

Invasão biológica por *Cryptostegia madagascariensis*: uma abordagem voltada para estresses abióticos

Jailma dos Santos de Medeiros¹, Francisco de Oliveira Mesquita², Leonaldo Alves de Andrade¹, Cleiton José de Oliveira³, Edlânia Maria de Souza⁴ & Jânio Kleiber Camelo de Souza⁵

- (1) Universidade Federal da Paraíba - Campus III, Centro de Ciências Agrárias, Campus Universitário, Cidade Universitária, Areia 58397-000, Paraíba, Brasil. E-mail: jailmagronomia@hotmail.com, leonardo@bol.com.br
- (2) Universidade Federal do Cariri - Campus Crato, Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Rua Ícaro de Sousa Moreira, S/N, Barro Branco, Crato 63130-025, Ceará, Brasil. E-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br
- (3) Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte, Rua Sérvulo Pereira, Centro, Cerro Corá 59395000, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: cleitonpara@hotmail.com
- (4) Universidade Federal da Paraíba - Campus III, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Campus Universitário, Cidade Universitária, Areia 58397-000, Paraíba, Brasil. E-mail: edlania@bol.com.br
- (5) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Departamento de Engenharia Agrícola, Rua Aprígio Veloso, 748/749, Universitário 58429-140, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: janioagronomo@yahoo.com.br

Medeiros J.S., Mesquita F.O., Andrade L.A., Oliveira C.J., Souza E.M. & Souza J.K.C. (2018) Invasão biológica por *Cryptostegia madagascariensis*: uma abordagem voltada para estresses abióticos. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*, 2(1): 36–47. <http://dx.doi.org/10.29215/pecen.v2i1.579>

Resumo: A introdução, acidental ou deliberada, de espécies exóticas por diferentes vetores é atualmente uma das principais mudanças globais, resultando em uma série de problemas. Embora nem todas as introduções de espécies não nativas possuam efeitos negativos, muitos desses táxons podem desencadear efeitos indesejáveis sobre a biodiversidade, desde o nível genético até o nível de paisagens. Este trabalho visou apresentar o conhecimento atual sobre as invasões biológicas por espécies vegetais, particularmente, sobre a invasora *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. Novas introduções são feitas anualmente em todo o mundo e apenas uma pequena parte desses táxons se tornam invasores, mesmo assim, causam sérios danos aos ecossistemas invadidos. O sucesso das plantas infestantes deve-se às características intrínsecas dessas espécies, que garantem as mesmas vantagens competitivas com as espécies nativas e ao nível de perturbação dos novos nichos, que torna os ambientes totalmente favoráveis ao estabelecimento de novas espécies e ao surgimento de áreas monodominadas. Nesse contexto, encontra-se *C. madagascariensis*, trepadeira de origem da ilha de Madagascar, na África, que foi introduzida no Brasil com fins ornamentais, tornando-se invasora de ecossistemas naturais, principalmente em ambientes de mata ciliar e baixadas úmidas, no domínio da Caatinga e ecossistemas associados.

Palavras chave: Espécies exóticas, Caatinga, salinização, déficit hídrico.

Biological invasion by *Cryptostegia madagascariensis*: a focused approach to abiotic stresses

Abstract: The introduction, accidental or deliberate, of exotic species by different vectors is currently a major global changes, resulting in a number of local and global problems. Although not all introductions of non-native species have negative effects, many of the non-native species can have undesirable effects on biodiversity from the genetic level to the landscape. This work aimed to present the current knowledge on biological invasions by species and particularly on invasive *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. New introductions are made every year around the world and only a small part of these taxa become invasive, yet cause serious damage to ecosystems invaded. The success of weed plants is due to the intrinsic

characteristics of these species that ensures the same competitive advantages with native species and the level of disruption in new niches which makes them totally supportive environments to establish new species and the emergence of monodominadas areas. In this context is *C. madagascariensis*, origin of climbing on the island of Madagascar in Africa, which was introduced in Brazil with ornamental purposes, becoming invasive in natural ecosystems, especially in riparian environments and humid lowlands, in the field of savanna and associated ecosystems.

Key words: Exotic species, Caatinga, salination, deficit hydride.

Introdução

O crescimento da população humana e os modelos de desenvolvimento adotados em todo o mundo têm levado à degradação dos recursos naturais e ao desequilíbrio no meio biofísico do planeta. Nesse contexto, destaca-se a invasão biológica, que é caracterizada pela introdução de um organismo exótico em um ambiente distinto daquele de sua ocorrência natural, o qual, ao se adaptar, passa a competir com vantagem com as espécies autóctones. Este fenômeno é considerado uma das principais ameaças à perda de biodiversidade do planeta, atingindo, praticamente, todos os biomas (Rejmánek *et al.* 2005). Embora seja, ainda, um tema pouco explorado, o fenômeno das invasões biológicas ganhou reconhecimento na década de 1990 (Pysek & Richardson 2010).

Dentre as espécies invasoras do bioma Caatinga, nos últimos anos tem se destacado a *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne., vulgarmente conhecida como Unha-do-Cão, Dedo-do-Diabo, dentre outros. Pertencente à família Apocynaceae e nativa da Ilha de Madagascar (África) trata-se de um arbusto trepador, heliófila, que ocorre desde o nível do mar até regiões mais secas como as savanas, dominando notadamente zonas perturbadas, áreas de matas ciliares e/ou sazonalmente alagadas (Klackenberg 2001). Devido às características morfológicas, as suas flores foram introduzidas em diversas regiões com fins ornamentais e, atualmente, constitui um grave problema em países como Austrália, Estados Unidos, Índia, Marrocos, México e Porto Rico (ISSG 2010). No Brasil, esta espécie foi introduzida com fins paisagísticos na década de 80, porém, devido à facilidade de dispersão de suas sementes começou a surgir naturalmente e a formar populações autorregenerantes nos mais diversos sítios, sendo mais agressiva em áreas de mata ciliar e/ou temporariamente alagáveis. Atualmente, já é possível identificar áreas com forte presença desta invasora nos estados do Ceará, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte.

Espécies vegetais que se tornam invasoras geralmente apresentam características ou atributos que as tornam melhores competidoras em relação às espécies nativas, tais como: rápido crescimento, grande produção de sementes pequenas, de fácil dispersão e com alta taxa de germinação, além da presença de substâncias tóxicas (alelopatia), exercendo, assim, dominância nos novos espaços ocupados (Vigilato & Zampar 2011).

No Brasil, eventos de invasão biológica já são constatados em todos os biomas e com diferentes intensidades. No Nordeste, a Caatinga é uma das formações vegetais onde se tem observado a ocorrência de áreas com forte presença de espécies exóticas invasoras, a exemplo de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Andrade *et al.* 2010), *Parkinsonia aculeata* L. (Fabricante *et al.* 2009), *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Souza *et al.* 2011a), entre outras, as quais já vem sendo estudadas, constatando-se sérios prejuízos a biodiversidade autóctone deste ecossistema.

Os países com maior número de espécies invasoras são África do Sul, Nova Zelândia, Austrália e Estados Unidos. Na Nova Zelândia, o número de espécies exóticas já supera o de nativas (Ziller 2001). Na Austrália, a infestação de *Cryptostegia grandiflora* tem proporcionado grande impacto ambiental e econômico naquele país, sendo a produção de pastagens um dos setores econômicos que mais vêm sofrendo com o desenvolvimento da invasora. Além disso, a espécie tem o potencial de modificar o ecossistema fluvial e destruir todos os arbustos decíduos (Armcanz 2001).

Em condições naturais, as plantas estão, frequentemente, sujeitas a estresses ambientais que afetam o seu crescimento e desenvolvimento (Cruz *et al.* 2016). O semiárido nordestino é

caracterizado por baixas e irregulares precipitações pluviométricas e elevada evapotranspiração. Nessas condições, a escassez de água aliada à salinização e sodificação de solos, por processos naturais e, principalmente, decorrentes do manejo inadequado do solo e da água, são os principais fatores de estresses existentes (Sousa *et al.* 2013; Pedrotti *et al.* 2015). Barros *et al.* (2005) citam que os maiores problemas de salinização são representados por solos anteriormente produtivos que se tornaram salinos devido a irrigação mal planejada.

Tendo em vista que os solos da região semiárida estão mais vulneráveis à salinização, devido à baixa precipitação e alta evapotranspiração (Souza *et al.* 2011b), é de suma importância conhecer os níveis de tolerância à salinidade e ao déficit hídrico da espécie invasora ou oportunista conhecida por *Cryptostegia madagascariensis*, pois a tolerância a esses fatores ambientais degenerativos tem levado, possivelmente, ao estabelecimento desta espécie no domínio da Caatinga, a qual vem causando prejuízos econômicos e socioambientais (Brito *et al.* 2015).

Além de provocar alterações na composição florística e na estrutura das comunidades vegetais da Caatinga, a espécie *Cryptostegia madagascariensis* apresenta-se como uma ameaça a fruticultura, pois ela serve de hospedeira para a cochonilha *Orthezia praelonga* (Peronti *et al.* 2008). No Brasil, *O. praelonga* é considerada como sendo a principal cochonilha que ataca os *Citrus* spp., e vem assumindo importante papel como praga nos últimos anos, tanto na citricultura quanto na floricultura.

Este trabalho tem como objetivo compilar estudos desenvolvidos com as invasões biológicas por espécies vegetais e, particularmente, com *Cryptostegia madagascariensis*, visando conhecer o estado da arte do referido tema.

Desenvolvimento

Caracterização da espécie *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne

A espécie *Cryptostegia madagascariensis* é nativa da ilha de Madagascar, pertencente à família da Apocynaceae e conhecida vulgarmente como Unha-do-Cão, Leiteira ou Trepadeira (Souza *et al.* 2009). Encontrada em climas tropicais, tem sido amplamente dispersada em grande parte do mundo devido à sua popularidade como planta ornamental e para a extração de seu conteúdo de látex para a fabricação de borracha (Leão *et al.* 2011) (Figura 1).

Conforme Andrade (2013) há registros de invasão por *Cryptostegia madagascariensis* na Austrália, no leste da África, Egito, Marrocos, Ilhas Maurício, Índia, sudeste da Ásia, México, Estados Unidos, França (Nova Caledônia) e Ilhas Fiji. Nos Estados Unidos, *C. madagascariensis* é considerada, pelo conselho de plantas exóticas da Flórida, como uma espécie que tem demonstrado um grande potencial de perturbar as comunidades de plantas nativas (Starr *et al.* 2003).

Na Austrália, a floração ocorre de dezembro a fevereiro, enquanto no Brasil o florescimento de *Cryptostegia madagascariensis* ocorre, principalmente, entre os meses de novembro e dezembro (ISSG 2010). O fruto é exibido durante todo o ano, mas com maior frequência em janeiro e fevereiro, levando cerca de quatro meses para atingir o tamanho máximo (média de 6.44 cm de comprimento, 2.45 cm de altura e 3.4 cm de largura), e 210 dias para a deiscência. Cada fruto produz, em média, 96.5 sementes com germinação de 93% (Vieira *et al.* 2004).

No Brasil, a espécie *Cryptostegia madagascariensis* tem sido amplamente dispersa pelo homem, particularmente por sua popularidade como planta ornamental devido a sua floração lilás, e também por intervenções naturais, como os cursos d'água e pelo vento (Starr *et al.* 2003). Acredita-se que por produzir grande quantidade de sementes do tipo comosas, dispersão anemocórica e alto índice de germinação, sua dispersão fugiu do controle, facilitando a competição com as espécies nativas (Anselmo *et al.* 2010).

Até recentemente não se tinham confirmados registros de *Cryptostegia madagascariensis* se comportando como uma planta oportunista ou invasora no bioma Caatinga. Porém, em fevereiro de 2007, a visita dos cientistas Robert Weingart Barreto (Universidade

Federal de Viçosa, Brasil) e Harry C. Evans (Centre for Agriculture and Biosciences International, Reino Unido) em áreas selecionadas e indicadas por Herrera e Major (comunicação pessoal) para a observação de infestações no estado do Ceará (ao longo das bacias dos rios Choró e Jaguaribe) confirmou um “ataque” generalizado e infestação destrutiva da vegetação ribeirinha, constituindo-se uma ameaça grave para a biota local, particularmente para as espécies endêmicas como a palmeira carnaúba [*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore]. Esta palmeira é uma fonte de cera e outros produtos de uso corrente pelas comunidades tradicionais de onde a mesma ocorre (Lorenzi *et al.* 1996). A cera de carnaúba tem múltiplos usos, podendo ser usada em diversas áreas, como na indústria de alimentos, cosméticos, farmacêutica, computadores e outras, sendo extraída de forma sustentável pela população local (Figura 1A–B).

Com hábito de crescimento trepador, *Cryptostegia madagascariensis* desenvolve-se formando grandes maciços populacionais (Figura 1C), os indivíduos crescem entremeados ou se projetam sobre a copa das árvores nativas em áreas de matas ciliares. Em vastas áreas do Estado do Ceará este já é um cenário muito frequente, onde a planta oportunista compete, principalmente, com a carnaubeira, matando-a por asfixia ou sombreamento, já que a mesma desenvolve ramos trepadores com grande produção de biomassa que impedem a passagem de luz, causando asfixia, estrangulamento e tombamento, provocando a morte dos espécimes atingidos (Andrade 2013). Este cenário ocasiona prejuízos econômicos para os produtores rurais, já que grande parte vive da extração da carnaubeira (Silva *et al.* 2009; Anselmo *et al.* 2010).

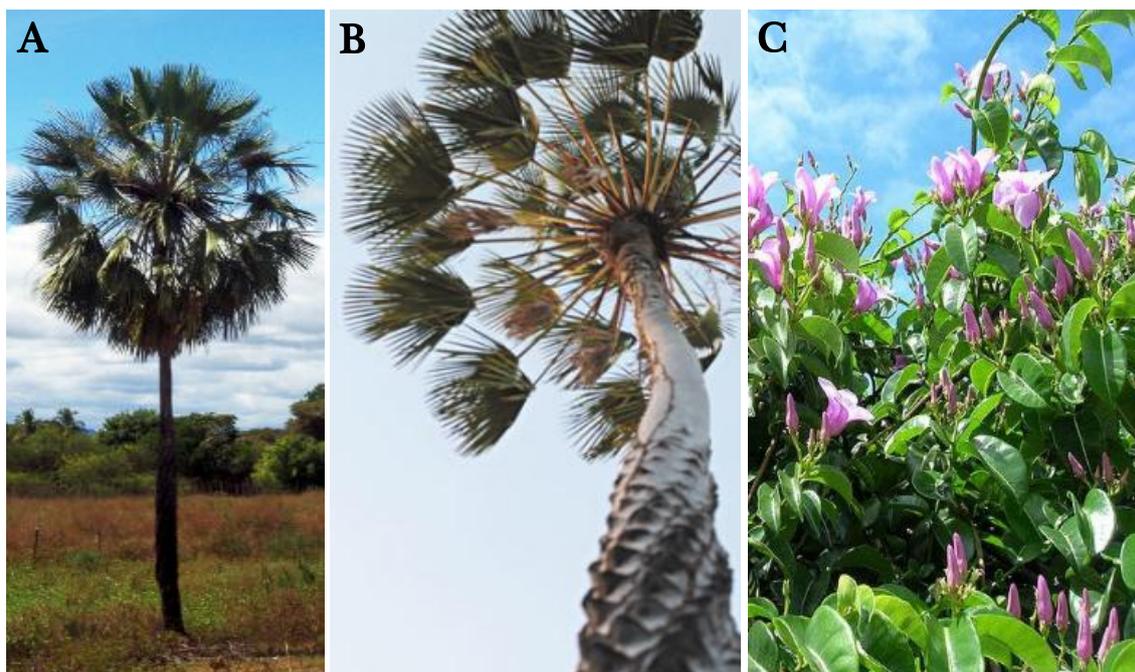


Figura 1. Plantas de carnaubeiras (A e B) e plantas invasoras (C) competindo por espaços, nutrientes minerais e água.

Algumas observações de campo, feitas por Silva & Cavalcante (2009), constataram que, no Ceará, a espécie *Cryptostegia madagascariensis* encontra-se nas áreas de serra, litoral e sertão. Os mesmos autores ainda afirmam que em áreas litorâneas, sobre dunas, a planta invade ambientes antropizados, tanto de forma isolada quanto de forma aglomerada, formando densos maciços populacionais. A extensão das infestações no Ceará e outros estados vizinhos está atualmente sendo investigada, mas há evidências de que infestações generalizadas ocorrem em muitas áreas de Nordeste do Brasil, inclusive nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Em estudos realizados por Sousa (2014), constatou-se que a invasão por *C. madagascariensis* no Ceará alterou a composição florística e a estrutura das comunidades vegetais da Caatinga, de modo que pelos parâmetros avaliados, fica evidente a capacidade da referida invasora em

modificar os ecossistemas por ela ocupados. Áreas invadidas por esta espécie têm sido identificadas em diferentes regiões do Nordeste brasileiro por pesquisadores do Laboratório de Ecologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias/CCA/UFPB, a exemplo do Piauí, do Sertão da Paraíba e, ultimamente, na Caatinga sublitorânea, nos municípios de Alagoa Grande e Juarez Távora.

Além de provocar alterações na composição florística e na estrutura das comunidades vegetais da Caatinga, a espécie *Cryptostegia madagascariensis* apresenta-se ainda como uma ameaça a fruticultura, pois ela serve de hospedeira para a cochonilha *Orthezia praelonga* (Souza *et al.* 2016), conforme (Figura 2). No Brasil, *O. praelonga* é considerada como sendo a principal cochonilha que ataca os *Citrus* spp., assumindo uma grande importância como praga nos últimos anos na citricultura e também na floricultura. A presença de mecanismo de resistência a situações de estresse pode conferir às plantas invasoras maior potencial de estabelecimento, tendo em vista que outros ecossistemas, como regiões semiáridas ou áreas alagadas, podem ser afetadas por esta e outras espécies oportunistas. A resposta à situação de estresse varia de acordo com as características intrínsecas de cada espécie estudada (Souza *et al.* 2011a).



Figura 2. Composição florística da *Cryptostegia madagascariensis* (A) e seu papel como hospedeira para a cochonilha *Orthezia praelonga* (B), principal cochonilha que ataca os *Citrus* spp.

Invasões Biológicas

A invasão biológica pode ser definida como sendo um fenômeno ecológico que consiste na instalação seguida de grande proliferação de uma espécie alóctone, levando ao desequilíbrio da comunidade (Pivello 2011; Araújo *et al.* 2017). Após a introdução dessas espécies alóctones, a invasão biológica (processo em que o táxon passa ao ultrapassar diversas barreiras bióticas e abióticas) pode ou não ocorrer (Richardson *et al.* 2000). Os mesmos autores ainda delimitam as etapas, com base na relevância das barreiras que são ou não ultrapassadas durante esse processo, para definir a partir de que momento esses táxons passam a ser denominados como Espécies Exóticas Invasoras. A saber, quando a espécie ultrapassa as barreiras que a impedem de se reproduzir, sexuada e/ou assexuadamente, de maneira regular e sem a necessária intervenção humana, quando transpõe as barreiras que a impedem de se dispersar e alcançar áreas distantes de onde foi introduzida e quando adquire a capacidade de competir com os fatores bióticos e abióticos naturais da região, a esses fatores, chamamos de competição intraespecífica de plantas ou espécies exóticas invasoras (Souza *et al.* 2009; Vilà *et al.* 2011).

O desempenho de uma espécie em um novo ambiente está diretamente relacionado com a semelhança entre esse ambiente e o local de origem, assim como ao número de introduções da

espécie no novo local (Rejmánek *et al.* 2005; Marchante *et al.* 2008). Além disso, espécies vegetais que se tornam invasoras geralmente apresentam características ou atributos que as tornam melhores competidoras, tais como: rápido crescimento, grande produção de sementes pequenas e de fácil dispersão, alta taxa de germinação das sementes e presença de substâncias tóxicas (alelopatia), que conferem a estes organismos vantagens competitivas em relação às espécies nativas, exercendo, assim, dominância nos novos espaços ocupados (Vigilato & Zampar 2011; Rascher *et al.* 2011).

Outro fator determinante para o estabelecimento das espécies no novo ambiente é a ausência de inimigos naturais (Matos *et al.* 2009; Blossey 2011). O uso excessivo dos recursos naturais que fragiliza os ambientes e diminui efetivamente a diversidade natural do ecossistema invadido também é um dos principais fatores que contribui para o estabelecimento de espécies exóticas (Zanchetta & Diniz 2006). Segundo Mielke *et al.* (2015), as ações antrópicas são as principais responsáveis pelo surgimento de condições favoráveis ao estabelecimento de espécies invasoras.

A introdução de espécies vegetais em muitos países é normalmente associada a interesses humanos, inicialmente pela exploração da espécie com fins ornamentais ou alimentícios (Richardson & Rejmánek 2011). Atualmente, o uso de espécies exóticas em silvicultura tem contribuído para a disseminação nos ecossistemas naturais em todo o mundo. No Brasil, é comum agências governamentais recomendarem o cultivo de espécies exóticas como solução à falta de práticas no uso da biodiversidade nativa em diversas situações, como na recuperação de áreas degradadas e como fonte de alimento animal, entretanto não fazem nenhuma orientação em relação ao controle de sua dispersão (Campos *et al.* 2006). *Acacia mearnsii* de Wild., por exemplo, foi introduzida intencionalmente para uso na agricultura, silvicultura e ornamentação (ISSG 2010). Além do mais, em nosso país, problemas de invasão biológica já são constatados em todos os biomas, em diferentes intensidades.

No Nordeste, a Caatinga é uma das formações vegetais onde se tem observado a ocorrência de áreas com forte presença de espécies exóticas invasoras ou plantas oportunistas, a exemplo de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Andrade *et al.* 2008; Andrade *et al.* 2010), *Parkinsonia aculeata* L. (Fabricante *et al.* 2009) e *Sesbania virgata* (Cav.) (Souza *et al.* 2011a) (Figuras 3–4), entre outras, as quais já foram identificadas como espécies invasoras, constatando-se sérios prejuízos a biodiversidade autóctone deste bioma.

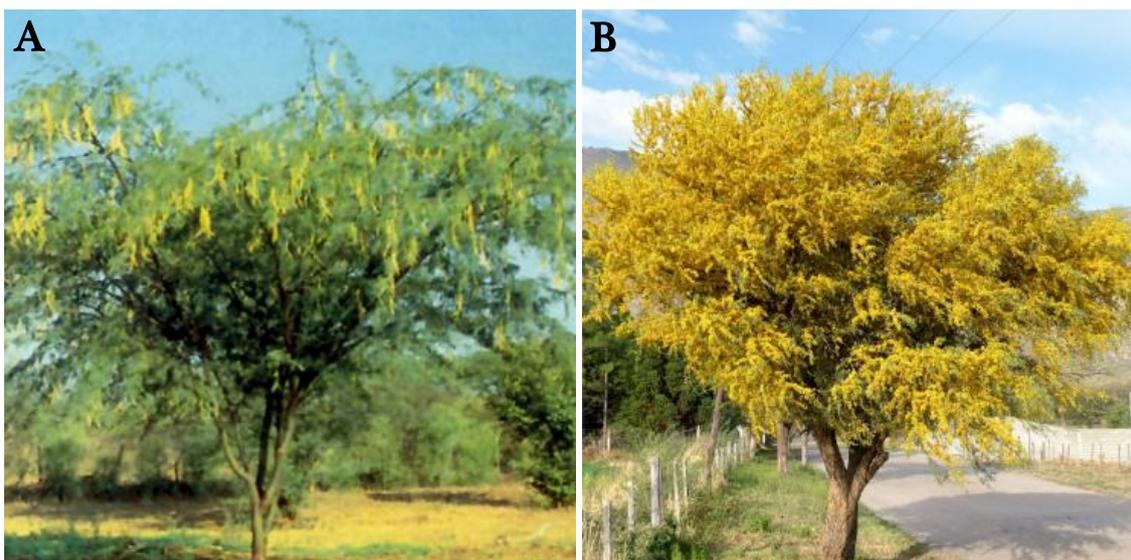


Figura 3. Plantas de algarobas (*Prosopis juliflora*) (A) e espinho-de-judeu (*Parkinsonia aculeata*) (B), consideradas espécies exóticas invasoras da Caatinga.



Figura 4. Plantas de cambaí-amarelo (*Sesbania virgata*) considerada uma das espécies exóticas invasoras da Caatinga.

Salinização dos solos e seus efeitos nas plantas

O acúmulo de sais no perfil do solo provocado pela irrigação com água de salinidade elevada associada a outras práticas realizadas na agricultura, como a aplicação excessiva de fertilizantes minerais de elevado índice salino, torna-se um risco para a produção agrícola em muitas áreas irrigadas do mundo (Silva *et al.* 2009; Cruz *et al.* 2016). Esses riscos são potencializados tanto pela carência de pluviosidade como pela distribuição irregular das chuvas, bem como pela deficiência de drenagem dos solos para lixiviação dos sais acumulados nas camadas superficiais para as mais profundas (Pedrotti *et al.* 2015), como é o caso da maioria dos solos da região semiárida do Nordeste brasileiro.

O excesso de sais no solo exerce efeitos negativos sobre a fisiologia das plantas como resultado de interações iônicas, osmótica e nutricional e de alterações hormonais (Taiz & Zeiger 2004; Silva *et al.* 2007; Cruz *et al.* 2016). Elevadas concentrações salinas prejudicam o crescimento e desenvolvimento das plantas resultando, também, em desequilíbrio nutricional e acúmulo excessivo de Na^+ e outros íons nos diferentes órgãos vegetais, sobretudo na parte aérea (Pedrotti *et al.* 2015). Elevado conteúdo de sódio elevam o pH do solo, causando desbalanço nutricional e diminuindo a disponibilidade de alguns nutrientes às plantas (Taiz & Zeiger 2004). Além disso, em altas concentrações, o sódio promove o fenômeno de dispersão de argila, proporcionando o entupimento de poros, diminuindo a capacidade de armazenamento e movimentação de água e aumentando a resistência mecânica à penetração de raízes (Ribeiro *et al.* 2009; Pedrotti *et al.* 2015).

O desbalanço nutricional, provocado pelo excesso de sais (Na e Cl) na solução do solo, leva a um distúrbio na absorção de nutrientes, alterando as concentrações dos elementos N, P, Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} e Na^+ na planta, refletindo em alterações no funcionamento de importantes processos metabólicos vegetais (Ribeiro *et al.* 2009; Pedrotti *et al.* 2015).

As principais alterações fisiológicas incluem redução na taxa de crescimento, fotossíntese, condutância estomática, transpiração e condutividade hidráulica das raízes, além de injúria e abscisão foliar (Silva *et al.* 2009; Cruz *et al.* 2016). Um dos métodos para se avaliar os

efeitos da salinidade sobre as plantas é a partir da produção relativa, definida pelo coeficiente entre a produção obtida nos diferentes níveis de sais em relação ao tratamento controle, isto é, a produção obtida no meio não salino que representa os 100% da produtividade alcançada (Mesquita *et al.* 2015).

Em estudo realizado por Sousa *et al.* (2016) com a espécie invasora *Cryptostegia madagascariensis*, avaliando os impactos sobre a regeneração natural em fragmentos de Caatinga, de um comparativo de três áreas distintas, foi constatado que a invasão biológica por *C. madagascariensis* reduz a riqueza de espécies e prejudica a autorregeneração das espécies autóctones da Caatinga.

Efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas

As plantas terrestres absorvem água do solo e estão continuamente perdendo-a através da parte aérea exposta ao ambiente atmosférico. Absorção, transporte e transpiração de água pelo vegetal, das raízes até as folhas, são processos básicos do balanço hídrico (Taiz & Zeiger 2004; Pezzopane *et al.* 2015). A água retida nos tecidos da planta depende do balanço entre a absorção de água do solo e outros fatores que reduzam a absorção e transporte de água, induzindo uma deficiência hídrica nos tecidos. Quando pouca água está disponível num estado termodinâmico apropriado para o seu desenvolvimento, o vegetal encontra-se em situação de déficit hídrico (Larcher 2006).

Esse tipo de estresse abiótico, geralmente aumenta a resistência difusiva ao vapor de água pelo fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e consequentemente o suprimento de CO₂ para a fotossíntese. Segundo Hsiao (1973), o fechamento estomático é um mecanismo sensível e visa minimizar o déficit hídrico nas plantas durante o período de seca. Todavia, há um prejuízo no processo de crescimento causado pela redução da captação de moléculas de CO₂ para fotossíntese. Muitos desses efeitos refletem mecanismos de adaptação ao ambiente (Nogueira *et al.* 2003).

Entre os aspectos avaliados para análise da tolerância/sensibilidade da planta ao déficit hídrico, destaca-se o potencial hídrico foliar, potencial osmótico e conteúdo relativo de água, transpiração, temperatura foliar e conteúdo de carboidratos e outros solutos compatíveis. Alterações no comportamento estomático podem ser averiguadas pelo aumento da resistência difusiva e diminuição da transpiração em várias espécies (Albuquerque 2004; Scalon *et al.* 2011).

Segundo Pezzopane *et al.* (2015), a redução ou a interrupção completa do crescimento é considerada a primeira e mais séria das consequências fisiológicas para as plantas ao déficit hídrico, uma vez que compromete o alongamento celular. No entanto, as consequências do déficit hídrico sobre o desenvolvimento das plantas dependem da intensidade e duração do estresse e da capacidade genética das plantas em responderem às mudanças ambientais (Mutava *et al.* 2015). A literatura reporta como resposta à seca, a redução do ritmo de crescimento em altura, no diâmetro do colo, no número de folhas, alterações na razão raiz: parte aérea, na produção de matéria seca, na produtividade e em casos extremos, morte do vegetal (Silva *et al.* 2003; Albuquerque 2004).

Bioma Caatinga

A Caatinga, também denominada savana estépica, é constituída por árvores e arbustos espinhosos, xerófilos, caducifólios, com plantas suculentas e estrato estacional. Esse tipo de vegetação cobre a maior parte da região Nordeste do Brasil nas áreas de clima semiárido, ocupando aproximadamente 85.500 km², o que representa cerca de 10% do território nacional e se estende por grande parte da região Nordeste e Norte de Minas Gerais (SNIF 2012).

A fisionomia vegetal da Caatinga pode variar de arbórea à arbustiva, aberta ou densa, ocorrendo sobre diferentes tipos de solos, desde profundos a arenosos, com grande taxa de infiltração de água em áreas sedimentares até solos rasos, com baixa taxa de infiltração de água nas áreas cristalinas (Araújo & Martins 1999). Sua conservação é importante para a biodiversidade brasileira (Leal *et al.* 2003), porém é um dos ambientes que detêm menos

conhecimento científico no Brasil, possuindo menos de 2% da área protegida como unidade de conservação integral. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA 2002), estudos sobre a conservação da biodiversidade da Caatinga constituem um dos maiores desafios da ciência brasileira, devido à enorme importância deste bioma e também por se inserir entre os biomas mais degradados pelo homem.

A ausência de conhecimento científico somado à degradação ambiental, que hoje já atinge 60% da área do bioma, criam lacunas de informações com reflexos negativos para a conservação (Tabarelli & Vicente 2002). A flora da Caatinga apresenta elevado potencial de riqueza, que tem sido explorada de forma irracional através do corte de madeira para lenha, da contínua remoção da vegetação para a criação de bovinos e caprinos, e para a implantação de culturas, levando ao seu empobrecimento (Leal *et al.* 2005).

Considerações finais

As invasões biológicas por espécies vegetais têm causado impactos nos mais diversos ecossistemas em todo o mundo. O sucesso das espécies invasoras deve-se, principalmente, às suas características próprias que permitem que as mesmas possam competir com vantagens em relação às espécies nativas e ao nível de perturbação dos novos nichos; os quais se tornam favoráveis ao estabelecimento de novas espécies e ao surgimento de áreas monodominadas. Vários são os impactos decorrentes das invasões biológicas, dentre estes os principais são a redução da biodiversidade, as alterações na funcionalidade das comunidades invadidas e as perdas de bens e serviços.

Considerando que os serviços dos ecossistemas são de grande importância para a manutenção da biodiversidade e que a variedade de impactos, causados pelas espécies exóticas invasoras, leva ao desequilíbrio dos ecossistemas, assim como perdas ambientais, econômicas e sociais, torna-se necessário que estudos sejam realizados com vistas a determinar quais as implicações para o meio ambiente e para a sociedade.

No que se refere à espécie *Cryptostegia madagascariensis*, pouco se sabe sobre os impactos causados por este táxon o que torna indispensável a necessidade de conhecer o seu comportamento e os impactos causados ao meio, a fim de desenvolver tecnologias e formas de gestão e controle eficientes, no sentido de minimizar os impactos causados sobre os ecossistemas invadidos.

Agradecimentos

Aos avaliadores anônimos pela revisão crítica do manuscrito.

Referências

- Albuquerque M.B. (2004) Efeito dos estresses hídrico e salino na germinação, crescimento inicial e relações hídricas da mangabeira (*Hancarnia speciosa* Gomes). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.
- Andrade L.A. (2013) Plantas Invasoras: espécies exóticas invasoras da caatinga e ecossistemas associados. Campina Grande: Epgraf. 100 p.
- Andrade L.A., Fabricante J.R. & Alves A.S. (2008) Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.: Impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. *Natureza & Conservação*, 6(1): 61–67.
- Andrade L.A., Fabricante J.R. & Oliveira F.X. (2010) 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*, 32(3): 249–255. doi: 10.4025/actascibiols.ci.v32i3.4535

- Anselmo G.C., Carneiro L.A., Nascimento C.A., Brito C.B.M., Coelho I.M.A. & Bonilla O.H. (2010) Estudo de fitoinvasores cearenses. *62ª reunião anual da SBPC, Ciências do Mar: herança para o futuro*, 1(1): 2176–2221.
- Araújo F.S. & Martins F.R. (1999) Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Acta Botanica Brasílica*, 13(1): 1–13.
- Araújo H.T.N., Brito S.F. & Pinheiro C.L. (2017) A alelopatia aumenta o potencial invasor de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.? *Enciclopédia Biosfera*, 14(25): 1–12.
- Armcanz (2001) Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Forestry Ministers. Weeds of National significance rubber vine (*Cryptostegia grandiflora*) strategic plan. Launceston: National Weeds Strategy Executive Committee. 314 p.
- Barros M.F.C., Fontes M.P.F., Alvarez V.H. & Ruiz H.A. (2005) Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(3): 320-326.
- Blossey B. (2011) Enemy release hypothesis (p. 193–195). *In*: Simberloff D. & Rejmanek M. (Eds). Encyclopedia of biological invasions. Berkeley: University of California Press. 792 p.
- Brito S.F., Pinheiro C.L., Nogueira F.C.B., Filho S.M. & Matos D.M.S. (2015) Influence of light on the initial growth of invasive *Cryptostegia madagascariensis* Bojer in the Brazilian semiarid region. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 37(3): 385–392. doi: 10.4025/actascibiols.ci.v37i3.28179
- Campos J.B., Tossilino M.G.P. & Muller C.R.C. (2006) Unidades de conservação ação para valorização da biodiversidade. Curitiba: Governo do Estado do Paraná. 344 p.
- Cruz F.R.S., Andrade L.A. & Alves E.U. (2016) Estresse salino na qualidade fisiológica de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. *Ciência Florestal*, 26(4): 1189–1199. doi: 10.5902/1980509825110
- Fabricante J.R., Andrade L.A., Feitosa R.C. & Oliveira L.S.B. (2009) Respostas da *Parkinsonia aculeata* L. ao corte e queima em área invadida no agreste paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4(3): 293–297. doi: 10.5039/agraria.v4i3a11
- Hsiao T.C. (1973) Plant responses to water stress. *Annual Review Plant Physiology*, 24: 519-570.
- ISSG - Invasive Species Specialist Group. (2010) A Compilation of Information Sources for Conservation Managers. Disponível em: <http://www.issg.org/database> (Acessado em 31.08.2014).
- Klackenberg J. (2001) Revision of the genus *Cryptostegia* R. Br. (Apocynaceae, Periplocoideae). *Adansonia*, 23(2): 205–218.
- Larcher W. (2006) *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos, SP: Ed. Rima Arts e Textos. 531 p.
- Leal I.R., Tabarelli M. & Silva J.M.C. (2003) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 804 p.
- Leal I.R., Silva J.M.C., Tabarelli M. & Thomas E.L. (2005) Mudando o curso da conservação da biodiversidade da caatinga do nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, 1(1): 139–146.
- Leão T.C.C., Almeida W.R., Dechoum M. & Ziller S.R. (2011) *Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas*. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. 99 p.
- Lorenzi H., Souza H.M., Medeiros-Costa J.T., Cerqueira L.S.C. & Von Behr N. (1996) *Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum. 303 p.
- Marchante E., Kjoller A., Struwe S. & Freitas H. (2008) Invasive *Acacia longifolia* induce changes in the microbial catabolic diversity of sand dunes. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(10): 2563–2568. doi: 10.1016/j.soilbio.2008.06.017
- Matos D.M.S. & Pivello V.R. (2009) O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. *Ciências Culturais*, 61(1): 27–30.
- Mesquita F.O., Batista R.O., Costa A.G., Malheiros S.M.M., Costa J.P.N., Oliveira Filho F.X. & Campos V.C. (2015) Irrigação com águas salina e biofertilizante na produção de fitomassa de nim. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 11(1): 85–92. doi: 10.30969/acsa.v11i1.521

- Mielke E.C., Negrelle R.R.B., Cuquel F.L. & Lima W.P. (2015) Espécies exóticas invasoras arbóreas no parque da Barreirinha em Curitiba: registro e implicações. *Ciência Florestal*, 25(2): 327–336. doi: 10.5902/1980509818451
- MMA - Ministério do Meio Ambiente, dos recursos hídricos e da amazônia legal. (2002) Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga. Distrito Federal: CI - Conservação Internacional, Universidade Federal de Pernambuco, Fundação Biodiversitas, Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, MMA - Ministério do Meio Ambiente. 6 p.
- Mutava R.N., Prince S.J.K., Syed N.H., Song L., Valliyodan B., Chen W. & Nguyen H.T. (2015) Understanding abiotic stress tolerance mechanisms in soybean: A comparative evaluation of soybean response to drought and flooding stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 86(1): 109–120. doi: 10.1016/j.plaphy.2014.11.010
- Nogueira R.J.M.C., Albuquerque M.B. & Silva Júnior J.F. (2003) Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomática em plântulas de mangabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25(1): 15–18. doi: 10.1590/S0100-29452003000100006
- Pedrotti A., Chagas R.M., Ramos V.C., Prata A.P.N., Lucas A.A.A.T. & Santos P.B. (2015) Causas e consequências do processo de salinização dos solos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 19(2): 1308–1324. doi: 105902/2236117016544
- Peronti A.L.B.G., Sousa-Silva C.R. & Willink M.C.G. (2008) Revisão das espécies de Ceroplastinae Atkinson (Hemiptera, Coccoidea, Coccidae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(2): 139–181. doi: 10.1590/S0085-56262008000200001
- Pezzopane C.G., Santos P.M., Cruz P.G., Altoé J., Ribeiro F.A. & Valle C.B. (2015) Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. *Ciência Rural*, 45(5): 871–876. doi: 10.1590/0103-8478cr20130915
- Pivello V.R. (2011) Invasões Biológicas no Cerrado Brasileiro: Efeitos da Introdução de Espécies Exóticas sobre a Biodiversidade. 2011. Disponível em: <http://www.ecologia.info/cerrado.htm> (Acessado em 20.11.2013).
- Pysek P. & Richardson D.M. (2010) Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *Annual Review of Environment and Resources*, 35: 25–55. doi: 10.1146/annurev-environ-033009-095548
- Rascher K.G., Stoltenberg A.G., Maguas C., Meira-Neto J.A.A. & Werner C. (2011) *Acacia longifolia* invasion impacts vegetation structure and regeneration dynamics in open dunes and pine forests. *Biological Invasions*, 13(5): 1099–1113. doi: 10.1007/s10530-011-9949-2
- Rejmánek M., Richardson D.M., Higgins S.I., Pitcairn M.J. & Grotkopp E. (2005) Ecology of Invasive Plants: State of the Art (p. 104–161). In: Mooney H.A., Mack R., McNeely J.A., Neville L.E., Schei P.J. & Waage J.K. (Eds). *Invasive alien species: a new synthesis*. Washington, DC: Island Press. 368 p.
- Ribeiro M.R., Barros M.F.C. & Freire M.B.G.S. (2009) Química dos solos salinos e sódicos (p. 449–484). In: Melo V.F. & Alleoni L.R.F. (Eds). *Química e mineralogia do solo*. Volume 2. Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 685 p.
- Richardson D.M. & Rejmanek M. (2011) Trees and shrubs as invasive alien species - a global review. *Diversity and Distributions*, 17: 788–809. doi: 10.1111/j.1472-4642.2011.00782.x
- Richardson D.M., Pysek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D. & West C.J. (2000) Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93–107. doi: 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x
- Scalon S.P.Q., Mussury R.M., Euzébio V.L.M., Kodama F.M. & Kissmann C. (2011) Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). *Ciência Florestal*, 21(4): 655–662. doi: 10.5902/198050984510
- Silva S.M. & Cavalcante A.M.B. (2009) Impactos Ambientais e Descrição Morfológica Comparada de Duas Espécies Fitoinvasoras (*Cryptostegia grandiflora* e *C. madagascariensis*) no Estado do Ceará. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço-MG*.

- Silva J.L., Guimarães S.C. & Yamashita O.M. (2009) Germinabilidade de sementes de *Chloris barbata* (L.) Sw. em função de temperatura e nitrato de potássio. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 7(1): 45–53.
- Silva E.C., Nogueira R.J.M.C., Neto A.D.A. & Santos V.F. (2003) Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. *Acta Botanica Brasílica*, 17(2): 231–246.
- Silva M.O., Freire M.B.G., Mendes A.M.S., Freire F.J., Duda G.P. & Souza C.E.S. (2007) Risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2(1): 08–14.
- SNIF - Sistema Nacional de Informação Florestal. (2012) Disponível em: www.florestal.gov.br (Acesso em 31.08.2014).
- Sousa F.Q. (2014) Estrutura Fitossociológica de Remanescentes de Caatinga e Avaliação do Banco de Sementes do Solo em Áreas Invasidas por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. no Estado do Ceará. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, Paraíba.
- Sousa F.Q., Andrade L.A. & Xavier K.R.F. (2016) *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.: impactos sobre a regeneração natural em fragmentos de caatinga. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 11(1): 39–45. doi: 10.5039/agraria.v11i1a5357
- Sousa L.A., Guimarães L.L., Reis A.T., Costa I.S.C., Araújo J.P., Dias F.Y.E.C., Monteiro C.C. & Bonilla O.H. (2013) Crescimento da fito invasora *Cryptostegia madagascariensis* submetida a estresse salino. Recife: I CONICBIO, II CONABIO, VI SIMCBIO. Volume 2. 11 p.
- Souza R.C.C., Calazans S.H. & Silva E.P. (2009) Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. *Ciência e Cultura*, 61(1): 35–41.
- Souza V.C., Andrade L.A., Bezerra F.T.C., Fabricante J.R. & Feitosa R.C. (2011a) Avaliação populacional de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae Lindl.), nas margens do rio Paraíba. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(2): 314–320.
- Souza E.P., Silva I.F. & Ferreira L.E. (2011b) Mecanismos de tolerância a estresses por metais pesados em plantas. *Revista Brasileira de Agrociência*, 17(1): 167–173.
- Starr F., Starr K. & Loope L. (2003) *Cryptostegia* spp. - Rubber Vine, Asclepiadaceae. United States Geological Survey -- Biological Resources Division Haleakala Field Station, Maui, Hawai'i. *Hawai Technology*, 10: 370–383.
- Tabarelli M. & Vicente A. (2002) Lacunas de conhecimento sobre as plantas lenhosas da Caatinga (p. 25–40). In: Sampaio E.V.S.B., Giulietti A.M., Virgínio J. & Gamarra-Rojas C.F.L. (Orgs) Vegetação e Flora da Caatinga. Recife: APNE/CNIP. 176 p.
- Taiz L. & Zeiger E. (2004) Fisiologia vegetal. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed. 719 p.
- Vieira M.F., Leite M.S.O., Grossi J.A.S. & Alvarenga E.M. (2004) Biologia reprodutiva de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. (Periplocoideae, Apocynaceae), espécie ornamental e exótica no Brasil. *Bragantia*, 63(3): 325–334. doi: 10.1590/S0006-87052004000300002
- Vigilato G.R. & Zampar R. (2011) Suscetibilidade das zonas de recuperação de uma unidade de conservação à invasão biológica por espécies arbóreas exóticas. *Revista de Saúde e Biologia*, 6(3): 25–37.
- Vilà M., Espinar J.L., Hejda M., Hulme P.E., Jarosik V., Maron J.L., Pergl J., Schaffner U., Sun Y. & Pysek P. (2011) Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14(7): 702–708. doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x
- Zanchetta D. & Diniz F. (2006) Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina - SP. *Revista do Instituto Florestal*, 18: 1–14.
- Ziller S.R. (2001) Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência hoje*, 30(178): 77–79.