

Sociabilidade e potencial alelopático de espécies da Caatinga sobre a invasora *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae)

Evaluation of the sociability and allelopathic potential of Caatinga native species on the alien invasive *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae)

Raphaela Aguiar de Castro^{1*}, Juliano Ricardo Fabricante², Kelianne Carolina Targino de Araújo¹

1 Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, BR 407, Km 12, lote 543, Projeto de Irrigação Nilo Coelho - S/N C1, CEP 56300-000, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 2 Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, SE, Brasil.

*Autor para correspondência: rapha.aguiarcastro@hotmail.com

Resumo *Nicotiana glauca* Graham é uma das mais importantes exóticas invasoras dos ambientes alterados do projeto de integração do Rio São Francisco (PISF). O objetivo do presente trabalho foi identificar espécies autóctones da Caatinga que possuem sociabilidade com *N. glauca*, e avaliar o seu potencial alelopático sobre a germinação e o desenvolvimento inicial da exótica invasora. A área de estudo localiza-se entre os Municípios de Floresta e Sertânia, Pernambuco. Todas as espécies, dentro das parcelas (2000 m²), foram inventariadas e verificadas a associação com *N. glauca* pelo Índice de Associação (IA). As espécies nativas que obtiveram maior força de associação foram utilizadas para verificação do seu potencial alelopático sobre a *N. glauca*. Foram estas: *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf., *Melochia tomentosa* L., *Euploca procumbens* (Mill.) Diane & Hilger, *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult. e *Sida galheirensis* Ulbr. Os extratos de todas as nativas afetaram a germinação da invasora, em pelo menos uma concentração. As espécies identificadas além de serem amplamente distribuídas nos sítios de Caatinga alterados pelas obras, possuem alta capacidade reprodutiva e são todas iniciais, o que favorece seu desenvolvimento e aumenta a sua

capacidade competitiva, corroborando para a sua utilização em programas de controle de *N. glauca*.

Palavras-chave: Invasão Biológica; Associação de espécies; Aleloquímicos; Savana Estépica; Fumo-Bravo.

Abstract *Nicotiana glauca* Graham is one of the most important invasive alien species in the São Francisco River integration project (PISF). This study aimed to identify native species highly sociable with *N. glauca*, and assess their allelopathic potential on its germination and early development. The study area is located in Pernambuco. All species were inventoried and the association with *N. glauca* was verified by the Association Index (AI). The native species more highly associated with *N. glauca* were tested for their allelopathic influence on *N. glauca*. These species are: *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf., *Melochia tomentosa* L., *Euploca procumbens* (Mill.) Diane & Hilger, *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult. e *Sida galheirensis* Ulbr. Only the extracts of *I. asarifolia*, *T. spinosa* and *M. tomentosa* affected the germination of the alien invasive species. These species are widely distribu-

ted in Caatinga sites altered by PISF development, show high reproductive capacity and are indigenous, which favors their development and increases their competitive ability. These species are therefore recommended for use in *N. glauca* control programs.

Keywords: Biological invasions; associated species; allelochemicals; Dry Forest; Tree tobacco.

Introdução

Invasão biológica é o processo de introdução e estabelecimento de espécies que não fazem parte de um determinado ecossistema, mas que são capazes de se estabelecer e desenvolver populações autogenerantes (Moro *et al.* 2012). Estas espécies, chamadas exóticas invasoras, podem ocupar o espaço de nativas, alterar os processos ecológicos naturais dos ecossistemas invadidos e se tornarem dominantes, gerando não só danos ao meio ambiente como também prejuízos econômicos (MMA 2006, Ziller 2000).

De acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2014), existem mais de 130 espécies naturalizadas registradas para a Caatinga. Somente nas áreas de influência das obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) já foram identificadas mais 60 espécies exóticas, sendo 10% destas consideradas exóticas invasoras (Fabricante e Siqueira-Filho 2012). Dentre essas espécies está *Nicotiana glauca* Graham que tem a Argentina e a Bolívia como centro de distribuição natural (Nee 1986). Considerada uma das principais exóticas invasoras na região do PISF (Fabricante *et al.* 2013), tóxica para animais e para o ser humano (Schenkel *et al.* 2003), e por possuir potencial alelopático (Fabricante *et al.* 2013).

A alelopatia, efeito direto ou indireto de uma planta sobre outra por intermédio da liberação de biomoléculas no ambiente (Rice 1974), é um exemplo de contribuição química para a adaptação defensiva ou ofensiva e controle do estabelecimento de algumas espécies em ambientes naturais (Anaya 1999, Ferreira 2004, Lovette e Ryuntyu 1992). Diversos trabalhos citam o potencial alelopático de espécies nativas como estratégia adaptativa na Caatinga (Brito 2010, Mano 2006, Oliveira *et al.* 2012a, Oliveira *et al.* 2012b, Pinã-Rodrigues e Lopes 2001, Silveira *et al.* 2012). Os compostos aleloquímicos das espécies nativas se mostram eficazes também no processo de

competição com espécies exóticas invasoras (Aires 2007, Houben *et al.* 2008, Mano 2006). Kathiresan (2000) demonstrou a eficiência da utilização de extratos de uma erva nativa da Índia sobre a invasora aquática aguapé.

Assim, a recuperação de áreas degradadas por meio de semeadura e do plantio de espécies nativas para cobertura do solo deve favorecer o reequilíbrio do ecossistema natural (Instituto Hórus 2012, Ziller 2006), dificultando o estabelecimento de exóticas invasoras. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi identificar as espécies autóctones da Caatinga que possuem maior sociabilidade com *N. glauca*, e avaliar o seu potencial alelopático sobre a germinação e o desenvolvimento inicial da exótica invasora, visando respaldar programas de prevenção e controle deste táxon.

Materiais e Métodos

Área de estudo

A área de estudo tem cerca de 50 km de extensão por 200 m de largura e se encontra no eixo leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), entre os Municípios de Floresta e Sertânia, no Estado de Pernambuco. Originalmente a área era recoberta pela Caatinga (Savana Estépica) em diferentes condições de conservação, que foi totalmente suprimida há pouco mais de quatro anos.

O clima da região é do tipo BSh (semiárido quente) segundo a classificação de Köppen-Geiger, com altitudes de 200-500 m (Alvares *et al.* 2014). Os solos são bastante variáveis, sendo os Argissolos, os Luvisolos e os Neossolos predominantes (EMBRAPA, 2006).

Sociabilidade

Para a amostragem foram alocadas 20 parcelas de 100 m x 20 m (total de 4 ha), no centro de ambientes onde a espécie exótica invasora ocorria de forma dominante. A suficiência amostral foi verificada pela análise gráfica da curva de acumulação de espécies (Colwell e Coddington 1994).

Nas unidades amostrais todas as demais espécies encontradas foram inventariadas e classificadas quanto: i. à origem (nativas, exóticas ou exóticas invasoras), segundo Moro *et al.* (2012); ii. ao hábito (ervas, lianas, arbustos ou árvores) (Font Quer,

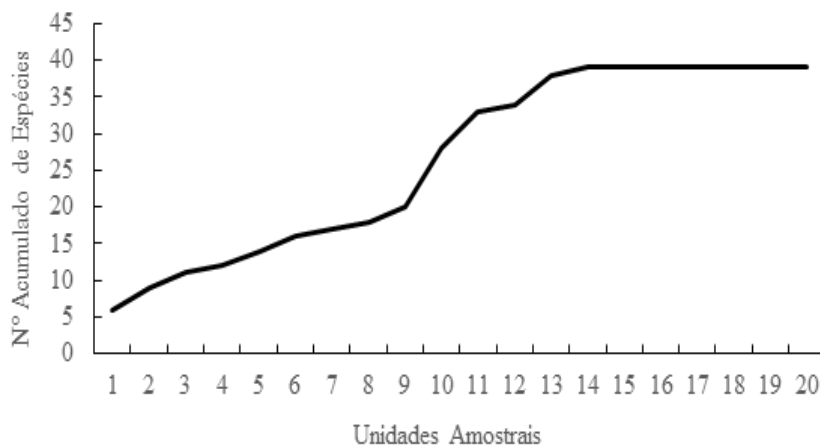


Figura 1 Curva de acumulação de espécies da área estudada.

1985); iii. ao grupo ecológico (iniciais ou tardias).

A associação das espécies nativas com *N. glauca* foi avaliada pelo Índice de Associação (IA), conforme descrito por Drummond et al. (1982). Segundo os autores, valores de IA menores que 0,19 indicam que a força de associação entre os pares é muito baixa, valores variando de 0,2 a 0,39 que a força é baixa, de 0,4 a 0,59 que é média, de 0,6 a 0,79 que é alta e, de 0,8 a 1 que é muito alta.

Alelopatia

As espécies nativas que obtiveram maior força de associação foram utilizadas para os bioensaios de alelopatia, visando inferir seu efeito sobre a germinação e desenvolvimento inicial da exótica invasora *N. glauca*. Folhas, caules e raízes de cada espécie foram coletados e posteriormente secos em estufa de circulação forçada (50°C). Para a formulação dos extratos, conforme descrito por Fabricante et al. (2015), as partes vegetativas secas foram trituradas e diluídas em água destilada, obtendo-se soluções com concentrações de cinco, 10, 15 e 20% (p/v), além da testemunha (água destilada). As soluções foram colocadas em Erlenmeyers envoltos por papel alumínio, para evitar fotodegradação, por um período de 24 horas. Logo após, as soluções foram filtradas e utilizadas nos bioensaios.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. As sementes foram acondicionadas sobre papel germitest em placas de petri, que foram colocadas em câmara de germinação do tipo B.O.D., a uma temperatura constante de 25±1°C (Brasil 2009). O volume de água perdido por evaporação foi repostado a cada três dias, sendo a quantidade determinada a partir da diferença de peso

obtido entre a pesagem de cada repetição no dia da reposição e a pesagem inicial de todos os bioensaios. A germinação foi verificada diariamente até a sua estabilização (cinco dias sem novas protrusões radiculares).

As variáveis avaliadas foram: percentual de germinação (transformada em arco seno√%), velocidade de emergência, tempo médio de germinação e coeficiente de uniformidade de germinação (Labouiriau e Valadares 1976, Maguire 1962). Os dados obtidos, para cada espécie, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (Scott-Knott 1974).

Resultados

Sociabilidade

Segundo a análise da curva de acumulação de espécies, a área amostral foi suficiente para representar a flora local. Como pode ser observado na Figura 1, houve uma estabilização no acréscimo de espécies a partir da décima quinta unidade amostral.

Na amostragem realizada foram inventariadas 38 espécies, distribuídas em 35 gêneros e 20 famílias. De acordo com a classificação quanto à origem foram observadas 29 espécies nativas (76,3%) e nove (23,7%) exóticas, sendo seis destas exóticas invasoras. Quanto ao hábito, 20 espécies (52,6%) eram ervas, três (7,9%) eram lianas, nove (23,7%) eram arbustos e, seis (15,8%) eram árvores. No que diz respeito ao grupo ecológico, 35 espécies (92,1%) eram iniciais e três (7,9%) eram tardias (Tabela 1).

De acordo com a análise do índice de associação, uma (2,6%) espécie apresentou força de associação “muito alta”, três (7,9%) “alta”, duas (5,3%)

Familia	Espécies	IA	FA	O	H	GE
Cleomaceae	<i>Tarenaya spinosa</i> (Jacq.) Raf.	1	MA	N	Arb	I
Malvaceae	<i>Melochia tomentosa</i> L.	0,7	A	N	Arb	I
Fabaceae	<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth	0,65	A	EI	Árv	I
Boraginaceae	<i>Euploca procumbens</i> (Mill.) Diane & Hilger	0,6	A	N	Er	I
Convolvulaceae	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	0,55	M	N	Li	I
Malvaceae	<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	0,55	M	N	Arb	I
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	0,3	B	EI	Er	I
Euphorbiaceae	<i>Jatropha molissima</i> (Pohl) Baill.	0,25	B	N	Arb	I
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	0,2	B	N	Arb	I
Millerieae	<i>Tridax procumbens</i> L.	0,2	B	N	Er	I
Plantaginaceae	<i>Stemodia maritima</i> L.	0,15	MB	N	Er	I
Euphorbiaceae	<i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl) Baill.	0,15	MB	N	Arb	I
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus urens</i> (L.) Arthur	0,15	MB	N	Arb	I
Malvaceae	<i>Malvaceae</i> sp 1.	0,15	MB	N	Er	I
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	0,1	MB	N	Árv	I
Cactaceae	<i>Tacinga inamoema</i> (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy	0,1	MB	N	Er	I
Boraginaceae	<i>Heliotropium elongatum</i> (Lehm.) I.M. Johnst.	0,1	MB	N	Er	I
Sapindaceae	<i>Serjania glabrata</i> Kunth	0,1	MB	N	Li	I
Fabaceae	<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	0,1	MB	N	Árv	I
Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Aiton	0,1	MB	EI	Arb	I
Poaceae	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	0,1	MB	EI	Er	I
Polygonaceae	<i>Polygonum hispidum</i> Kunth	0,1	MB	N	Er	I
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brzicky	0,05	MB	N	Er	I
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	0,05	MB	N	Er	I
Euphorbiaceae	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	0,05	MB	N	Arb	I
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	0,05	MB	N	Árv	T
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	0,05	MB	E	Er	I
Poaceae	<i>Poaceae</i> sp1.	0,05	MB	E	Er	I
Amaranthaceae	<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	0,05	MB	N	Er	I
Fabaceae	<i>Senegalia bahiensis</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	0,05	MB	N	Árv	T
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	0,05	MB	N	Er	I
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	0,05	MB	EI	Li	I
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L.	0,05	MB	EI	Er	I
Lamiaceae	<i>Lamiaceae</i> sp1.	0,05	MB	N	Er	I
Fabaceae	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz	0,05	MB	N	Árv	T
Lamiaceae	<i>Lamiaceae</i> sp 2.	0,05	MB	N	Er	I
Poaceae	<i>Poaceae</i> sp 2.	0,05	MB	E	Er	I
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	0,05	MB	N	Er	I

Tabela 1 Lista de espécies inventariadas associadas à *Nicotiana glauca* em ambiente de Caatinga, com seus respectivos Índices de associação (IA); Força de associação (FA), em baixo (B), muito baixo (MB), médio (M), alto (A) ou muito alto (MA); Origem (O), em nativa (N), exótica (E) ou exótica invasora (EI); Hábito (H), em erva (Er), liana (Li), arbusto (Arb) ou árvore (Árv) e Grupo ecológico (GE), em inicial (I) ou tardia (T).

Tabela 2 Porcentagem de germinação (%G), tempo médio (T), velocidade de emergência (VE) e uniformidade de germinação de plântulas (CUG) de *N. glauca*, em razão das concentrações de extratos aquosos de *T. spinosa*, *M. tomentosa*, *I. asarifolia*, *S. galheirensis* e *E. procumbens*.

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a uma probabilidade maior ou igual a 5% segundo o teste de Scott-Knott.

Tratamentos	%G*	T*	VE*	CUG*
<i>T. spinosa</i>				
Testemunha	69±8,2 a	4,9±0,32 a	3,7±0,36 a	1,5±1,3 a
Raiz	5%	35±11,9 b	10,3±1,2 b	0,9±0,4 b
	10%	29±11,5 b	14,7±1,6 c	0,5±0,21 b
	15%	34±10,6 b	12,9±0,5 d	0,7±0,2 b
	20%	0 c	0 e	0 c
Caule	5%	0 c	0 e	0 b
	10%	0 c	0 e	0 c
	15%	0 c	0 e	0 c
	20%	0 c	0 e	0 c
Folha	5%	74±11,5 a	8,6±0,9 b	2,3±0,6 d
	10%	76±9,8 a	11,7±0,8 d	1,7±0,19 e
	15%	52±16,9 d	17,4±3,2 f	0,81±0,34 b
	20%	13±5 c	25,2±0,87 g	0,12±0,05 c
<i>M. tomentosa</i>				
Testemunha	86,7±2,3 a	4,6±0,4 a	5,4±0,3 a	0,4±0,4 a
Raiz	5%	81±3,8 a	4,3±0,3 a	5±0,3 a
	10%	86±7,7 a	4,9±0,4 a	4,8±0,4 a
	15%	82±5,2 a	5,1±0,4 a	4,3±0,2 b
	20%	77±10,5 a	6,5±0,6 b	3,5±0,6 b
Caule	5%	87±5 a	4,9±0,5 a	4,9±0,4 a
	10%	74±10 b	5,8±0,4 b	3,6±0,6 b
	15%	82±4 a	5,9±0,8 b	3,8±0,2 b
	20%	83±10,5 a	5,4±0,6 b	4,2±0,8 b
Folha	5%	82±12,4 a	5,5±0,6 b	3,9±0,7 b
	10%	66±10,5 b	11,4±1,2 c	1,8±0,1 c
	15%	65,3±10 b	12,8±1,8 d	1,6±0,3 c
	20%	57±12,3 b	15,4±0,9 e	0,9±0,2 d
<i>I. asarifolia</i>				
Testemunha	84±8,6 a	5,6±0,73 a	4,3±0,71 a	0,22±0,08 a
5%	61±15,8 b	8±2,4 a	2,4±1 b	0,2±0,22 a
10%	66±10,1 b	8±2,2 a	2,5±0,51 b	0,22±0,2 a

	20%	27±11,9 c	14,7±7,1 a	0,7±0,4 e	0,2±0,33 a
	5%	72±5,7 a	5,9±0,53 a	3,3±0,11 c	0,44±0,30 a
Caule	10%	58±21 b	7,8±1,6 a	2,1±0,94 b	0,16±0,02 a
	15%	22±13,2 c	8,7±2,2 a	0,8±0,30 e	0,14±0,20 a
	20%	13±3,8 d	14,9±4,2 a	0,26±0,08 e	0,02±0,01 a
	5%	66±10,6 b	9,1±3,8 a	2,2±0,79 b	0,19±0,11 a
Folha	10%	47±8,9 b	9,2±1,6 a	1,5±0,48 d	0,10±0,03 a
	15%	33±8,9 c	11,1±0,76 a	0,8±0,22 e	0,15±0,04 a
	20%	8±9,2 d	10,6±12,4 a	0,09±0,11 e	0,01±0,03 a
	<i>S. galheirensis</i>				
Testemunha		95±2 a	4,5±0,4 a	5,5±0,3 a	0,2±0,1 a
	5%	70±5,1 b	3,4±0,71 a	3,1±0,24 b	0,13±0,05 a
Raiz	10%	76±21,4 b	3,9±1 a	3,2±0,8 b	0,14±0,09 a
	15%	52±33,4 c	3,1±0,7 a	1,8±1,2 c	0,04±0,03 b
	20%	72±10,3 b	4±1,1 a	2,3±0,43 c	0,03±0,01 b
	5%	73±10,5 b	3,75±1 a	2,5±0,43 c	0,03±0,01 b
Caule	10%	62±13,2 c	4,5±2,1 a	2,2±0,7 c	0,03±0,01 b
	15%	36±4,6 c	4,7±1,5 a	1±0,3 d	0,02±0,01 b
	20%	63±13,6 c	3,9±0,3 a	1,7±0,4 c	0,02±0,003b
	5%	80±8,6 b	6,9±0,7 b	3,2±0,4 b	0,2±0,1 a
Folha	10%	60±6,5 c	10,3±0,9 b	1,6±0,2 c	0,11±0,04 a
	15%	52±20,3 c	4,8±5,4 a	1,2±0,4 d	0,04±0,04 b
	20%	48±12,6 c	7,8±7,1 b	0,8±0,3 d	0,02±0,02 b
	<i>E. procumbens</i>				
Testemunha		84±8,6 a	5,6±0,7 a	4,3±0,7 a	0,2±0,08 a
	5%	62±18,6 a	2,6±1,9 a	3,4±1,4 b	0,1±0,03 a
Raiz	10%	75±8,9 a	5±0,9 a	3,1±0,4 b	0,3±0,1 a
	15%	64±20 a	8,1±0,6 a	2±0,6 c	0,3±0,04 a
	20%	48±16,9 b	9,4±1,2 a	1,3±0,5 c	0,5±0,6 a
	5%	49±20,4 b	7±1 a	1,9±0,9 c	0,1±0,1 a
Caule	10%	68±11,7 a	8,2±0,9 a	2,3±0,5 c	0,2±0,3 a
	15%	64±8,6 a	10,3±0,8 a	1,6±0,3 c	0,4±0,3 a
	20%	37±23,9 b	18,6±14,8 b	0,9±1,1 d	2,9±2,9 b
	5%	71±6,8 a	11,9±3,1 a	1,8±0,3 c	0,12±0,16 a
Folha	10%	57±11,9 a	19,5±1,5 b	0,8±0,22 d	0,02±0,01 a
	15%	41±13,2 b	25,5±2,2 c	0,4±0,1 d	0,03±0,02 a
	20%	36±18,2 b	33,9±2,5 d	0,3±0,1 d	0,07±0,04 a

“média”, quatro (10,5%) “baixa” e 28 (73,7%) “muito baixa”. As espécies nativas com maior força de associação com *N. glauca* foram: *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf., *Melochia tomentosa* L., *Euploca procumbens* (Mill.) Diane & Hilger, *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult. e *Sida galheirensis* Ulbr. (Tabela 1).

Alelopatia

As espécies *T. spinosa* e *I. asarifolia* apresentaram os resultados mais significativos referentes ao potencial alelopático sobre *N. glauca*. Para *T. spinosa*, o extrato caule não houve qualquer germinação e na raiz, a partir da concentração de 5%, houve uma diminuição significativa comparada ao tratamento testemunha. Em relação ao tempo médio de germinação, todos os tratamentos diferiram da testemunha, o mesmo ocorrendo para o parâmetro velocidade de emergência. Para uniformidade de germinação apenas as concentrações de 10% da raiz e 20% da folha foram similares a testemunha.

A espécie *M. tomentosa* apresentou o extrato foliar com maiores diferenças significativas que os demais extratos em relação a testemunha, para os parâmetros germinabilidade, tempo médio e velocidade de emergência. O extrato da raiz foi o único similar a testemunha na germinabilidade.

Na espécie *I. asarifolia*, o potencial alelopático foi observado na germinabilidade e na velocidade de emergência, a partir da concentração de 5%. Entretanto, demonstrou resultados similares nos parâmetros de tempo médio de germinação e uniformidade. Para *S. galheirensis*, a porcentagem e a velocidade de emergência diferiram da testemunha a partir da concentração de 5%, em todos os extratos. Para *E. procumbens* as diferenças foram observadas a partir da concentração de 15% no extrato foliar e 20% nos demais, sendo o parâmetro velocidade de emergência o mais afetado, em todos os extratos a partir de 5% (Tabela 2).

Discussão

As espécies nativas com maior força de associação e com potencial alelopático sobre *N. glauca* apresentam atributos importantes para os objetivos do presente estudo, como embasamento para programas de prevenção e controle deste táxon. A coexistência das espécies autóctones com a espécie alóctone é permitida por características morfológicas e fisioló-

gicas específicas que influem na capacidade competitiva de cada espécie (Callaway *et al.* 2005, Shea e Chesson 2002, Von Holle 2005). Um desses fatores é a liberação de compostos capazes de inibir o desenvolvimento de outras espécies, os aleloquímicos.

A eficiência da utilização do potencial alelopático como recurso em programas de controle da flora invasora é comprovada em diversos trabalhos (Medeiros *et al.*, 1990; Souza-Filho *et al.* 1997a, Souza-Filho *et al.* 1997b, Souza-Filho e Alves 2000), e está associada a fatores externos, como variações climáticas (Souza-Filho e Alves 2002). Einhellig (1996) afirma, ainda, que os efeitos dos aleloquímicos podem ser mais severos em ambientes com déficit hídrico, como a região semiárida.

A presença de aleloquímicos na planta não é uniforme. Podem estar distribuídos em todas as partes da planta, divergindo de espécie para espécie (Rodrigues *et al.* 1992). A espécie autóctone que apresentou maior efeito alelopático sobre *N. glauca* foi *T. spinosa*. O tratamento caule apresentou potencial alelopático tão elevado que a germinação foi nula, demonstrando que a maior parte dos aleloquímicos estão concentrados nessa região. Esses resultados corroboram com a realidade encontrada no campo, de fato *T. spinosa* apresenta alta sociabilidade com *N. glauca*, mesmo a espécie exótica invasora apresentando características muito agressivas (Fabricante *et al.* 2015). Estudos semelhantes feitos por Aires (2007) demonstraram que espécies nativas do cerrado apresentam efeito alelopático sobre exóticas invasoras, reduzindo diversos parâmetros, como a porcentagem e a velocidade de emergência, assim como foi observado neste trabalho.

T. spinosa é autógama e se adapta rapidamente às mesmas condições ambientais vigentes da invasora (Allard 1971), como terrenos baldios e encostas. *I. asarifolia* apresenta alta capacidade reprodutiva (altas taxas de frutificação, elevado número de sementes por fruto, altas taxas de germinação e facilidade de rebrota) e rápido crescimento (Baker 1974, Chaves 2009, Kiill e Ranga 2003), é encontrada em terrenos abandonados e em margens de estradas, açudes e rios (Tokarnia *et al.* 2000). Assim, as duas espécies podem ser consideradas prioritárias para a utilização em programas de controle de *N. glauca*, não somente pelo efeito alelopático mas também pelas características que apresentam no campo.

As espécies *M. tomentosa*, *S. galheirensis* e *E. procumbens*, apesar de não possuírem efeito ale-

lopático, demonstram características de grande importância para recuperação de áreas degradadas. Por exemplo, *M. tomentosa* apresenta alto sucesso reprodutivo, mecanismos de adaptação a regiões com secas prolongadas e capacidade de colonizar habitats perturbados (Machado e Sazima 2007). *S. galheirensis* é comum em margens de estradas e veredas da Caatinga (Castro e Cavalcante 2010), indicando fácil adaptação a ambientes antropizados e *E. procumbens*, que apresenta alta força de associação com a invasora, produz flores e frutos o ano todo (Melo e Semir 2010) e forma populações densas (Abrantes e Agra 2004).

As características das espécies nativas corroboram para a utilização destas em programas de prevenção e controle de *N. glauca*. São adaptadas aos mesmos ambientes em que a espécie exótica invasora invade na Caatinga, a exemplo de taludes, bota-foras, margem de estradas e bordas de fragmentos (Fabricante et al. 2013). Além disso, o potencial reprodutivo facilitaria a implantação nessas áreas e o sucesso de estabelecimento, reduzindo a germinação da invasora.

A recuperação dos ambientes naturais, que inclui espécies arbóreas pioneiras, capazes de competir pelo mesmo nicho da invasora, juntamente com outras formas de controle da *N. glauca* poderá restituir e acelerar a resiliência do ecossistema invadido. Segundo Zenni (2010), essa recuperação permite o restabelecimento da capacidade do ambiente original em manter populações de espécies nativas em quantidade e diversidade. Ainda segundo o autor, diminuir a intensidade e frequência de ocorrências de degradação permite que as espécies autóctones possam competir e excluir espécies exóticas. Moyle e Ellsworth (2004) afirmam que comunidades simples são invadidas mais facilmente porque existem poucas espécies com adaptações necessárias para escapar da competição com espécies invasoras. Porém, vale ressaltar, que a introdução destas espécies tende a não ser suficiente para conter a invasão e que o manejo da invasora propriamente dita é essencial.

Conclusão

As espécies *T. spinosa*, *M. tomentosa*, *E. procumbens*, *I. asarifolia* e *S. galheirensis* são indicadas para plantios consorciados em áreas invadidas, ou, áreas suscetíveis a invasão por *N. glauca* na Caatinga. Ensaios em campo devem ser realizados para a avaliação de outros aspectos im-

portantes para o sucesso da aplicação dos resultados desse estudo, tais como: (i) protocolos de produção de mudas; (ii) adequação da densidade de plantas e; (iii) disposição das espécies consorciadas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas da Caatinga (CRAD/UNIVASF) e ao Ministério da Integração.

Referências Bibliográficas

- ABRANTES, H. F. L.; AGRA, M. F. Estudo etno-medicinal das Boraginaceae na caatinga paraibana, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Paraná, v. 85, n. 1, p. 7 – 12, 2004.
- AIRES, S. S. **Potencial alelopático de espécies nativas do Cerrado na germinação e desenvolvimento inicial de invasoras**. 61f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgar Blucher, 1971. 381p.
- AYANA, A. L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in Agroecosystems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Philadelphia, v. 18, n. 6, p. 697–739, 1999.
- BAKER, H. G. **The evolution of weeds**. Palo Alto: Annual Review of Ecology System, 1974. v. 5, p. 1-24.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Brasil, 2009. 399 p.
- BRITO, I. C. A. **Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macacar e de milho**. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-Árido, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.
- CALLAWAY, R. M.; RIDENOUR, W. M.; LABOSKI, T.; WEIR, T.; VIVANCO, J. M. Natural selection for resistance to the allelopathic effects of invasive plants. **Journal of Ecology**, London, v. 93, p. 576-583, 2005.
- CASTRO, A. S.; CAVALCANTE, A. Malva (*Sida galheirensis*). In: CASTRO, A.S. **Flores da Caatinga**

- ga = **Caatinga flowers**. Campina Grande, 2010. p. 52-53.
- CHAVES, D. P. **Intoxicação experimental por *Ipomoea asarifolia* em ovinos: achados clínicos, laboratoriais e anatomopatológicos**. 7f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, Londres, v. 345, n. 1311, p. 101-118, 1994.
- DRUMOND, M. A.; LIMA, P. C. F.; SOUZA, S. M.; LIMA, J. L. S. Sociabilidade das espécies florestais da caatinga em Santa Maria da Boa Vista-PE. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 4, p. 47 – 59, 1982.
- EINHELLIG, F. A. Interactions involving allelopathy in cropping systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 886-893, 1996.
- EMBRAPA. **Embrapa Solos UEP Recife**. 2006. Disponível em <www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html>. Acesso em: 16 fevereiro 2014.
- FABRICANTE, J. R.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. Plantas Exóticas e Invasoras das Caatingas do Rio São Francisco. In: SIQUEIRA-FILHO, J. A. **Flora das Caatingas do Rio São Francisco: História Natural e Conservação**. Rio de Janeiro, 2012. p. 366-393.
- FABRICANTE, J. R.; ARAÚJO, K. C. T.; CASTRO, R. A.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. 2013. *Nicotiana glauca* Graham. In: FABRICANTE, J. R. **Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga**. Florianópolis, 2013. v. 1, p.29-36.
- FABRICANTE, J. R.; CASTRO, R. A.; ARAÚJO, K. C. T.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. Atributos ecológicos da bioinvasora *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae) e avaliação da susceptibilidade de sua ocorrência no Brasil. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 959-967, 2015.
- FERREIRA, A. G. Interferência, competição e alelopatia. In: FERREIRA A. G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, 2004. p. 251 -262.
- FONT QUER, P. **Dicionário de botânica**. Barcelona: Editorial Labor, 1985.
- HOUBEN, Z.; SHAOLIN, P.; JINRONG, W.; HUILIN, X.; BAOMING, C. Allelopathic potential of native plants on invasive plant *Mikania micrantha* H.B.K. in South China. **Allelopathy Journal**, Haryana, v. 22, n. 1, p. 189–196, 2008.
- INSTITUTO HÓRUS. **Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental**. 2012. Disponível em <<http://www.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 16 fevereiro 2014.
- KATHIRESAN, R. M. Allelopathic potential of native plants against water hyacinth. **Revista Elsevier**, Amsterdam, v. 19, p. 705–708, 2000.
- KIILL, L. H. P.; RANGA, N. T. Ecologia da polinização de *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. &Schult. (Convolvulaceae) na região semi-árida de Pernambuco. **Revista Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 355 - 362, 2003.
- LABORIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, p.174-186, 1976.
- LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 13 fevereiro 2014.
- LOVETT, J.; RYUNTYU, M. 1992. Allelopathy: Broadenind the context. In: RIZVI S. J. H., RIZVI V. **Allelopathy: Basicas and applied aspects**. London, 1992. p.480.
- MACHADO, I. C.; SAZIMA, M. Pollination and breeding system of *Melochia tomentosa* L. (Malvaceae), a keystone floral resource in the Brazilian Caatinga. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 618-620, 2007.
- MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176–177, 1962.
- MANO, A. R. O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearensis* S.) sobre a germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho**. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.
- MEDEIROS, A. R. M.; CASTRO, L. A. S; LUCCHESI, A. A. Efeitos alelopáticos de algumas leguminosas e gramíneas sobre a flora invasora. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.47, p. 1-10, 1990.
- MELO, J. I. M.; SEMIR, J. Taxonomia do gênero *Euploca* Nutt. (Heliotropiaceae) no Brasil. **Revista Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 111 - 132, 2010.

- MORO, M. F.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; QUEIROZ, L. P.; FRAGA, C. N.; RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia?. *Acta Botanica Brasilica*, v. 26, n. 4, p. 991-999, 2012.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Espécies Exóticas Invasoras: Situação Brasileira. **Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas**, Brasília, p. 23, 2006.
- MOYLE, P. B.; ELLSSWORTH, S. **Alien invaders. Essays on wildlife conservation**. Disponível em < <http://www.marinebio.org/oceans/conservation/moyle/index.asp> >. Acesso em: 11 julho 2014.
- NEE, M. **Flora de Veracruz: Solanaceae**. Veracruz: Instituto Nacional de Investigaciones, 1986. 191p.
- OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferrea* na germinação de alface. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1397-1403, 2012a.
- OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P.; MEDEIROS FILHO, F. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 3, p. 480 - 483, 2012b.
- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 130 – 136, 2001.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1974. 1p.
- RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1992. 18p.
- SCHENKEL, E. P.; ZANNIN, M.; MENTZ, L. A.; BORDIGNON, S. A. L.; IRGANG, B. Plantas Tóxicas. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre, 2003. p.959-993.
- SHEA, K.; CHESSON, P. Community ecology theory as a framework for biological invasions. **Revista Elsevier**, Amsterdam, v. 17, p. 170-176, 2002.
- SILVEIRA, F. S.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de cascas de jurema preta no desenvolvimento inicial de alface. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 20-27, 2012.
- SCOTT, A. J.; M. KNOTT. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Arlington, p. 507-512, 1974.
- SOUZA-FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. E. Potencial alelopático de forrageiras tropicais: efeitos sobre invasoras de pastagens. **Planta Daninha**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 53-60, 1997a.
- SOUZA-FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. E. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p. 165-170, 1997b.
- SOUZA-FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. Potencial alelopático de plantas de acapu (*Vouacapoua americana*): efeitos sobre plantas daninhas de pastagens. **Planta daninha**, Londrina, v.18, n.3, p.435-441, 2000.
- SOUZA-FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. Mecanismo de liberação e comportamento de aleloquímicos no ambiente. In: SOUZA FILHO, A. P. S, ALVES, S. M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém, p. 111-129, 2002.
- TOKARNIA C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Helianthus, 2000. p.123 - 125.
- VON HOLLE, B. Biotic resistance to invader establishment of a southern Appalachian plant community is determined by environmental conditions. **Journal of Ecology**, London, v. 93, p. 16 - 26, 2005.
- ZENNI, R. D. **Manejo de plantas exóticas invasoras em planos de restauração de ambientes naturais**. São Paulo: Caderno de Mata Ciliar, 2010. n.3.
- ZILLER, S. R. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. 268f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2000.
- ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça

da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 178, p. 77 – 79, 2001.

ZILLER, S. R. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação. In: CAMPOS, J. B., TOS-SULINO, M. G. P.; MULLER, C. R. C. **Unidades de Conservação: Ações para valorização da biodiversidade**. Instituto Ambiental do Paraná. Curitiba, 2006. p.34-52.