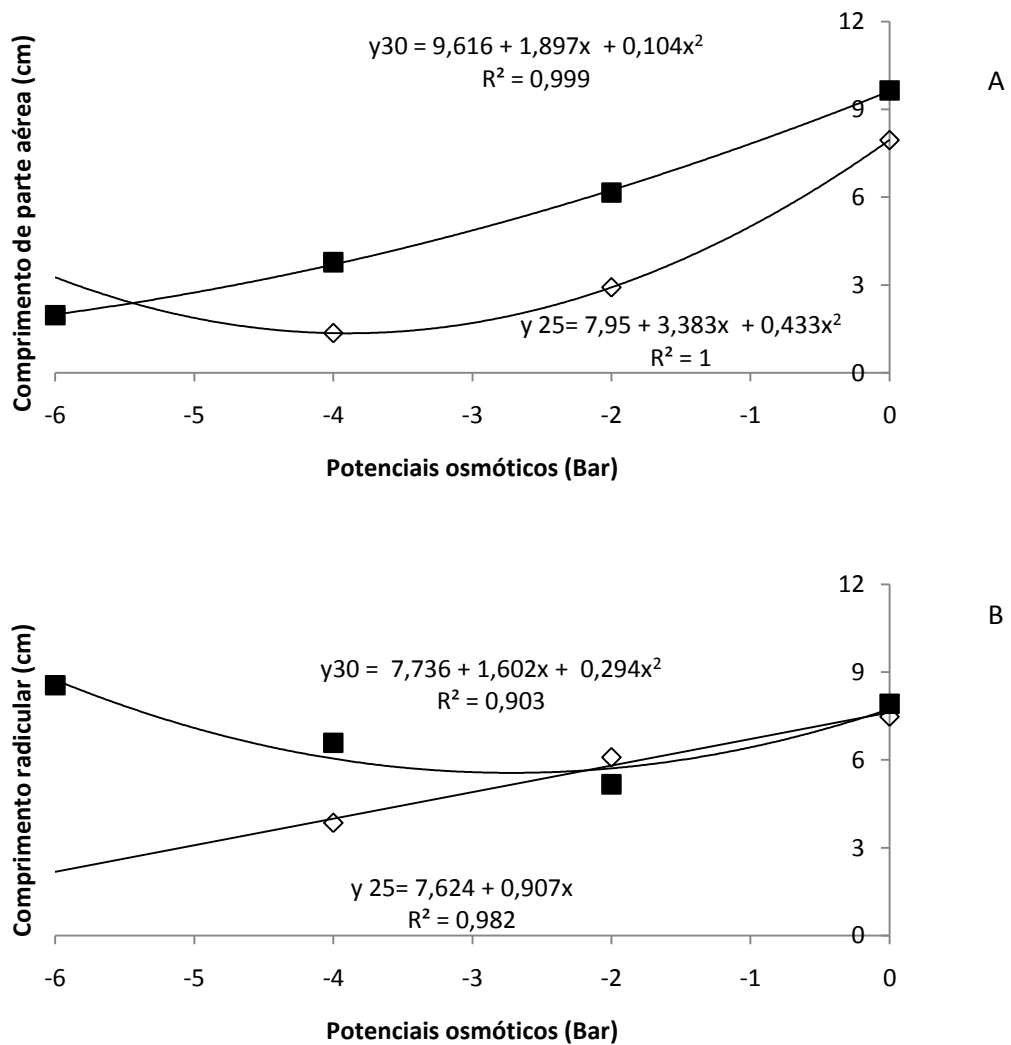


Figura 7. Comprimento de parte aérea (A) e raiz (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico (PEG) em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).

No tratamento controle na temperatura de 25°C o conteúdo de massa seca da parte aérea das plântulas foi de 31,95 mg plântula⁻¹, enquanto na temperatura de 30°C foi de 19,9 mg plântula⁻¹; a partir daí houve aumento no conteúdo de massa seca de parte aérea com o aumento da deficiência hídrica em ambas as temperaturas (Figura8A). Quanto à massa seca das raízes, semelhante aos resultados observados para a massa seca de parte aérea, na temperatura de 25°C para as plântulas originadas de sementes do grupo controle a massa seca foi maior que a daquelas de sementes submetidas a temperatura de 30°C, portanto, com o aumento da deficiência hídrica houve incremento da massa da matéria seca das raízes das plântulas de *S. virgata*, o que pode ser explicado, provavelmente, pelo enrijecimento da parede de

células em desenvolvimento como mecanismo primário de ajuste à redução da disponibilidade de água para embebição.

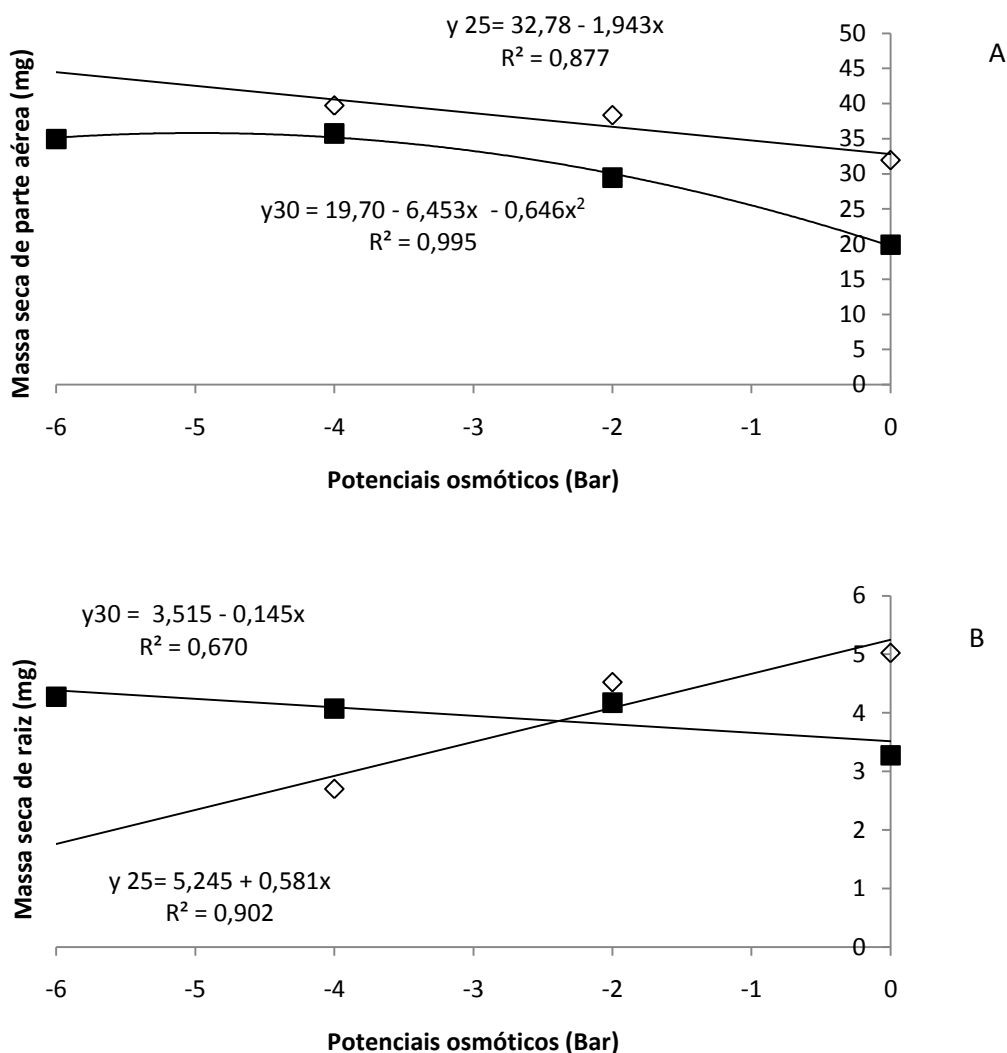


Figura 8. Massa da matéria seca da parte aérea (A) e das raízes (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico (PEG) em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).

Sementes de *Crambe abyssinica* foram submetidas a quatro potenciais hídricos no substrato em temperatura de 25°C e constatou-se aumento na massa seca das plântulas em condições de estresse hídrico até potenciais abaixo de -0,2 MPa (MASETTO et al., 2011).

Pelos resultados obtidos com o estresse hídrico em sementes da invasora *S. virgata* observa-se que a espécie é pouco tolerante à deficiência hídrica nas temperaturas testadas, pois em condições naturais os sítios preferenciais da espécie no domínio da caatinga são as matas ciliares (SOUZA et al., 2011a).

3.3. Estresse Salino

Nas sementes do grupo controle a porcentagem de germinação foi de 47% reduzindo gradativamente até o potencial osmótico -10 e, a partir daí ocorreu redução acentuada com o aumento da salinidade, chegando a ser praticamente nula no potencial -20 (Figura 9), com isso percebe-se que as sementes da espécie tem alta tolerância ao estresse salino.

Em condições naturais, os solos do Nordeste brasileiro das regiões áridas e semi-áridas possuem altos teores de sais solúveis nos horizontes superficiais, são salinos ou sódicos devido às altas taxas de evapotranspiração e à baixa pluviosidade (GONÇALVES, 1982), o que justifica a invasão biológica pela espécie nas regiões semiáridas do nordeste, o que se constitui mais uma estratégia de invasão, pois os propágulos do táxon estudado são capazes de germinar e formar populações adensadas em diferentes níveis de salinidade.

A tolerância ao estresse salino varia de acordo com a espécie, pois um dos mecanismos citados que proporcionam maior resistência a ambientes salinos é a capacidade das plantas em acumular íons nos vacúolos, ou ainda solutos orgânicos de baixo peso molecular, capazes de manter a absorção de água e a turgescência celular (MUNNS e TESTER, 2008). A resistência à salinidade foi descrita por Larcher (2000) como a habilidade de evitar que excessiva quantidade de sal proveniente do substrato alcançasse o protoplasma, como também de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais.

Em termos ecológicos, a viabilidade possui um papel extremamente importante em espécies colonizadoras ou pioneiras, sujeitas a ambientes desfavoráveis, a amplas oscilações em termos de umidade e temperatura (KERBAUY, 2004), a exemplo da espécie em estudo, *S. virgata*, pioneira (POTOMATI e BUCKERIDGE, 2002) podendo germinar em condições aparentemente inóspitas (VIEIRA et al., 2007) como em locais com solos salinos, como foi demonstrado na Figura 9.

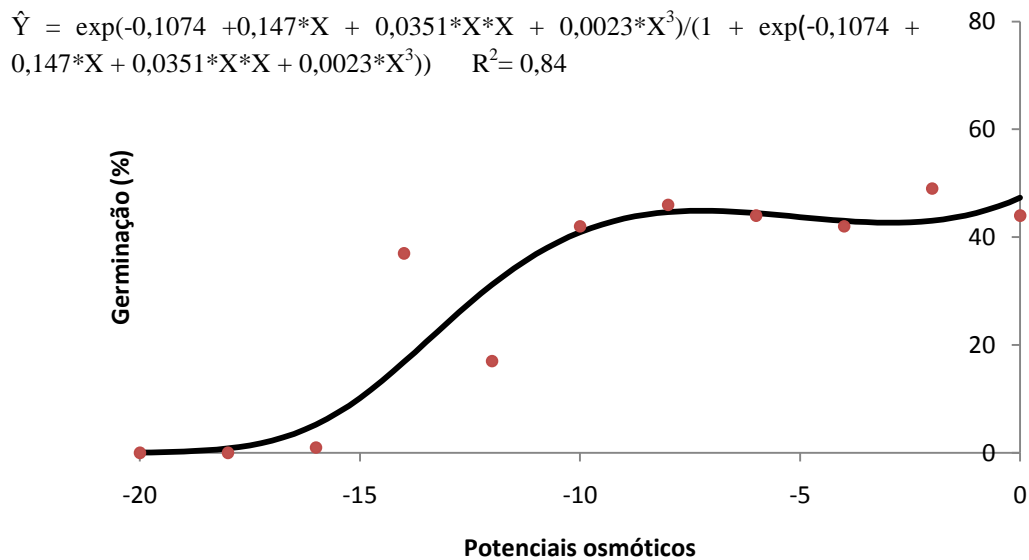


Figura 9. Germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas ao estresse salino na temperatura de 25°C.

O índice de velocidade de germinação de sementes de *S. virgata*, em ambas as temperaturas diminuiu linearmente, sendo observado nas sementes submetidas a temperatura de 30°C maior vigor na maioria dos potenciais testados e, o vigor máximo atingido (5,5) no grupo controle, as sementes da temperatura de 25°C germinaram até o potencial -16 (Figura 10).

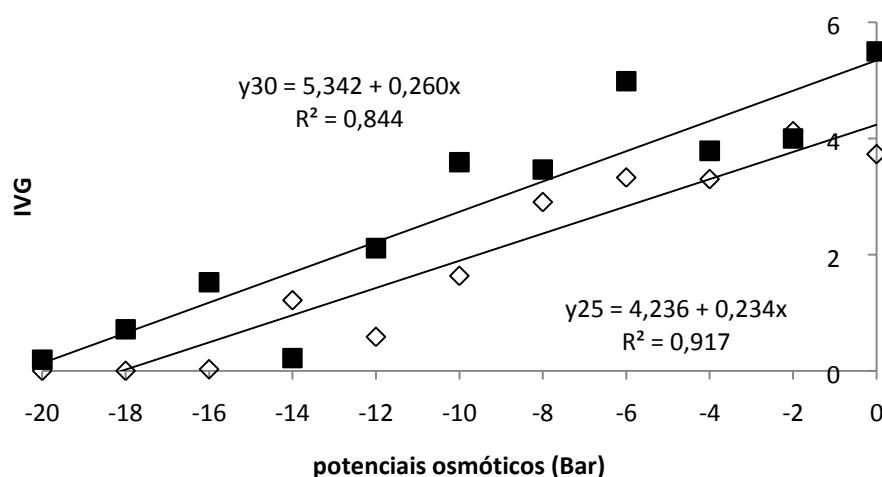


Figura 10. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Sesbania virgata* submetidas ao estresse salino em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).

A salinidade reduziu o comprimento de parte aérea de plântulas de *S. virgata* nas duas temperaturas testadas, sendo na temperatura de 30 °C obtidas plântulas com maior comprimento de parte aérea, sendo as plântulas do grupo controle com maior vigor (9,6 cm) chegando o vigor a ser inibido a partir do potencial osmótico -14. Na temperatura de 25 °C o comprimento de parte aérea das plântulas do grupo controle foi de 7,9 cm, com o vigor sendo nulo a partir do potencial osmótico -16 (Figura 11A).

Semelhante aos resultados encontrados para comprimento de parte aérea de plântulas submetidas ao estresse hídrico, obteve-se os mesmos valores para essa variável em ambas as temperaturas testadas, 7,9 e 9,6 cm nas temperaturas de 25 e 30 °C, respectivamente, diferindo apenas quanto à tolerância alta das plântulas ao estresse salino em relação ao estresse hídrico, caracterizando este uma barreira para a germinação e o vigor das sementes de *Sesbania virgata*.

A salinidade tanto inibiu quanto retardou o crescimento dos caules das plântulas de *Vigna unguiculata* estressadas, sendo esta inibição mais visível nos estádios iniciais de desenvolvimento (radícula maior que 5cm, cotilédones fora do papel, hipocótilo curvo e folhas cotiledonares não abertas) (SUDÉRIO et al., 2011).

O comprimento de raiz de plântulas foi afetado pelos diferentes potenciais de estresse salino e temperaturas (Figura 11B), com decréscimo à medida que os potenciais se tornaram mais negativos nas temperaturas testadas. Na temperatura de 30 °C observa-se que as plântulas estavam com maior comprimento de raiz em todos os potenciais osmóticos em relação àquelas que foram submetidas à temperatura de 25 °C. No tratamento controle as plântulas mediram 7,4 e 7,9 cm, nas temperaturas de 25 e 30 °C, respectivamente, mas houve redução drástica no vigor das plântulas a partir do potencial -10, sendo mais acentuado na temperatura de 25 °C.

O aumento do teor de sais no substrato provoca redução do potencial hídrico, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes, com influência direta na germinação e no desenvolvimento das plântulas (REBOUÇAS et al., 1989), de forma que um estresse salino extremo acarreta nanismo e inibição no crescimento das raízes (LARCHER, 2000).

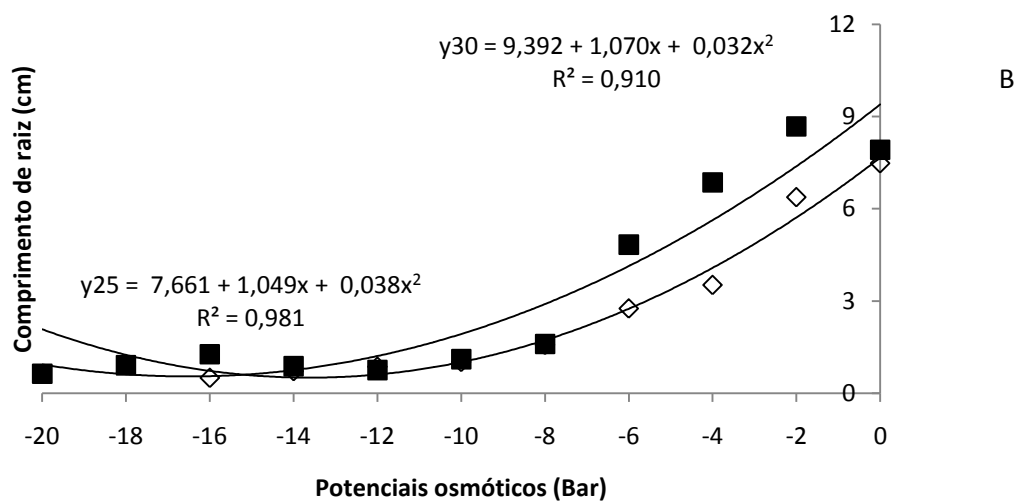
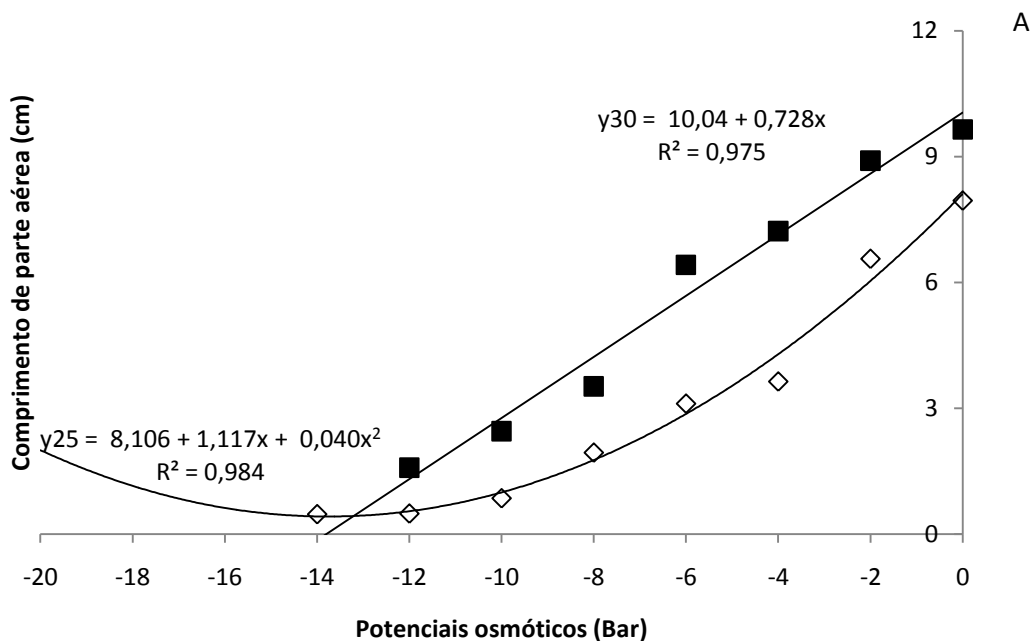


Figura 11. Comprimento da parte aérea (A) e de raiz (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).

Quanto à massa seca da parte aérea de plântulas de *S.virgata* (Figura 12 A) houve aumento progressivo em ambas as temperaturas, demonstrado por uma tendência quadrática negativa, ressaltando que na temperatura de 25°C observou-se o maior conteúdo de massa seca de parte aérea na testemunha (31,9 mg) e, nos demais potenciais osmóticos, com exceção de -18 e -20. Nas plântulas de *Physalis angulata* L. Souza et al. (2011b) constataram diminuição progressiva da massa seca daquelas oriundas de sementes osmocondicionadas e não, à medida que ocorreu aumento na concentração das soluções salinas.

Com relação à massa seca das raízes (Figura 12B), apenas a temperatura de 25°C se ajustou ao modelo de regressão quadrático, enquanto na temperatura de 30°C o valor médio foi de 3,6 mg. O maior peso de massa seca (5,0 mg) foi obtido nas plântulas oriundas de sementes do grupo controle, a partir daí houve redução até o potencial osmótico -10.

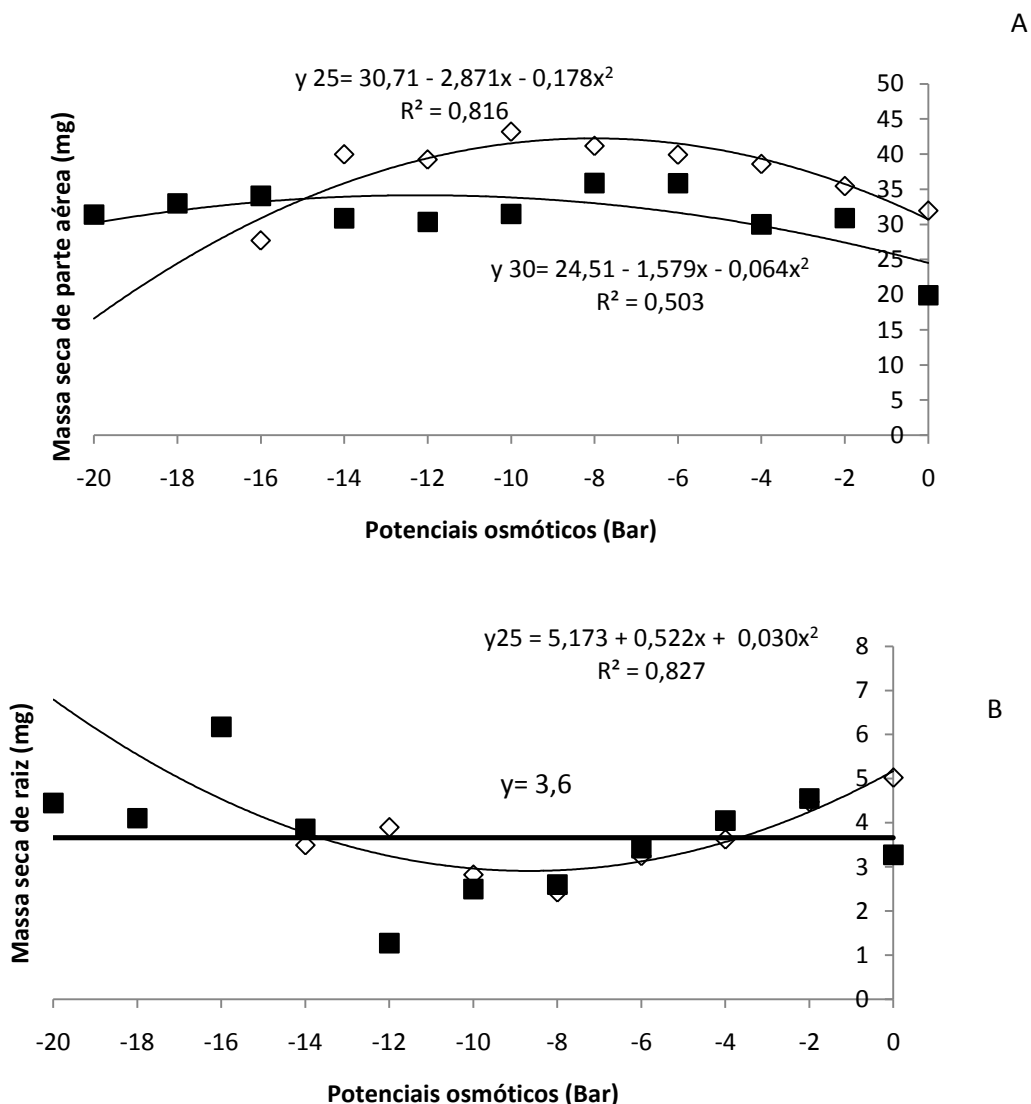


Figura 12. Massa da matéria seca da parte aérea (A) e das raízes (B) de plântulas de *Sesbania virgata* oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em dois regimes de temperatura (T30°C■ e T25°C◇).

Pelos resultados, constata-se que para todas as variáveis analisadas nas temperaturas de 25 e 30°C houve desempenho mais satisfatório com o aumento do estresse salino em *S.virgata*, ou seja, a espécie possui maior plasticidade quanto ao estresse salino em relação ao estresse hídrico.

Entretanto, plântulas são mais intolerantes à salinidade em relação às plantas adultas e a salinidade próxima à superfície do solo é mais prejudicial ao desenvolvimento das plântulas que à salinidade em solos profundos (ou em

profundidade), o que prejudica a revegetação de locais salinos ou alcalinos, devido à dificuldade do estabelecimento das plântulas (HANSLIN e EGGEN, 2005).

Portanto, a tolerância ao estresse salino constitui uma importante característica fisiológica desenvolvida por muitas espécies, como forma de superar as barreiras ambientais e dessa forma facilitar seu estabelecimento nos mais variados habitats. Pisek et al. (2004) afirmaram que a capacidade de germinação em ampla diversidade de condições aumenta as chances de estabelecimento e invasão; tal fato foi observado na presente pesquisa com a referida espécie invasora.

4. CONCLUSÕES

A temperatura de 30°C é adequada para realização da germinação e vigor de sementes de *Sesbania virgata*;

A germinação e o vigor das sementes de *Sesbania virgata* decresceram com a diminuição do potencial osmótico da água provocada pela salinidade, mesmo assim há uma tolerância ao estresse salino;

O estresse osmótico induzido por polietilenoglicol (PEG - 6000) é agressivo e potenciais osmóticos mais baixos (-6) são limitantes para a germinação desta espécie indicando que ambientes com baixa disponibilidade de água constituem barreiras à expansão de *Sesbania virgata*;

A tolerância ao estresse salino nas sementes de *Sesbania virgata* foi alta, o conhecimento desse fator, salinidade, influenciando na germinação das sementes representa uma importante ferramenta na interpretação do comportamento ecológico do táxon invasor em hábitat natural.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRA, P.F.M. **Invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) no semiárido paraibano: uma abordagem voltada para ecofisiologia de sementes.** 2010. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
- ANDRADE, L.A. Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: impactos nos ecossistemas locais. In: MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P. (Org). **Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética.** Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006. 752p.
- ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ALVES, A.S. Algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC.: impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v.6, n.2, p.61-67, 2008.
- ANTUNES, C.G.C.; PELACANI, C.R.; RIBEIRO, R.C.; SOUZA, J.V.; SOUZA, C.L.M.; CASTRO, R.D. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catungueira) submetidas à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.5, p.1007-1015, 2011.
- ASHRAF, M.; FOOLAD, M.R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v.59, n.2, p.206-216, 2007.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**, Baltimore, v.75, n.2, p.286-305, 1988.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.** London: Academic Press, 1998. 666p.
- BETONI, R.; SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de mutambo (*Guazuma ulmifolia* LAM.) (STERCULIACEAE). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.605-616, 2011.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUEZ, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (ed.). **Sementes florestais tropicais.** Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.209-222.

DANTAS, C.V.S.; SILVA, I.B.; PEREIRA, G.M.; MAIA, J.M.; LIMA, J.P.M.S.; MACEDO, C.E.C. Influência da salinidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p.574-582, 2011.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A.A.; GUIMARÃES, R.M.; LARA, T.S.; CUSTÓDIO, T.N.; CHAVES, I.S. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.1362-1368, 2011.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.903-909, 2004.

FERREIRA, A.G.; CASSOL, B.; ROSA, S.G.T.; SILVEIRA, T.S.; STIVAL, A.L. e SILVA, A.A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 15, n.2,p. 231-242, 2001.

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

GONÇALVES, A.N. Fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento de árvores em regiões áridas e semi-áridas do Nordeste Brasileiro. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.3, n.10, p.99-105, 1982.

HASLIN, H.M.; EGGER, T. Salinity tolerance during germination of seashore halophytes and salt-tolerant grass cultivars. **Seed Science Research**, Cambridge University Press, v.15, n.1, p.43-45, 2005.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2004. 452p.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983. 174p.

LAMARCA, E.V.; SILVA, C.V.; BARBEDO, C.J. Limites térmicos para a germinação em função da origem de sementes de espécies de *Eugenia* (Myrtaceae) nativas do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.25, n.2, p.293-300, 2011.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. de C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LIMA, C.R.; PACHECO, M.V.; BRUNO, R.L.A.; FERRARI, C.S.; BRAGA JÚNIOR, J.M.; BEZERRA, A.K.D. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* (TUL.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.2, p.216-222, 2011.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madson, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MALUF, A. M.; MARTINS, P.S. Germinação de sementes de *Amaranthus hybridus* L. e *Amaranthus viridis* L. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.51, n.3, p.417-425, 1991.

MASETTO, T.E.; QUADROS, J.B.; RIBEIRO, D.M.; REZENDE, R.K.S.; SCALON, S.P.Q. Potencial hídrico do substrato e teor de água das sementes na germinação do crambe. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p.511-519, 2011.

METIVIER, J. R. Dormência e germinação. In: FERRI, M. G. (Coord). **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: EPU, 1986. p.343-392.

MOTERLE, L.M.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; RODOVALHO, M.A.; BARRETO, R.R. Influência do estresse hídrico sobre o desempenho fisiológico de sementes de híbridos simples de milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p.1810-1817, 2008.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review Plant Biology**, Palo Alto, v.59, p.651-681, 2008.

PEREZ, S.C.J.G.A. Envoltórios. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.125-134.

PIŠEK, P.; RICHARDSON, D.M.; REJMANEK, M.; WEBSTER, G.; WILLIAMSON, M.; KIRSCHNER, J. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. **Taxon**, v.53, n.1, p.131-143, 2004.

POTOMATI, A.; BUCKERIDGE, M.S. Effect of abscisic acid on the mobilisation of galactomannan and embryo development of *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Leguminosae-Faboideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.3, p.303-310, 2002.

REBOUÇAS, M.A.; FAÇANHA, J.G.V.; FERREIRA, L.G.R; PRISCO, J.T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.1, n.1, p.79-85, 1989.

RIBEIRO, J.S.; LIMA, A.B.; CUNHA, P.C.; WILLADINO, L.; CAMARA, T.R. O estresse abiótico em regiões semi-áridas: Respostas metabólicas das plantas. In: MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P. **Biodiversidade, potencial econômico e**

processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. Recife: COMUNIGRAF, v.1, 2008, p.249-276.

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

SOUSA, M.P.; BRAGA L.F.; BRAGA, J.F.; DELACHIAVE, M.E.A. Estresses hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.33-38, 2008.

SOUZA, V.C.; AGRA, P.F.M.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, I.G.; OLIVEIRA, L.S. Germinação de sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. sob efeito de luz, temperatura e superação de dormência. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.889-894, 2010.

SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; BEZERRA, F.T.C.; FABRICANTE, J.R.; FEITOSA, R.C. Avaliação populacional de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae Lindl.), nas margens do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.2, p.314-320, 2011a.

SOUZA, M.O.; SOUZA, C.L.M.; PELACANI, C.R. Germinação de sementes osmocondicionadas e não osmocondicionadas e crescimento inicial de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) em ambientes salinos. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.25, n.1, p.105-112, 2011b.

SUDÉRIO, F.B.; BARBOSA, G.K.C.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O estresse salino retarda o desenvolvimento morfofisiológico e a ativação de galactosidases de parede celular em caules de *Vigna unguiculata*. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.25, n.1, p.17-24, 2011.

VELTEN, S.B.; GARCIA, Q.S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.19, n.4, p.753-761, 2005.

VIEIRA, B.C.; OLIVEIRA, S.M.S; SILVEIRA, F.A.O. Efeito da luz e escarificação na germinação de *Sesbania virgata* (Fabaceae) sob condições artificiais de armazenamento. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu-MG. Anais. Caxambu-MG: SBE, 2007. p.1-2.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, 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.

**OCORRÊNCIA DE *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. COMO ESPÉCIE INVASORA NAS
MARGENS DO RIO PARAÍBA, PB**

SOUZA, V.C. Ocorrência de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. Como Espécie Invasora nas Margens do Rio Paraíba.

RESUMO

A espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae), é um táxon pioneiro e semi-perene, invasora de diversos nichos da Savana Estépica e ecossistemas associados, particularmente em matas ciliares, onde é capaz de suprimir a regeneração natural das espécies autóctones e formar maciços populacionais significativos. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo e da regeneração natural em três áreas invadidas por *S. virgata* as margens do rio Paraíba, nos municípios de Natuba, Salgado de São Félix e Itabaiana- PB. Foram alocadas 10 parcelas de 10 x 10 m, em cada área de estudo, totalizando 3000 m² de área amostral e levantados todos os indivíduos regenerantes e adultos no interior das referidas unidades amostrais, os quais tiveram aferidos sua altura e DNS (diâmetro no nível do solo). Foram considerados regenerantes todos os indivíduos que apresentavam DNS < 3 cm, independentemente da altura. Para a avaliação da estrutura foram calculados a área basal e os valores relativos e absolutos de frequência, densidade, dominância, valor de importância e diversidade. As áreas estudadas são monodominadas por *S. virgata*, a qual apresenta comportamento bastante agressivo. A espécie apresentou altas densidades em mata ciliar do Rio Paraíba, características dissonantes de espécies da Caatinga, revelando seu caráter invasor nos ambientes estudados.

Palavras-chaves: mata ciliar, invasão biológica, Savana Estépica.

SOUZA, V.C. Ocorrence of *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. as Invasive Species in the Paraíba River Margin

ABSTRACT

Sesbania virgata (Cav.) Pers. (Fabaceae), is a pioneer and semi perennial taxon invasive in several savannah steppe niches and associated ecosystems, particularly in riparian, where it is able to supress native species natural regeneration and to form significant massive population. The objective of this research was to evaluate the structure of the shrub-tree stratum and of natural regeneration in three areas invaded by *S. virgata*, as follows: the Paraíba river margin in Natuba, Salgado de São Félix and Itabaiana counties, State of Paraíba. Ten 10 m x 10 m, plots were laid out in each study area, totaling 3.000m² of sampling area where all sapling and adult individuals were surveyed and their height and diameter at ground level were measured. All individuals with diameter at gound level <3cm were considered as sapling. Structure was evaluated by computation of relative and absolute values of Frequency, Density, Dominance, Importance Values and Diversity. The study areas are monodominated by *S. virgata*, which shows a very aggressive behavior in the environments studied. *S. virgata* had high densities in Paraíba river riparian, these característics are dissonants from the Caatinga species, showing its invasive character in the environments studied.

Key - words: Riparian, biological invasion, savannah steppe.

1. INTRODUÇÃO

A região tropical em que está inserida a maior parte da biodiversidade global vem sofrendo diferentes formas de intervenções humanas, tais como, desmatamento, queimadas, caça, introdução de espécies exóticas, entre outros (RANGEL e NASCIMENTO, 2011).

Levantamentos florísticos e fitossociológicos são extremamente importantes para o entendimento e conhecimento dos ecossistemas, assim como a identidade das espécies e o comportamento das mesmas em comunidades vegetais (MARANGON et al., 2007).

As invasões biológicas são consideradas como a segunda maior ameaça à biodiversidade ambiental, perdendo apenas para a destruição de habitats pela exploração humana direta (INSTITUTO HORUS, 2008). Atualmente, há 117 espécies de espécies vegetais exóticas reconhecidas como estabelecidas com potencial invasor ou já consideradas invasoras no Brasil, e um número desconhecido de plantas introduzidas (ZENNI e ZILLER, 2011).

Neste sentido, o termo contaminação biológica refere-se aos danos causados por espécies que não fazem parte, naturalmente, de um dado ecossistema, mas que se naturalizam, passam a se dispersar e provocam mudanças em seu funcionamento, não permitindo sua recuperação natural (ZILLER, 2001).

A espécie *Sesbania virgata*, da família Fabaceae, com ocorrência natural na América do Sul, nativa ou espontânea de vários pontos do Brasil, principalmente em vegetações ciliares pioneiras, nas regiões Centro-Oeste e Sudeste (CARPANEZZI e FOWLER, 1997; BRAGGIO et al., 2002), ocorre principalmente em áreas do Cerrado e da Mata Atlântica. Desenvolve-se em campos alagáveis, solos arenosos ou argilosos (BRAGGIO et al., 2002) e possui potencial para a revegetação de áreas degradadas (CHAVES et al., 2003).

O táxon estudado se apresenta como invasora na caatinga e ecossistemas associados, particularmente em matas ciliares, onde é capaz de suprimir a regeneração natural das espécies vegetais nativas e formar maciços populacionais dominantes (ANDRADE, 2006) e sua ocorrência em nichos da caatinga é relativamente recente, remontando há menos de três décadas (SOUZA et al., 2011).

Os sítios preferenciais invadidos por *Sesbania virgata* constituem áreas de relevante interesse social e ambiental para a caatinga, as matas ciliares, ambientes

legalmente enquadrados como Áreas de Preservação Permanente e de extrema importância ecológica, quer seja por desempenharem funções ambientais estratégicas, ou por deterem elevado grau de endemismo e apresentarem biodiversidade potencialmente maior quando comparada com as adjacências (ANDRADE et al., 2011).

Os impactos da invasora *Prosopis juliflora* na caatinga foram estudados por Andrade et al. (2008) que constataram redução significativa do número de espécies autóctones, da abundância de indivíduos, assim como da viabilidade das populações nativas, o que já pode estar acontecendo também nas áreas invadidas por *Sesbania virgata*.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo analisar a estrutura populacional de *Sesbania virgata* e a diversidade das comunidades invadidas em um trecho do Rio Paraíba nos municípios de Natuba, Salgado de São Félix e Itabaiana na Paraíba, com vistas a avaliar os impactos da referida invasora sobre as espécies autóctones da mata ciliar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição Geral da Área

A pesquisa foi realizada em um trecho do Rio Paraíba compreendendo parte dos municípios de Natuba, Salgado de São Félix e Itabaiana, Paraíba, com expressiva ocorrência de *Sesbania virgata*. A coleta de dados compreendeu os meses de setembro e outubro de 2010.

2.1.1. Área I - Margem Direita do Rio Paraíba (Município de Natuba, PB)

A área estudada situa-se à jusante da represa Argemiro de Figueiredo (Açude de Acauã), município de Natuba, PB nas coordenadas geográficas de 07°26'13,19567"S e 35°32'41,86110" W e altitude de 91,95 metros. O trecho do rio onde se fez o levantamento (Figura 1) é composto por mata ciliar nos domínios de Savana Estépica. O clima da região segundo a classificação de Köppen-Geiger é o BSh (Semiárido quente), com temperatura média anual em torno de 26°C e precipitação média de 600 a 800 mm. Os solos predominantes são os Litólicos Eutróficos (EMBRAPA, 1972).

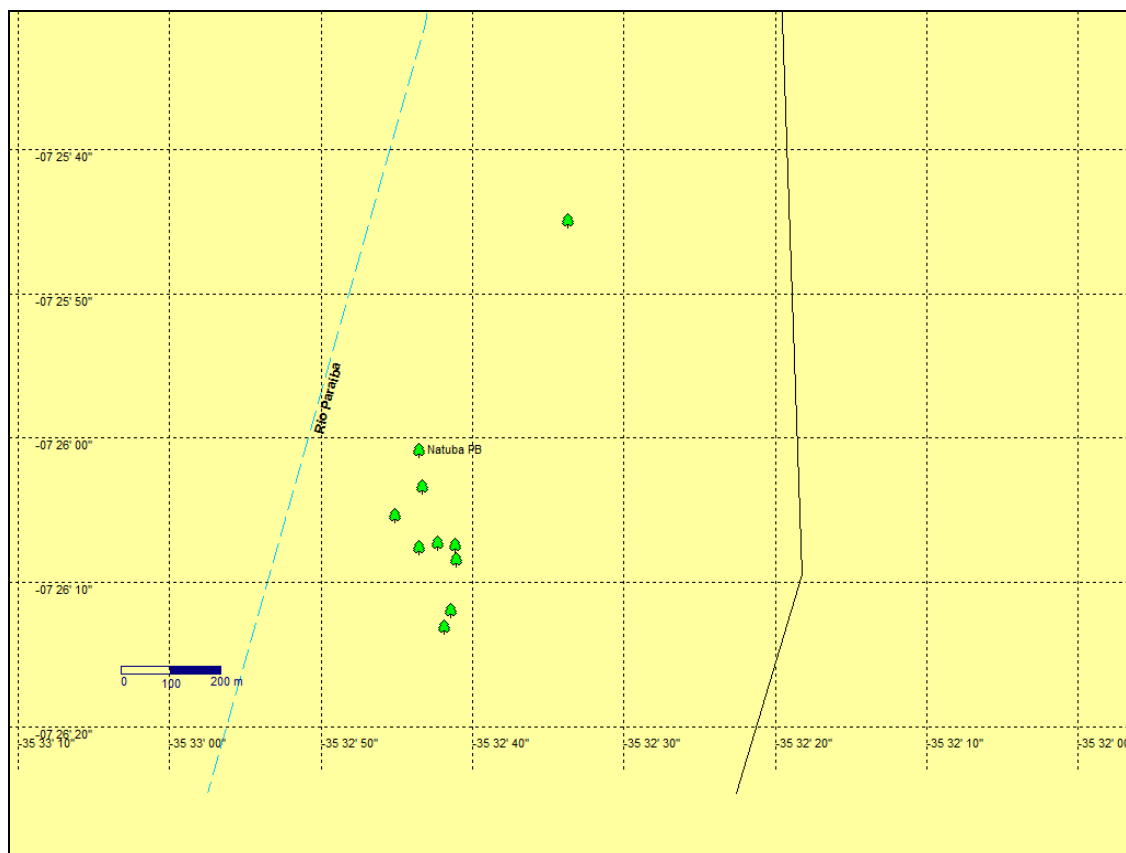


Figura 1. Disposição das parcelas em trecho no Rio Paraíba, município de Natuba, PB.

2.1.2.Área II - Margem Esquerda do Rio Paraíba (Município de Salgado de São Félix, PB)

A área selecionada está localizada no município de Salgado de São Félix, nas coordenadas geográficas de 07°21'34,75711" S e 35°27'44,45" W e altitude de 57,564m (Figura 2) sendo o município área de transição entre o bioma Caatinga e a Mata Atlântica, com área de 202 km² (IBGE, 2011). O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger é o BSh (Semiárido quente), com temperatura média anual em torno de 26°C e precipitação média de 600 a 800 mm.

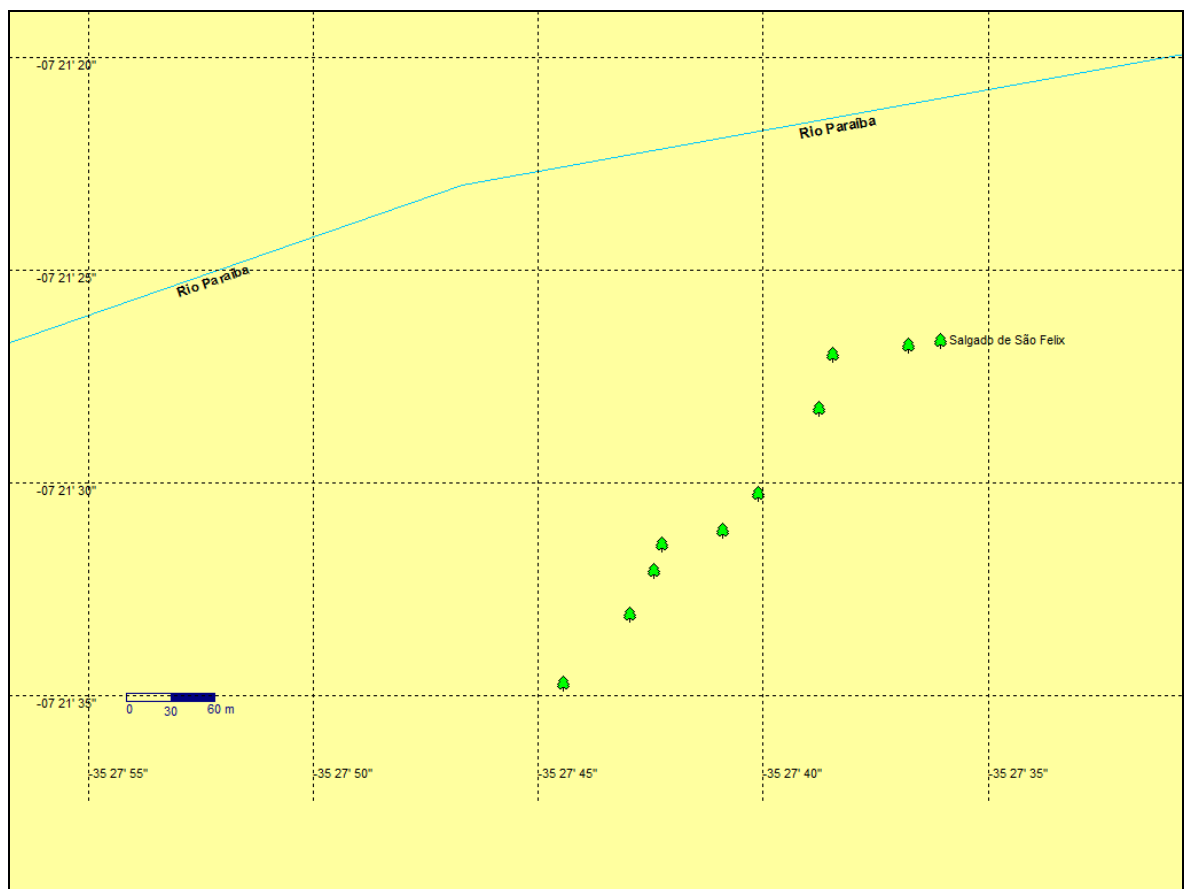


Figura 2. Disposição das parcelas em trecho no Rio Paraíba, município de Salgado de São Félix-PB.

2.1.3.Área III – Margens Direita e Esquerda do Rio Paraíba (Município de Itabaiana, PB)

A área selecionada situa-se no município de Itabaiana-PB, nas coordenadas geográficas de 07°19'11,81" S e 35°19'50,62" W e altitude de 55,862 m (Figura 3), sendo o município área de transição entre o bioma Caatinga e a Mata Atlântica, com

área de 219 km² (IBGE, 2011). O clima da região segundo a classificação de Köppen-Geiger é o BSh (Semiárido quente), com temperatura média anual em torno de 26°C e precipitação média de 600 a 800 mm.

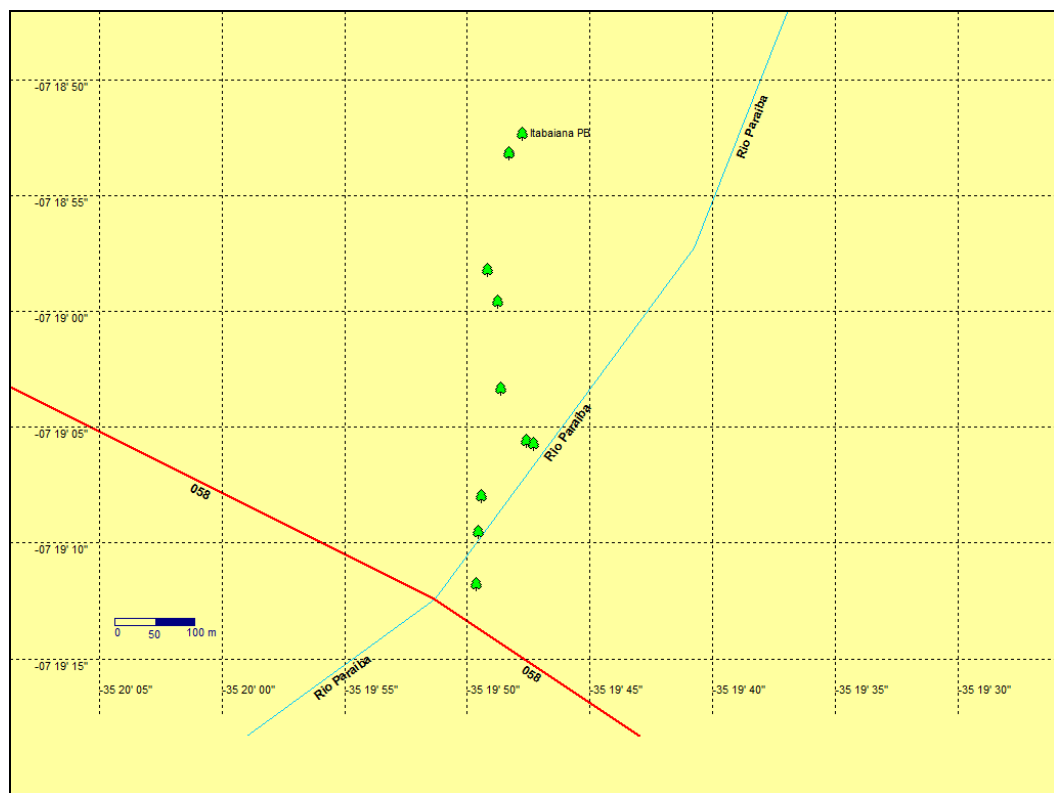


Figura 3. Disposição das parcelas em trecho no Rio Paraíba, município de Itabaiana-PB.

As características químicas, físicas e de fertilidade dos solos das áreas estudadas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas de amostras de solos coletadas nas três áreas de estudo, Natuba-PB, Salgado de São Félix-PB e Itabaiana-PB

Variáveis	Unidades	Locais		
		Natuba	Salgado de São Félix	Itabaiana
M.O	g/kg	3,0	3,0	3,62
pH	-	7,48	8,0	7,30
P	mg/dm ³	154,46	116,82	223,93
K	mg/dm ³	69,0	47,46	66,84
Ca	cmol _d /dm ³	1,95	1,70	2,15
Mg	cmol _d /dm ³	1,20	1,35	1,30
H + Al	cmol _d /dm ³	0,00	0,00	0,00
Na	cmol _d /dm ³	0,21	0,16	0,21
Al	cmol _d /dm ³	0,00	0,00	0,00
C.E.		1,95	2,15	2,36
Areia grossa	g/kg	739	806	600
Areia fina	g/kg	211	168	352
Silte	g/kg	50	26	48
Textura		Arenosa	Arenosa	Arenosa

2.2. Estrutura das Populações

No levantamento estrutural foi utilizado o método de parcelas (KENT e COKER, 1999). Em cada área foram instaladas 10 parcelas de 10 m x 10 m, totalizando 3.000 m² de área amostral. Todos os indivíduos da espécie alvo do estudo e da comunidade arbustivo-arbórea inseridos no interior das unidades amostrais foram amostrados, tendo sido mensurados o diâmetro à altura do solo (DAS) e altura total, por meio de suta dendrométrica e vara telescópica graduada, respectivamente. Com GPS (Garmin® - Legend HCx) foi coletado um ponto de georreferenciamento em cada parcela. Foram amostrados os indivíduos adultos, sendo ponderados os que possuíam (DAS) maior que 3 cm e regenerantes todos os indivíduos que apresentaram DNS inferior a 3 cm, independente da altura .

No presente trabalho os indivíduos foram enquadrados em dois estádios ontogenéticos: adultos e regenerantes.

Para a avaliação da estrutura dos adultos foram calculados a área basal e os valores relativos e absolutos de Frequência, Densidade, Dominância, o Valor de Cobertura (VC) e o Valor de Importância (VI) (BROWN-BLANQUET, 1950; MÜLLER-DOMBOIS e ELLEMBERG, 1974). Calculou-se para cada área, o Índice de Diversidade de Shannon (H') (SHANNON e WEAVER, 1949; RICKLEFS, 1996) e da equabilidade, pelo Índice de Pielou (E) (ODUM, 1988), cujas fórmulas são:

a) Densidades absoluta (DA) e Relativa (DR)

$$DA_i = \frac{n_i}{A}$$

$$DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1} DA} \times 100$$

Em que:

DA_i = densidade absoluta

n_i = número total de indivíduos amostrados de cada espécie

A = área amostrada em hectare

DR_i = densidade relativa (%)

∑ DA = soma de todas as densidades absolutas.

b) Frequências Absoluta (FA) e Relativa (FR)

$$FA_i = \frac{Nu_i}{NUT} \times 100$$

$$FR_i = \frac{FA}{\sum FA} \times 100$$

Em que:

FA_i = frequência absoluta

NU_i = número de unidades amostrais com presença da espécie

NUT = número total de unidades amostrais

FR_i = frequência relativa

$\sum FA$ = soma de todas as frequências absolutas

c) Dominâncias Absoluta (DoA) e Relativa (DoR)

$$DoA_i = \frac{\sum g}{ha}$$

$$DoR_i = \frac{DoA_i}{\sum DoA_i \times 100}$$

Em que:

DoA_i = dominância absoluta em m^2/ha

g = área seccional de cada espécie

ha = hectare

DoR_i = dominância relativa (%)

d) Valor de Importância (VI)

$$VI = DR + DoR + FR$$

Em que:

VI_i = valor de importância

DR_i = densidade relativa

DoR_i = dominância relativa

FR_i = frequência relativa

e) Valor de Cobertura (VC)

$$VC = DR + DoR$$

Em que:

VC_i = valor de cobertura

DR_i = densidade relativa

DoR_i = dominância relativa

f) *Índice de diversidade de Shannon (H')*

A fórmula do índice de diversidade tem parâmetros que determinam não só a quantidade de indivíduos por espécie, mas, principalmente, a quantidade de espécies, caracterizando, assim, a dimensão da biodiversidade.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

p_i = abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie (n_s) pelo número total dos indivíduos na comunidade (N): (n_s/N).

S = número de espécies, chamado também de riqueza.

g) Análise de Similaridade

Para avaliar a similaridade utilizou-se análise multivariada (ACP) visando estabelecer comparações entre as comunidades, podendo inferir sobre semelhanças ou distâncias entre duas ou mais tipologias.

Para a regeneração natural foram utilizados os descritores Frequência, Densidade, Classes de Tamanho da Regeneração Natural nas suas formas absolutas e relativas. Os regenerantes foram divididos em quatro categorias: Classe I – indivíduos com altura

> 0,10 e < 0,30m; Classe II – indivíduos com altura > 0,30 e < 1,50m; Classe III – indivíduos com altura 1,5 e < 3,0m e Classe IV – indivíduos com altura > 3,0m e DAS < 3 cm.

A identificação das espécies em campo foi realizada com auxílio de um mateiro, que contribuiu com a identificação do nome popular e a identificação do material botânico foi realizada no Herbário Jaime Coelho de Moraes do CCA/UFPB, Areia-PB. O sistema de classificação adotado para o táxon estudado foi o Grupo Filogenético das Angiospermas III (*Angiosperm Phylogeny Group-APGIII*) (APG III, 2009).

Análises Estatísticas

Foi realizada a análise de coordenadas principais e componentes principais, entre as áreas e as espécies, visando detectar os principais padrões de distribuição, similaridade e ocorrência das espécies. Esta análise é uma técnica de ordenação da estatística multivariada que produz um conjunto de eixos ortogonais cuja importância é medida por autovalores que são extraídos de uma matriz de similaridades ou de distância. A coordenada de cada objeto ao longo do eixo ou escore torna possível representar os eixos em plano cartesiano para representar relações multivariadas. A principal vantagem é que esta técnica pode ser aplicada quando as relações entre as variáveis não são lineares (PRADO, 2002; BORCARD et al., 2011).

Foi realizada a análise de componentes principais (ACP) e de coordenadas principais das espécies nas três localidades estudadas utilizando-se o software MVSP 3.1© Demo (MVSP/PLUS, 1998). As análises estruturais foram feitas utilizando-se o *Software Mata Nativa*® 2 (CIENITEC, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estrutura da Área I – Margem Direita do Rio Paraíba, Natuba – PB

Foram amostrados 551 indivíduos em 1.000 m² de área amostral, o que equivale a uma densidade absoluta de 5.510 indivíduos ha⁻¹. Do total de indivíduos amostrados, 391 são pertencentes ao estrato arbóreo-arbustivo e 160 à regeneração natural, sendo que 502 indivíduos eram da espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers pertencentes aos dois estádios ontogenéticos.

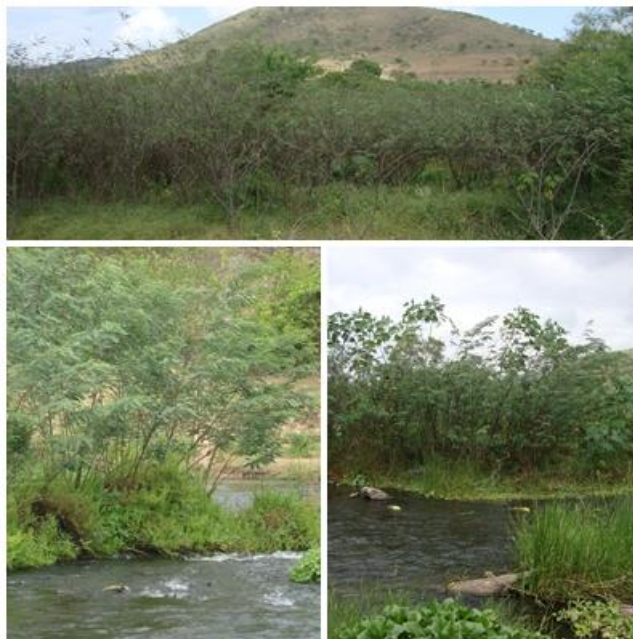


Figura 4. Ocorrência de *Sesbania virgata* nas margens do Rio Paraíba, Natuba-PB, 2010.

Do total de indivíduos (391) amostrados pertencentes ao estrato arbóreo-arbustivo, 370 eram da espécie invasora *Sesbania virgata*, 6 da espécie *Parkinsonia aculeata*, 6 da espécie *Geoffroea spinosa*, 6 da espécie *Prosopis juliflora* e 3 da espécie *Tabebuia aurea* Benth. e Hook (Tabela 2).

Tabela 2- Parâmetros quantitativos e estruturais do estrato arbustivo-arbóreo da margem do Rio Paraíba em Natuba, PB (Área I). N= número de indivíduos; DR= densidade relativa (%); FR= frequência relativa (%); DoR= dominância relativa e VI= Valor de importância.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	370	3700	94.63	100	47.62	7.278	94.06	236.30
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	6	60	1.53	40	19.05	0.084	1.09	21.762
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	6	60	1.53	30	14.29	0.188	2.43	18.388
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	6	60	1.53	20	9.52	0.128	1.66	11.995
<i>Tabebuia aurea</i> Benth. e Hook.	3	30	0.77	20	9.52	0.059	0.76	11.231
Total	391	3910	100	210	100	7.738	100	300.000

Quanto à densidade, constatou-se que *S.virgata* predomina sobre as demais espécies, para estas foram encontradas densidades absoluta e relativa muito baixas com ocorrências esporádicas no local estudado, diferentemente do táxon invasor, que apresentou valores muito altos de DoA (7.278) e DoR (94.06%) ocorrendo monodominância da espécie no ambiente estudado nos dois estádios ontogenéticos.

S. virgata apresentou maiores valores de frequência absoluta de 100% (Tabela 2) na Área I, indicando uma distribuição homogênea por toda área invadida, constatando-se também que a espécie mostrou-se como a mais abundante (5.510 indivíduos ha⁻¹) e dominante nesta área de estudo e em levantamento fitossociológico realizado por Souza et al. (2011) no mesmo local no ano de 2009 tendo sido amostrado 289 indivíduos com idade de no máximo 6 meses.

Fabricante (2010) realizando a caracterização estrutural de *Parkinsonia aculeata* L., também invasora de áreas de matas ciliares na Paraíba, inventariou 1.804 indivíduos nas três áreas estudadas (Sossego, Juazeirinho e Gurinhém-PB) constatando o caráter invasor e oportunista do táxon no contexto estudado.

Portanto, fica evidente os efeitos da invasão de *S.virgata* quando se analisa a estrutura das comunidades do estrato arbustivo – arbóreo.

Com relação ao Valor de Importância (VI), *S.virgata* destacou-se quanto à esse parâmetro (Tabela 2) apresentando maior valor de 236,30, seguida da espécie *P.aculeata* (21,76) que é outra invasora apresentando valor bem inferior ao táxon estudado, o que revela maior adaptação da invasora, com conseqüente agravamento dos impactos sobre a flora autóctone. Pegado et al. (2006); Andrade et al. (2009) constataram valores elevados de VI (212,27 e 245,22) em áreas invadidas por *Prosopis juliflora*, valores altos quanto a esse parâmetro para uma única espécie

demonstra o desequilíbrio estabelecido pela invasora no ecossistema, o que deve estar ocorrendo na área de estudo por *Sesbania virgata*.

Corroborando Parker et al. (1999), a redução na importância das espécies nativas em remanescentes é um dos principais reflexos dos processos de invasão biológica, pois interfere na resiliência dos ecossistemas ganhando cada vez mais importância nas áreas invadidas.

De acordo com Ziller (2000); Ziller e Zalba (2007), as espécies invasoras caracterizam-se por apresentar uma grande facilidade de adaptação aos ambientes onde são introduzidas, passando a competir severamente com as espécies nativas e excluindo-as com certa facilidade.

Quanto à regeneração natural, no ambiente invadido da Área I (Tabela 3), foram identificadas nove espécies, sendo que *Sesbania virgata* apresentou o maior número de indivíduos (132) e a maior regeneração natural (73,52%). A espécie exótica foi responsável por 100% da frequência absoluta confirmando o seu comportamento invasor nos dois estádios analisados. As demais espécies presentes neste ambiente estudado somaram apenas 26,48% da regeneração natural, o que foi constatado também por Andrade et al. (2009) em trabalho realizado na caatinga estudando a invasão biológica por *Prosopis juliflora*.

Tabela 3 - Parâmetros estruturais da regeneração natural da margem do Rio Paraíba em Natuba, PB (Área I). N= número de indivíduos; FA= frequência absoluta; FR= frequência relativa (%), DA= densidade absoluta; DR= densidade relativa (%); CAT= classe absoluta de tamanho; CRT= classe relativa de tamanho e RNR= regeneração natural.

Espécie	N	FA	FR	DA	DR	CAT	CRT	RNR
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	132	100	47,6	1320	82,5	94,50	90,44	73,52
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	14	40	19,0	140	8,75	3,84	3,68	10,49
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	5	10	4,76	50	3,13	1,41	1,35	3,08
<i>Tabebuia aurea</i> Benth.e Hook	2	10	4,76	20	1,25	1,56	1,49	2,50
<i>Ricinus communis</i> L.	3	10	4,76	30	1,88	0,62	0,59	2,41
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	1	10	4,76	10	0,63	0,21	0,20	1,86
<i>Jatropha molissima</i> (Pohl) Baill	1	10	4,76	10	0,63	0,78	0,75	2,05
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	1	10	4,76	10	0,63	0,78	0,75	2,05
<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	1	10	4,76	10	0,63	0,78	0,75	2,05
Total	160	210	100	1600	100	104,49	100	100

Na área estudada observou-se muitos frutos de *Sesbania virgata* depositados no solo que são dispersados pela água formando um banco de sementes ativo para o surgimento de uma nova população que provavelmente acaba suprimindo o recrutamento de outras espécies, o que justifica o número alto de indivíduos regenerantes (132) de *Sesbania virgata* em relação às demais espécies encontradas na área amostrada.

Em áreas perturbadas com maior grau de perturbação, acredita-se que a espécie tenha regeneração mais expressiva proporcionando a sua colonização. Na área amostrada, verificou-se dificuldade de recrutamento de algumas espécies nativas, por exemplo, a craibeira (*Tabebuia aurea*), que provavelmente pode ser devido ao processo de invasão biológica por *S.virgata* que, conseqüentemente, suprime o recrutamento das espécies nativas.

Para que ocorra regeneração natural são indispensáveis algumas condições, como o cessamento dos processos causadoras da degradação, a existência de fontes de propágulos, dispersores, boas condições microclimáticas e edáficas, ausência de predadores para o estabelecimento e a ocorrência do ciclo de vida completo das plântulas (FARIA et al., 2001).

Diversidade Florística

Com relação ao índice de diversidade (H'), verifica-se valores $H'= 0,28$ e $0,74$, para os indivíduos adultos e regenerantes, respectivamente. Portanto, a diversidade da área é baixa, isto se justifica pelo número de indivíduos na área estudada de *S.virgata*. Pegado et al. (2006), encontraram para a regeneração natural em área de caatinga invadida por *Prosopis juliflora* no município de Monteiro-PB, $H'=$ de $1,14$ e $2,81$ para indivíduos adultos, valores bem superiores ao encontrado no presente trabalho.

Tabela 4. Valores do Índice de Shannon (H') das áreas estudadas. Área I= Natuba-PB, Área II = Salgado de São Félix-PB, Área III = Itabaiana-PB

	Área I		Área II		Área III	
	Adulto	Regenerante	Adulto	Regenerante	Adulto	Regenerante
H'	0,28	0,74	0,05	0,10	0,41	1,15

Portanto, evidencia-se que a presença de *Sesbania virgata* modificou, consideravelmente, a fitodiversidade do ambiente e dentre os fatores associados à baixa diversidade da área, pode-se mencionar a questão da fácil propagação de seus disseminulos por eventuais cheias ocorrentes no rio, e, sobretudo, a grande presença de nicho-vago, deixando o ambiente em condições ambientais favoráveis a uma rápida dispersão da espécie invasora, tornando as espécies autóctones sob desvantagens fitofisiológicas.

A ocorrência da espécie invasora *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em áreas de restinga foi constatada por Rangel e Nascimento (2011), o processo de invasão é potencializado pela eficiência da síndrome dispersiva (anemocoria), mecanismo de regeneração facilitado pelo poder de rebrota e o bom desempenho da espécie em local perturbado.

No ambiente amostrado e em extensos trechos do Rio Paraíba surgem, anualmente, densos maciços populacionais de *Sesbania virgata*, mesmo depois da ocorrência de enchentes (SOUZA et al., 2011) e conforme foi citado por esses autores a dispersão verificada para *S.virgata* é hidrocórica/autocórica e a espécie possui características ecológicas, tais como pioneira, agressiva e com ampla valência para diversos fatores biofísicos.

O sucesso de *S.virgata* como invasora no ambiente estudado, provavelmente esteja ligado a características biológicas da planta, particularidades locais quanto aos sítios preferenciais da espécie no domínio da caatinga que são as matas ciliares, tanto de rios quanto de reservatórios artificiais de água (SOUZA et al., 2011), além de que suas sementes apresentam maior longevidade o que favorece a formação de grandes bancos de sementes (SOUZA et al., 2010).

Estrutura da Área II - Margem Esquerda do Rio Paraíba, Salgado de São Félix-PB

Foram amostrados 720 indivíduos em 1.000 m² de área amostral, o que equivale a uma densidade absoluta de 7.200 indivíduos ha⁻¹. Do total de indivíduos amostrados, 280 são pertencentes ao estrato arbóreo-arbustivo, 278 do táxon invasor, 1 espécie não identificada e 1 da espécie *Solanum paniculatum* L. (Tabela 5) e 440 à regeneração natural, sendo que 711 indivíduos eram da espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers pertencentes aos dois estádios ontogenéticos (Tabelas 5 e 6). Pode-se

observar novamente que a espécie de maior predominância em todos os parâmetros fitossociológicos do ambiente invadido da Área II foi *S.virgata*.

Tabela 5 - Parâmetros quantitativos e estruturais do estrato arbustivo-arbóreo da margem do Rio Paraíba em Salgado de São Félix, PB (Área II). N= número de indivíduos; DR= densidade relativa (%); FR= frequência relativa (%); DoR= dominância relativa e VI= Valor de importância.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.)	278	2780	99,29	100	83,33	5,037	95,05	277,66
Pers.	1	10	0,36	10	8,33	0,254	4,81	13,50
Fabaceae não identificada								
<i>Solanum paniculatum</i> L.	1	10	0,36	10	8,33	0,0075	0,14	8,83
Total	280	2800	100	120	100	5,29	100	300

Esses valores demonstram o poder de competição dessa invasora, observando que as espécies nativas praticamente desapareceram, o que foi constatado por Andrade et al.(2011), em estudos de invasão biológica por *Prosopis juliflora* na caatinga.



Figura 5. Ocorrência de *Sesbania virgata* no Rio Paraíba, Salgado de São Félix-PB, 2010.

A espécie apresentou maiores valores de DoA (5,037) e DoR (95,05%), FA (100%) e FR (83,3%) revelando também monodominância e abundância (7.200 indivíduos ha⁻¹) da espécie na área estudada para os indivíduos adultos e regenerantes.

Com relação ao Valor de Importância (VI), *S.virgata* destacou-se quanto à esse parâmetro apresentando valor excessivamente elevado, 277,66 seguida da espécie não identificada da família Fabaceae (13,50) apresentando valor muito inferior ao táxon estudado. Isso revela o caráter agressivo da espécie estudada, cuja frequência, tamanho e número de indivíduos se sobrepõem ao das demais espécies. Andrade et al. (2011), em áreas invadidas por *Prosopis juliflora* nos municípios de Cuité e Barra de Santa Rosa na Paraíba, registraram valores de VI, respectivamente, de 277,4 e 278,86.

Nesta área, observou-se maior abundância de indivíduos de *S.virgata*, comparando com a Área I, principalmente com relação aos indivíduos regenerantes (Tabela 6), 433 na Área II e 132 na Área I.

Do total de indivíduos (440) amostrados pertencentes à regeneração natural, 433 eram da espécie invasora *S.virgata*, 3 da espécie *Ricinus communis* L., 3 de espécie não identificada e 1 da família Fabaceae não identificada.

Neste ambiente, *S. virgata* apresentou valor de RNR de 89,57% com menor número de espécies convivendo com o táxon invasor, mostrando o caráter pioneiro da espécie no ambiente estudado. Constatou-se neste trecho do Rio Paraíba, Área II, como sendo mais antropizada, pois observa-se menor número de táxons, o que revela maior adaptação da invasora, com conseqüente agravamento dos impactos sobre a flora autóctone tendo em vista que poucas espécies estão presentes na área invadida e com baixo número de indivíduos.

Esses resultados sugerem que *S.virgata* continue dominando o conjunto florístico, já que o comportamento apresentado pela regeneração natural é quem determina as chances de sobrevivência de fundamental importância para a perpetuação do táxon invasor.

Tabela 6 - Parâmetros estruturais da regeneração natural da margem do Rio Paraíba em Salgado de São Félix, PB (Área II). N= número de indivíduos; FA= frequência absoluta; FR= frequência relativa (%), DA= densidade absoluta; DR= densidade relativa (%); CAT= classe absoluta de tamanho; CRT= classe relativa de tamanho e RNR= regeneração natural.

Espécie	N	FA	FR	DA	DR	CAT	CRT	RNR
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	433	100	71,43	4, 290	98,39	142,05	98,88	89,57
<i>Ricinus communis</i> L.	3	20	14,29	30	0,69	0,56	0,39	5,12
Fabaceae 2	3	10	7,14	30	0,69	0,56	0,39	2,74
Fabaceae 3	1	10	7,14	10	0,23	0,49	0,34	2,57
Total	440	140	100	4,360	100	143,66	100	100

Diversidade Florística

Com relação ao índice de diversidade (H'), verifica-se valores $H'= 0,05$ e $0,10$, para os indivíduos adultos e regenerantes, respectivamente. Esses valores registrados na Área II foram muito inferiores àqueles encontrados nas Áreas I e III, e quando comparado a áreas de região isentas de espécies invasoras, é considerado um valor muito baixo, o que pode ser confirmado pela análise de trabalho de invasão por *Prosopis juliflora* no bioma caatinga realizado por Pegado et al. (2006); Andrade et al. (2009, 2010), ratificando o maior impacto da contaminação biológica por *S.virgata* neste trecho do Rio Paraíba, PB. O que torna-se ainda mais preocupante quando se considera a importância das matas ciliares para o equilíbrio dos cursos d'água, tendo em vista que as áreas estudadas são localizadas às margens de rios do semiárido, o que mostra o descaso com a preservação desses ecossistemas (ANDRADE et al., 2011).

Portanto, políticas públicas de interferência visando o estudo do controle dessa planta em trechos invadidos do Rio Paraíba, assim como ações de recuperação da mata ciliar são tão imprescindíveis quanto urgentes.

Estrutura da Área III - Margens do Rio Paraíba, Itabaiana- PB

Foram amostrados 1.337 indivíduos em 1.000 m² de área amostral, o que equivale a uma densidade absoluta de 13.370 indivíduos ha⁻¹. Do total de indivíduos amostrados, 393 são pertencentes ao estrato arbóreo-arbustivo (Tabela 7) e 944 à regeneração natural, sendo que 718 indivíduos eram da espécie *Sesbania virgata* (Cav.) Pers pertencentes aos dois estádios ontogenéticos, o que remete a uma densidade absoluta de 7.180 indivíduos ha⁻¹ evidenciando-se que *S.virgata* predomina sobre as demais espécies.

Do total de indivíduos amostrados (393) pertencentes ao estrato arbóreo-arbustivo, 349 eram da espécie invasora *S.virgata*, 41 da espécie *Jatropha molissima*, e 3 da espécie invasora *Parkinsonia aculeata* (Tabela 7).

Tabela 7 - Parâmetros quantitativos e estruturais do estrato arbustivo-arbóreo da margem do Rio Paraíba em Itabaiana, PB (Área III). N= número de indivíduos; DR= densidade relativa (%); FR= frequência relativa (%); DoR= dominância relativa e VI= Valor de importância.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	349	3,490	88,80	100	62,50	5,809	91,83	243,134
<i>Jatropha molissima</i> (Pohl) Baill	41	410	10,43	40	25	0,442	6,99	42,427
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	3	30	0,76	20	12,50	0,074	1,18	14,439
Total	393	3,930	100	160	100	6,326	100	300,000

Nesta área referente à margem do Rio Paraíba, em Itabaiana-PB observou-se para o táxon estudado que o número de indivíduos (718) e frequência (100% e 62,50%) se sobrepõem ao das demais espécies.



Figura 6. Ocorrência de *Sesbania virgata* na margem do Rio Paraíba, Itabaiana-PB, 2010.

Com relação ao Valor de Importância (VI) as espécies que apresentaram os maiores valores (Tabela 7) foram, respectivamente, *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (243, 134) e *Jatropha molissima* (42,427), esta com valor de VI bem inferior ao do táxon invasor estudado. O valor de importância constitui formas de integração combinadas de valores relativos da densidade, frequência e dominância. Refere-se ao grau de importância que a espécie exerce em determinado ambiente e está diretamente associado ao número de indivíduos, ou seja, quanto maior o número de indivíduos maior será o VI, o que foi observado em todas as áreas estudadas nas margens do Rio Paraíba, a monodominância de populações de *S. virgata*.

Nas Áreas I e III, observou-se a presença de indivíduos adultos e regenerantes também da espécie invasora, *Parkinsonia aculeata*, ressaltando Fabricante (2010) que constatou altas densidades de populações desta espécie na caatinga paraibana ratificando seu caráter invasor e oportunista nesse ecossistema e corroborando, Zenni e Ziller, (2011) que listaram *P. aculeata* como invasora da caatinga. No presente trabalho na área de Natuba, PB, *P. aculeata* apresentou o segundo maior valor de VI (21,76) em se tratando do estrato arbustivo-arbóreo. Outra espécie encontrada nas

Áreas I e III, foi *Jatropha molissima*, que de acordo com Andrade et al.(2010), possui capacidade de se dispersar e se estabelecer em ambientes altamente modificados do bioma caatinga.

O solo dessa área estudada como mostrado na Tabela 1, apresenta boa fertilidade. A densidade total e dos indivíduos do táxon invasor estudado pertencentes aos dois estádios ontogenéticos foi superior à encontrada nas demais áreas. Esses dados revelam a agressividade e dominância de *S.virgata* nas margens do Rio Paraíba, áreas de preservação permanente e de extrema importância ecológica, mas, no entanto, esse ecossistema como foi constatado neste trabalho estão fortemente afetados pela invasão biológica por *S.virgata*.

Das três áreas estudadas, esta apresentou densidade superior às demais áreas, principalmente quanto à regeneração natural (Tabela 8). Entretanto, neste ambiente *S.virgata* apresentou a menor regeneração natural (43,37%) ocorrendo o maior número de espécies convivendo com a invasora (seis) cujo valor de RNR foi de 56,63%.

Do total de indivíduos amostrados (944) pertencentes à regeneração natural, 369 eram da espécie invasora *S.virgata*, 255 da espécie *Jatropha molissima*, 316 de espécie não identificada da família Verbenaceae, 1 da espécie invasora *P. aculeata*, 1 da espécie *Psidium guajava*, 1 de espécie não identificada e 1 de *Calotropis procera* (Tabela 8).

Tabela 8 - Parâmetros quantitativos e estruturais da regeneração natural da margem do Rio Paraíba em Itabaiana, PB (Área III). N= número de indivíduos; FA= frequência absoluta; FR= frequência relativa (%), DA= densidade absoluta; DR= densidade relativa (%); CAT= classe absoluta de tamanho; CRT= classe relativa de tamanho e RNR= regeneração natural.

Espécie	N	FA	FR	DA	DR	CAT	CRT	RNR
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	369	100	50	3690	39,09	156,80	41,01	43,37
<i>Jatropha molissima</i> (Pohl) Baill	255	50	25	2550	26,72	109,37	28,6	26,88
Verbenaceae	316	10	5	3160	33,47	114,45	29,93	22,80
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	1	10	5	10	0,11	0,43	0,11	1,74
<i>Psidium guajava</i> L.	1	10	5	10	0,11	0,43	0,11	1,74
Indeterminada	1	10	5	10	0,11	0,43	0,11	1,74
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) R. Br.	1	10	5	10	0,11	0,46	0,12	1,74
Total	944	200	100	9440	100	382,36	100	100

Diversidade Florística

Com relação ao índice de diversidade (H'), verifica-se valores de $H' = 0,41$ e $1,15$ para os indivíduos adultos e regenerantes, respectivamente. Esses valores registrados na Área III foram muito superiores àqueles encontrados nas Áreas I e II, principalmente para a regeneração natural (Tabela 4). Evidenciam-se nesta área menores perdas locais de espécies nativas em relação às demais áreas, entretanto a comunidade vegetal continua empobrecida, se comparado as áreas não atingidas pelo processo de invasão biológica analisado.

S. virgata encontra, no ambiente de ocorrência, condições favoráveis à sua dispersão (água disponível, solo, luminosidade, área livre), o que favoreceu a ocupação

da área de mata ciliar e a diminuição da heterogeneidade vegetal, causando impactos na resiliência do ecossistema.

As comunidades invadidas (Áreas I, II e III) apresentaram baixa diversidade, haja vista que em todas elas, a espécie invasora apresentou VI elevado. Este valor elevado para uma única espécie demonstra o desequilíbrio estabelecido pela invasora no ecossistema (ANDRADE et al., 2009).

De modo geral, os impactos causados por *S.virgata* se repetiram em todas as áreas estudadas, sendo evidente a monodominância dessa espécie, que se mostrou capaz de reduzir drasticamente as populações de espécies nativas em todas as comunidades invadidas, o que foi constatado por Andrade et al. (2011), pesquisando a invasão biológica de *Prosopis juliflora* na caatinga nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

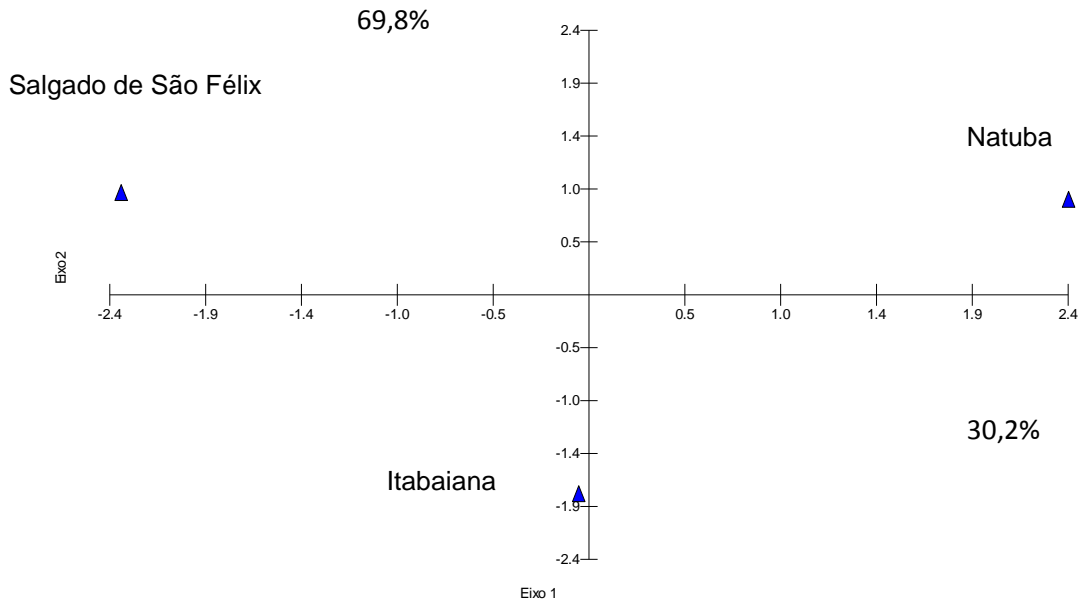
Similaridade

A análise das coordenadas principais revelou distanciamento entre os locais quanto ao estrato arbustivo-arbóreo (Figura 7A).

Das espécies encontradas pertencentes ao estrato arbustivo-arbóreo, um conjunto de oito caracterizou a fisionomia dos diferentes locais, destacando o táxon invasor *S.virgata* apresentando o maior score (4,3) no eixo de ordenação 1 (Figura 7B). Esta espécie é a que está mais distante do ponto de origem, por isso tem o maior poder discriminatório sendo a espécie que tem maior ocorrência com grande número de indivíduos.

As áreas analisadas apresentaram grupos florísticos com poucas espécies em comum, entretanto em todas elas observa-se maior abundância e monodominância de *S.virgata*.

A



B

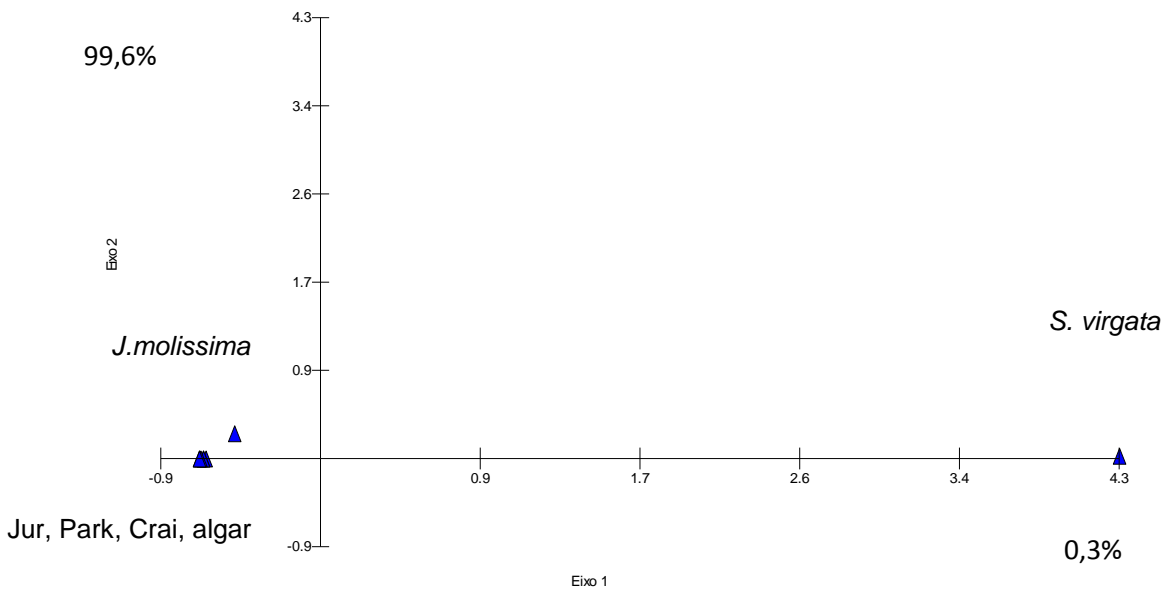
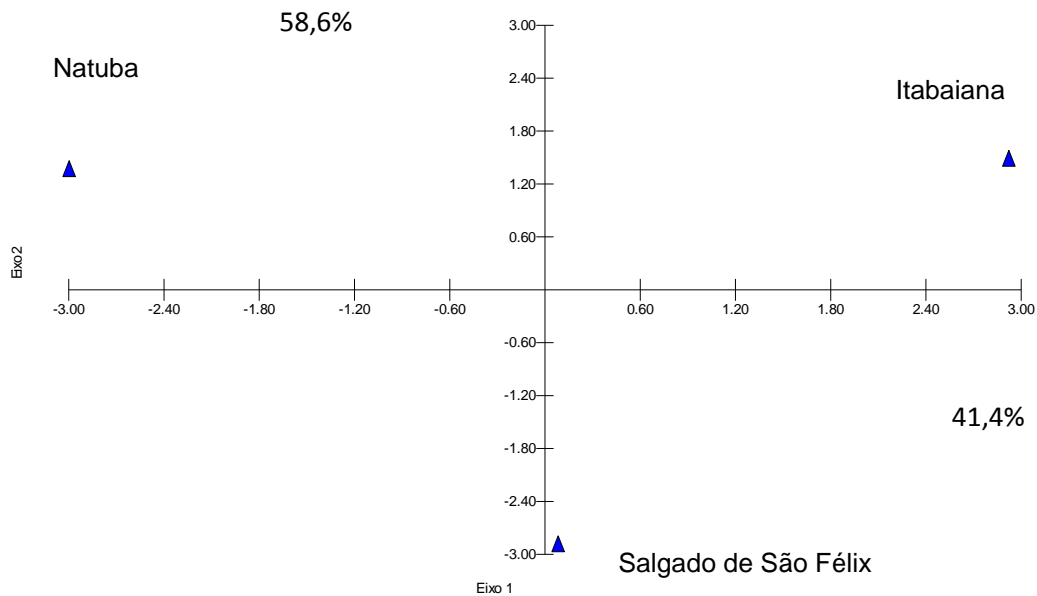


Figura 7. Diagrama de ordenação da análise de Coordenadas Principais (PCO) realizada com três locais (A) e oito espécies (B) de indivíduos adultos usando como medida de semelhança a distância Euclidiana (Jur=jurubeba, Park= parkinsonia, Crai=craibeira, algar= algaroba).

A análise das coordenadas principais revelou novamente distanciamento entre os locais, entretanto o valor da distância euclidiana foi menor entre Salgado de São Félix e Itabaiana-PB indicando similaridade florística da regeneração natural entre esses dois locais (Figura 8A).

Das espécies encontradas pertencentes à regeneração natural, um conjunto de 16 caracterizou a fisionomia dos diferentes locais, destacando novamente o táxon invasor *S.virgata* apresentando o maior score (5,8) no eixo de ordenação 1, seguidas das espécies *J.molissima* e outras da família Verbenaceae (Figura 8B). O táxon estudado está mais distante do ponto de origem, por isso tem o maior poder discriminatório e tem maior ocorrência, com grandes tamanhos populacionais nas comunidades estudadas.

A



B

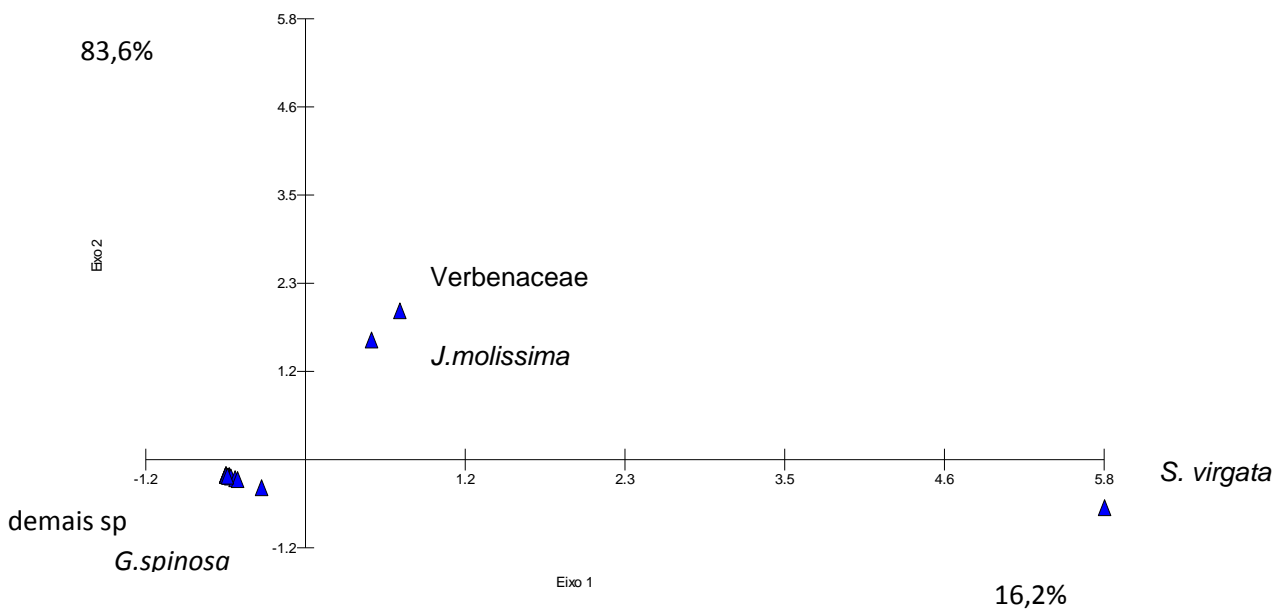


Figura 8. Diagrama de ordenação da análise de Coordenadas Principais (PCO) realizada com três locais (A) e 16 espécies (B) de indivíduos regenerantes usando como medida de semelhança a distância Euclidiana.

Quanto às características químicas dos solos das três áreas estudadas (Figura 9) observa-se que o solo foi mais fértil em Itabaiana e Natuba-PB, a menor fertilidade do solo correspondeu à área de Salgado de São Félix, na qual foi constatada maior valor de pH. Portanto, o táxon estudado possui valência ecológica em solos com diferenças de fertilidade.

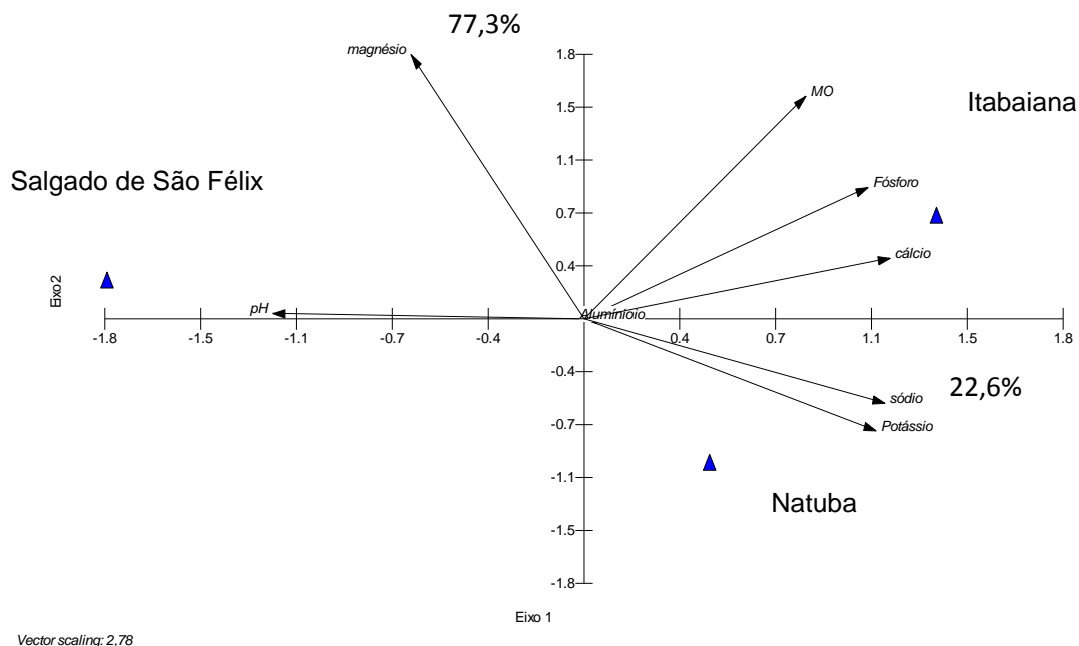


Figura 9. Componentes principais de variáveis de fertilidade do solo das três áreas estudadas, na Paraíba.

A análise das coordenadas principais revelou distanciamento entre os locais, quanto ao estrato arbustivo-arbóreo e à regeneração natural, entretanto o valor da distância euclidiana foi menor entre Salgado de São Félix e Itabaiana-PB indicando similaridade florística dos dois estádios ontogenéticos entre esses dois locais (Figura 10A).

Das espécies encontradas pertencentes ao estrato arbustivo-arbóreo e à regeneração natural, um conjunto de 16 caracterizou a fisionomia dos diferentes locais, destacando-se o táxon invasor *S.virgata* apresentando o maior score (6,2) no eixo de ordenação 1, seguidas das espécies *J.molissima* e outras da família Verbenaceae (Figura 10B). Ressaltando novamente que a espécie estudada está mais distante do ponto de origem, por isso tem o maior poder discriminatório e é a que tem maior ocorrência com grandes tamanhos populacionais nas comunidades estudadas. Esses dados revelam que *S.virgata* reduz drasticamente a fitodiversidade do estrato adulto e da regeneração natural das comunidades invadidas nas margens do Rio Paraíba.

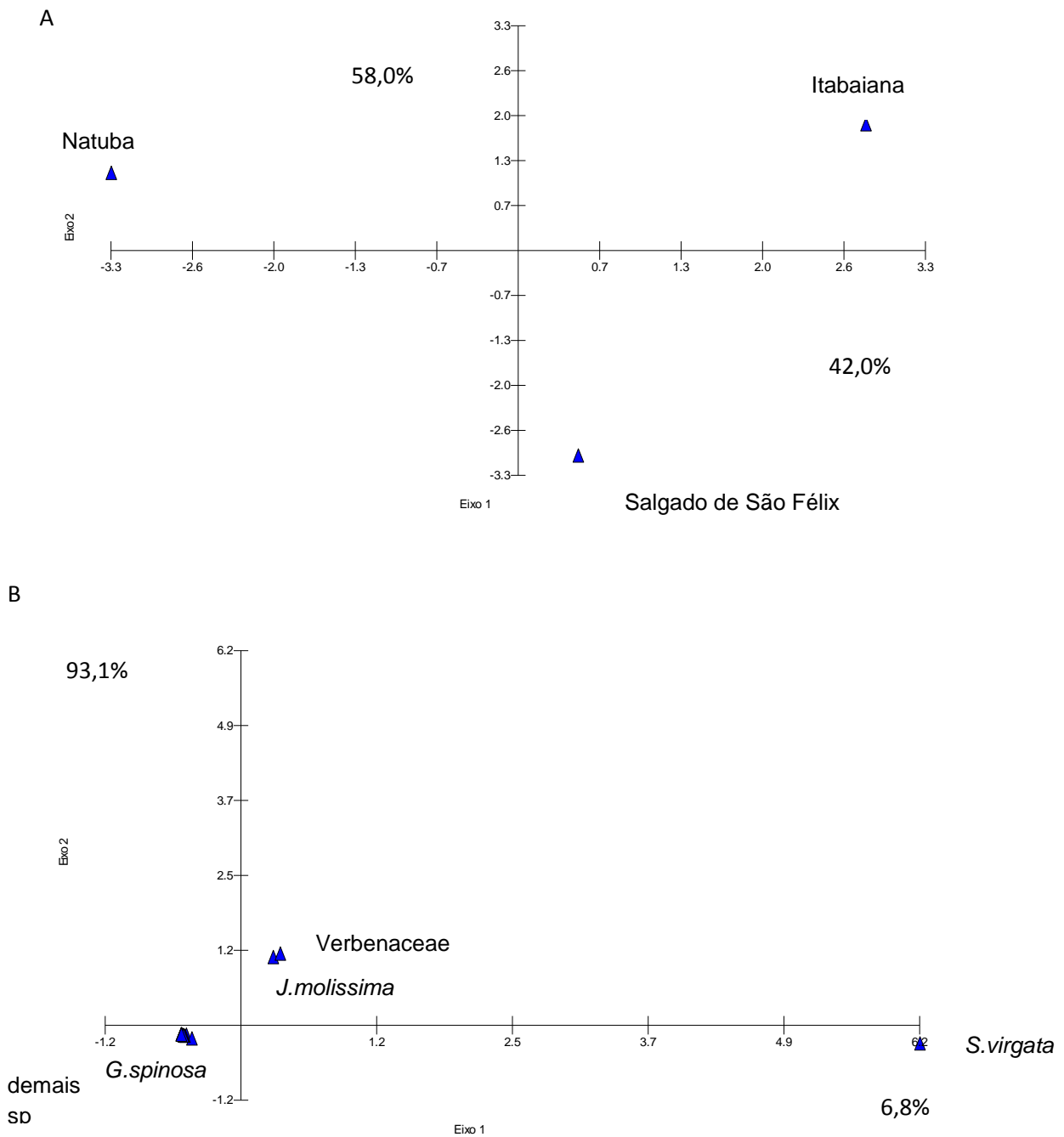


Figura 10. Diagrama de ordenação da análise de Coordenadas Principais (PCO) realizada com três locais (A) e 16 espécies (B) de indivíduos adultos e regenerantes usando como medida de semelhança a distância Euclidiana.

Na Figura 11 são mostrados os resultados da análise de componentes principais dos indivíduos de *S.virgata* pertencentes ao estrato arbustivo-arbóreo e fatores do solo e características estruturais. A análise de componentes principais (PCA) condensa as informações contidas em grande número de variáveis em um pequeno grupo de novas

composições dimensionais, denominadas componentes, tal que o arranjo dos pontos sofra a menor distorção possível, preservando a estrutura original dos dados (KENT; COKER, 1992; McGARICAL et al., 2000; McCUNE, GRACE, 2000). Segundo Ter Braak (1998), este método de ordenação consiste basicamente em sintetizar, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação multidimensional de um conjunto de variáveis. O resultado disso é um sistema reduzido de coordenadas, proporcionando informações sobre as semelhanças ecológicas das amostras (VALENTIN, 2000).

Provavelmente, inúmeros fatores influenciam na distribuição do táxon nas áreas estudadas, observando-se que o solo não é o fator determinante para a ocorrência da espécie nos locais estudados, porém demonstra ser de fundamental importância para o desenvolvimento estrutural das populações nas áreas de Itabaiana e Natuba, nestas áreas o solo mais fértil, em relação à área de Salgado de São Félix-PB, fazem com que a espécie se desenvolva mais vigorosamente, apresentando maior DNS e maior abundância de indivíduos. Poucos trabalhos sobre invasão biológica referem-se à disponibilidade de nutrientes no solo (BREDOW e WISNIEWSKI, 2009).

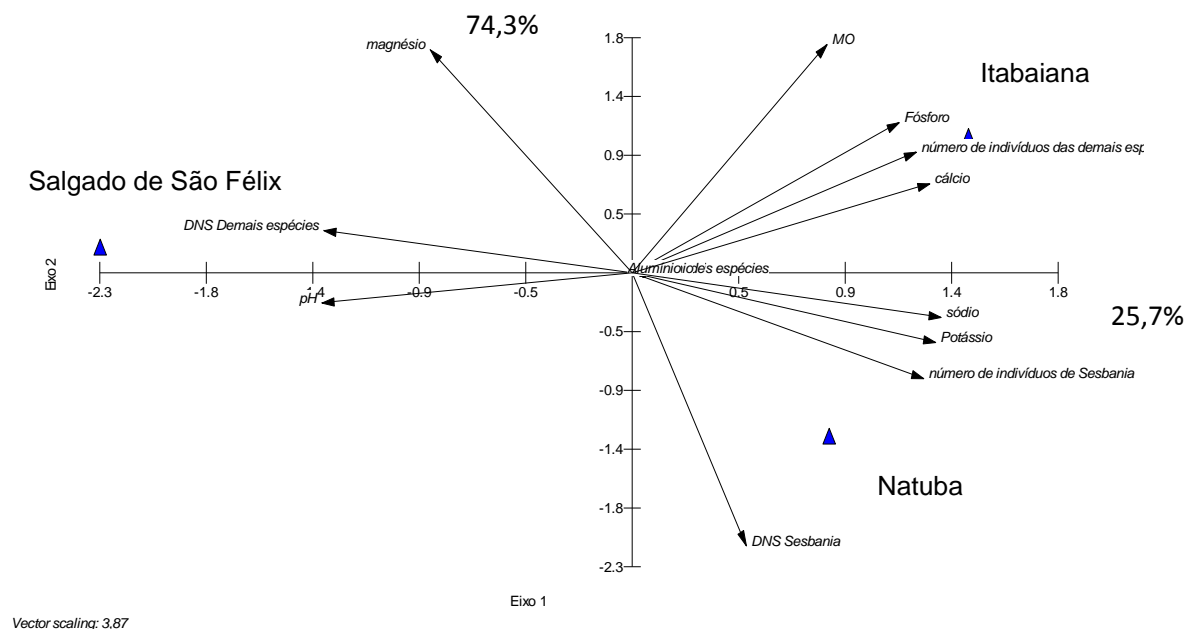


Figura 11. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais (PCA) realizada com três locais e outras variáveis de indivíduos adultos.

Na Figura 12, observa-se os resultados da análise de componentes principais para a regeneração natural das áreas estudadas. O solo e o estado local de conservação se refletem sobre a estrutura das populações, ocorrendo na área de

Salgado de São Félix maior número de indivíduos regenerantes do táxon estudado, apesar do solo ser menos fértil, o que pode ser explicado, provavelmente, por observação nesta área de ocorrência de maior área livre e, conseqüentemente, maior luminosidade, favorecendo o caráter pioneiro da espécie e proporcionando maior recrutamento nesta área de mata ciliar do Rio Paraíba.

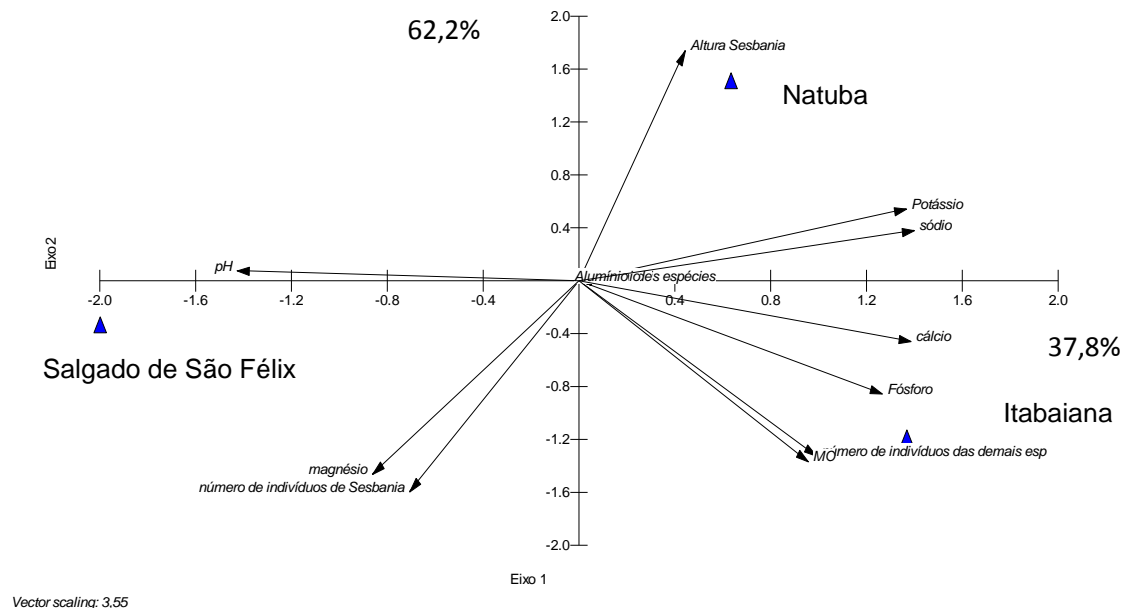


Figura 12. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais (PCA) realizada com três locais e outras variáveis de indivíduos regenerantes.

Na Figura 13, observa-se os resultados da análise de componentes principais para as características do solo das três áreas estudadas e demais variáveis do estrato arbustivo-arbóreo e da regeneração natural das populações inventariadas nesses ambientes de mata ciliar no Rio Paraíba. Dentre os ambientes estudados, constata-se àqueles mais favoráveis ao desenvolvimento da espécie por apresentarem solos mais férteis, a exemplo, da área de Itabaiana, PB. Entretanto, a espécie apresenta uma certa independência em relação às condições ambientais envolvidas, haja visto que na área de Salgado de São Félix-PB há uma correlação positiva com o número de indivíduos de *S.virgata*, apesar da área apresentar solos menos férteis, portanto a espécie demonstra apresentar uma grande plasticidade ou tolerância às variações ambientais (SOUZA et al., 2011) e com ampla valência para diversos fatores biofísicos (DAVANSO-FABRO et al., 1998; KOLB et al., 2002).

Alpert et al. (2000) e Bredow (2009), se referem às características das plantas invasoras e apresentam a ampla distribuição natural e a rápida dispersão como características que parecem explicar melhor a capacidade de invasão.

Os ecossistemas perturbados constituem a principal paisagem do trecho do Rio Paraíba ao longo das áreas estudadas, onde há grandes populações de *S.virgata* invadindo áreas de grande importância ecológica, as matas ciliares, ou seja, constatou-se densos maciços populacionais do táxon estudado, particularmente em áreas de Caatinga tornando-se um grave problema sendo necessário a orientação de ações conservacionistas e incentivo da promoção de políticas públicas voltadas para o controle da espécie invasora neste ecossistema. Há exemplos de espécies invasoras que alteraram a sobrevivência e permanência de espécies nativas por exclusão competitiva, deslocamento de nichos, hibridação, predação e, em casos extremos, extinção local (MOONEY; CLELAND, 2001).

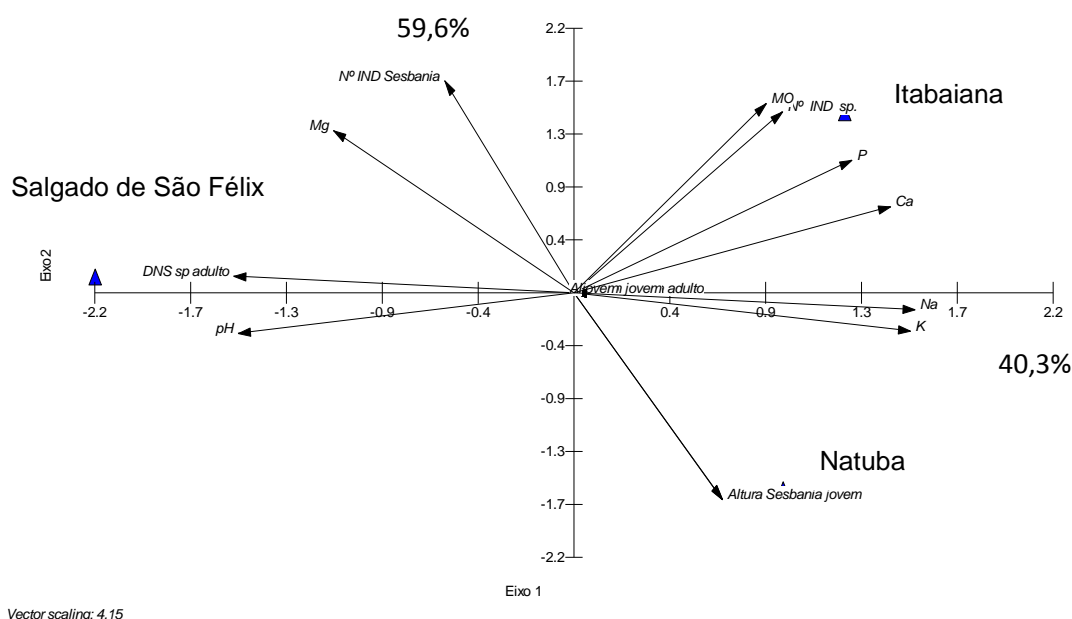


Figura 13. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais (PCA) realizada com três locais e outras variáveis de indivíduos adultos e regenerantes.

Nos ambientes estudados a fisionomia da vegetação é uniforme, com pequena heterogeneidade observada na área de Natuba - PB no estrato arbustivo-arbóreo, portanto, visualmente, não há evidências de sítios, cujas particularidades locais possam favorecer ou limitar a ocorrência da espécie invasora em um ou outro ponto do trecho estudado do Rio Paraíba e não se sabe ao certo como o táxon invasor se

instalou na região, mas supõe-se que foi introduzida à fim de recomposição ciliar. A invasão pela espécie em nichos da caatinga e ecossistemas associados é relativamente recente, sendo os ambientes ciliares os sítios preferenciais dessa invasora nesse contexto geográfico.

Então, provavelmente, a espécie *S. virgata* encontra, no ambiente de ocorrência, condições favoráveis à sua dispersão (água disponível, solo, luminosidade, área livre), o que favoreceu a ocupação da área de mata ciliar e a diminuição da heterogeneidade vegetal, causando impactos na resiliência do ecossistema. Esse resultado era esperado, uma vez que a presença de espécies invasoras tende a alterar a composição de espécies nativas em áreas naturais (RICHARDSON, 1998; FALLEIROS et al., 2011).

4. CONCLUSÕES

Sesbania virgata é monodominante nas áreas estudadas ao longo do Rio Paraíba, o que diminuiu a biodiversidade local;

Sesbania virgata apresentou altas densidades em mata ciliar do Rio Paraíba, características dissonantes de espécies da caatinga, revelando seu caráter invasor nos ambientes estudados;

A presença da espécie *Sesbania virgata* afetou negativamente a estrutura e a diversidade das comunidades vegetais autóctones da mata ciliar do Rio Paraíba nas três áreas estudadas, porém na Área II, em Salgado de São Félix-PB, o táxon invasor apresentou grande abundância de indivíduos no estrato regenerante, maior VI para o estrato arbustivo-arbóreo;

Ocorreu maior similaridade florística nos dois estádios ontogenéticos entre Salgado de São Félix e Itabaiana-PB;

A maior diversidade florística foi encontrada na área de mata ciliar no município de Itabaiana-PB.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Os padrões fenológicos de *Sesbania virgata* no ambiente estudado são pouco sazonais, pois as características fisiológicas (alta capacidade de florescimento, alta produção de sementes, habilidade de dispersão) e ecológicas (pioneira) do táxon comprovam seu potencial invasor se diferenciando de padrões encontrados em outras espécies não invasoras;

O padrão de floração, a morfologia floral, e o especializado sistema reprodutivo com adaptações a autofecundação e a polinização cruzada são indispensáveis para garantir o sucesso reprodutivo da espécie;

A espécie é autocompatível, mecanismo reprodutivo importante para assegurar a colonização de novos habitats no processo de invasão biológica;

As sementes de *Sesbania virgata* apresentam dormência tegumentar, o que constitui uma estratégia para formação de expressivos bancos de sementes, e de propagação para ocupar novos nichos frente às variações das condições naturais;

As sementes de *Sesbania virgata* apresentam alta longevidade no solo o que se revela mais uma estratégia de invasão. Com o tempo de armazenamento, a partir de um ano, houve redução drástica na viabilidade de sementes de *S. virgata* armazenadas no solo a 5 cm de profundidade, enquanto na profundidade de 20 cm há melhor conservação das sementes de *Sesbania virgata*;

O estresse osmótico induzido por polietilenoglicol (PEG - 6000) é agressivo e potenciais osmóticos mais baixos (-6) são limitantes para a germinação desta espécie indicando que ambientes com baixa disponibilidade de água constituem barreiras à expansão de *Sesbania virgata*;

A tolerância ao estresse salino nas sementes de *Sesbania virgata* foi alta, o conhecimento desse fator, salinidade, influenciando na germinação das sementes representa uma importante ferramenta na interpretação do comportamento ecológico do táxon invasor em habitat natural;

Sesbania virgata apresentou altas densidades em mata ciliar do Rio Paraíba, características dissonantes de espécies da Caatinga, revelando seu caráter invasor nos ambientes estudados;

A presença da espécie *Sesbania virgata* afetou negativamente a estrutura e a diversidade das comunidades vegetais autóctones da mata ciliar do Rio Paraíba nas três áreas estudadas, porém na Área II, em Salgado de São Félix-PB, o táxon invasor apresentou grande abundância de indivíduos no estrato regenerante e maior VI para o estrato arbustivo-arbóreo;

Sesbania virgata é monodominante nas áreas estudadas ao longo do Rio Paraíba, o que diminuiu a biodiversidade local.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPERT, P.; BONE, E.; HOLZAPFEL, C. Invasiveness, invisibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.3, n.1, p.52-66, 2000.

ANDRADE, L.A. Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: impactos nos ecossistemas locais. In: Mariath, J.E.A.; Santos, R.P. (Orgs). **Os avanços da botânica no início do século XXI: Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, Ecologia e Genética**. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006. p.524-528.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ALVES, A.S. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Algaroba): impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v.6, n.1, p.61-67, 2008.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Caatinga no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.23, n.4, p.935-943, 2009.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Science**, Maringá, v.32, n.3, p.249-255, 2010.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ARAÚJO, E.L. Estudos de Fitossociologia em vegetação de Caatinga. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M. R.F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA NETO, J.A.A. **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 2011, p.339-371.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP 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**, London, v.16, [s.n], p.105-121, 2009.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. New York: Springer, 306p. 2011.

BRAGGIO, M.M.; LIMA M.E.L.; VEASEY, E.A.; HARAGUCHI, M. Atividades farmacológicas das folhas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.69, n.4, p.49-53, 2002.

BREDOW, E.A.; WISNIEWSKI, C. Potencial de dispersão de *Tecoma stans* e atributos químicos de alguns solos do Paraná. **Cerne**, Lavras, v.15, n.1, p.27-34, 2009.

BROWN-BLANQUET, J. **Sociologia vegetal**: estudio de las comunidades vegetales. Acme, Buenos Aires, 1950, 44p.

CARPANEZZI, A.A.; FOWLER, J.P.A. **Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** Colombo: Embrapa, 1997. p.1-2. (Comunicado Técnico, 14).

CIENTEC - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas Ltda. **Mata Nativa: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas.** São Paulo, 2002,126 p.

CHAVES, L.L.B.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G.E.; LELES, P.S.S. Efeitos da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada na produção de mudas de sesbania em substrato constituído de resíduos agroindustriais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.4, p.443-449, 2003.

DAVANSO-FABRO, V.M.; MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A. Tolerância à inundação: aspectos da anatomia ecológica e do desenvolvimento de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.41, n.4, p.475-482, 1998.

EMBRAPA. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba: Escala: 1:500.000. 1972.

FABRICANTE, J.R. **Avaliação espaço-temporal de populações de *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae Lindl.) na Paraíba, Brasil.** 2010. 138f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, CCA/Areia-PB.

FALLEIROS, R.M.; ZENNI, R.D.; ZILLER, S.R. Invasão e manejo de *Pinus taeda* em campos de altitude do Parque Estadual Pico Paraná, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v.41, n.1,p.123-134, 2011.

FARIA,H.H.; SÉRGIO, F.C.; GARRIDO, M.A. Recomposição da vegetação ciliar integrada à conservação de microbacia. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo. v.21, p.1-22, 2001.

IBGE. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=250990> Acessado em: 07 de dezembro de 2011.

INSTITUTO HORUS – Instituto Horus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. **The Nature Conservancy**, www.institutohorus.org.br, 2008. Acessado em: 07 de dezembro de 2011.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis.** London: John Wiley e Sons, 1992.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analyses** - a practical approach. Chichester, John Wiley e Sons, 363p., 1999.

KOLB, R.M.; RAWYLER, A.; ROLAND, B. Parameters affecting the early seedling development of four neotropical trees under oxygen deprivation stress. **Annals of Botany**, v.89, n.5, p.551-558, 2002.

MARANGON, L.C.; SOARES, J.J.; FELICIANO, A.L.P.; BRANDÃO, C.F.L.S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.13, n.2, p.208-221, 2007.

McGARICAL, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. **Multivariate statistics for wildlife and ecology research**. New York:Springer Science and Business Media, 2000.

McCUNE, B.; GRACE, J.B. **Analysis of ecological communities**. Gleneden Beach: MjM Software Design, 2002.

MOONEY, H. A.; CLELAND, E. E. The evolutionary impact of invasive species. Colloquium.**Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 10, p. 5446-5451, 2001.

MULLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley e Sons, 547p, 1974.

MVSP/PLUS. Multi-variational statistical package. Versão 3.1. Kovach Computing Services, 1998.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 434p. 1988.

PARKER, I. M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P. M.; WILLIAMSON, M. H.; HOLLE, B. V.; MOYLE, P.B.; BYERS, J. E.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, 1: 3-19, 1999.

PEGADO, C.M.A.; ANDRADE, L.A. de; FELIX, L.P.; PEREIRA, I.M. Efeitos da invasão biológica de algaroba – *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Feira de Santana, v.20, n.4, p.887-898, 2006.

PRADO, P.I.; LEWINSON, T.M.; CARMO, R.L.; HOGAN, D.J. Ordenação multivariada em ecologia e seu uso em ciências ambientais. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v.5, n.10, 2002.

RANGEL, E.S.; NASCIMENTO, M.T. Ocorrência de *Calotropis procera* (Ait.) R.Br. (Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. **Acta Botanica Brasílica**, Feira de Santana, v.25, n.3, p.657-663, 2011.

RICHARDSON, D. M. Forestry trees as invasive aliens. **Conservation Biology**, v. 12, n. 1, p. 18-26, 1998.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 3ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 1996, 470p.

SHANNON, C.; WEAVER, W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SOUZA, V.C.; AGRA, P.F.M.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, I.G.; OLIVEIRA, L.S. Germinação de sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. sob efeito de luz, temperatura e superação de dormência. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.889-894, 2010.

SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; BEZERRA, F.T.C.; FABRICANTE, J.R. FEITOSA, R.C. Avaliação populacional de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae Lindl.), nas margens do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.6, n.2, p.314-320, 2011.

TER BRAAK, C.I.F. *CANOCO – a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (Canonical) Correspondence Analysis, principal components analysis and redundancy analysis version 2,1*. Wageningen: Instituto of Applied Computer Science, 389p. (Technical Report Lwa – 88 – 02 TNO). 1998.

VALENTIN, J.L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000, 117p.

ZENNI, R.D.; ZILLER, S.R. An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.34, n.3, p.431-446, 2011.

ZILLER, S.R. **A Estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. 2000. 268f. Tese (Doutorado em Ciências da Natureza) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ZILLER, S.R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, v. 30, n.178, p. 77-79, 2001.

ZILLER, S.R.; ZALBA, S. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v.5, n.2, p. 8-15, 2007.