

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

RELATÓRIO TÉCNICO



Por: ORIEL HERRERA BONILLA

**ESTRATÉGIA DE CONTROLE E MANEJO DA
BIOINVASÃO DE *Cryptostegia madagascariensis*
BOJER EX DECNE. (PERIPLOCOIDEAE,
APOCYNACEAE) NAS MATAS DE CARNAÚBA DO
ESTADO DO CEARÁ**

**FORTALEZA
2015**

1. INTRODUÇÃO

Um dos elementos críticos na globalização da economia é o movimento de organismos nocivos ou de Espécies Invasoras Exóticas (EIE), de uma região para outra, em função do comércio, transporte, trânsito e turismo. Bioinvasão ou bioglobalização de pragas refere-se, portanto, ao deslocamento de organismos vivos de uma região para outra, inadvertida ou intencionalmente, podendo resultar em prejuízos incalculáveis nos âmbitos ambiental, econômico, social e cultural. O termo “bioinvasão” é também utilizado para explicar a introdução e ou dispersão de pragas ao redor do mundo (OLIVEIRA, et al, 2006).

A distribuição espacial e temporal dos organismos é marcada pela movimentação e intercâmbio de espécies, resultando em um equilíbrio entre as migrações e extinções. Esses processos naturais acontecem quando barreiras biogeográficas são transpassadas, podendo ocorrer em escalas geológicas ou em períodos curtos de poucos anos. Mas nos últimos dois séculos uma nova dinâmica vem mudando a história da vida na Terra. Apesar desses eventos naturais ainda continuarem a acontecer, os seres humanos ao longo de sua história e com o grande avanço tecnológico alcançado proporcionaram uma aceleração em tal processo. O transporte de espécies por longas distâncias vem contribuindo para eliminar ou reduzir as barreiras naturais que sempre separaram os ecossistemas e mantiveram sua integridade. É possível observar que a composição da biota de todo o mundo tem ficado mais similar e esta disseminação de espécies promove a perda de diversidade, num processo de homogeneização. Bioinvasão ou invasão biológica é o ato ou efeito de um ou mais organismos invadirem e se estabelecerem em ambientes onde não haviam registros anteriores para a espécie. Entretanto, existem dois tipos de invasões: expansões e introduções. As expansões consistem na dispersão de organismos por mecanismo natural e as introduções ocorrem quando as espécies são transportadas por atividades humanas, intencionalmente ou não, para uma área onde não ocorriam. (SOUZA, 2010).

Em vista do acima citado, o Nordeste do Brasil, não é exceção à problemática da bioinvasão, pois apesar de apresentar condições semi-áridas, existem também espécies de plantas e animais que são objeto do efeito de perda de espaço físico para espécies invasoras.

As carnaubeiras são plantas endêmicas do Nordeste brasileiro e possuem extrema importância para a economia regional, pois a partir de suas palhas, caules e substâncias, são produzidos inúmeros artigos. Um exemplo é a Bagana que é a palha resultante da extração da cera da folha da carnaúba. A cera tem diversas aplicações industriais, e é também exportada. A palha pode ser aproveitada para fins agrícolas em compostagem ou como cobertura morta, para ajudar a conservar a umidade do sol. A palha da carnaúba também é muito utilizada para desenvolver peças artesanais como cestas, trançados, bolsas, chapéus e caixas de beleza inigualável e muito apreciada por turistas que visitam a região, tornando-a também em fonte de renda da população local. A palha da carnaúba também é usada como alimentação animal, estes, em tempo de escassez comem as folhas (palhas) das carnaubeiras pequenas.

Por um lado, coevolução entre nativos e exóticos introduzidos recentemente pode estar nos estágios iniciais. Por outro lado, o conhecimento imperfeito sobre a história da invasão complica os esforços para comparar as atuais invasões com outras que possuem já uma idade conhecida (LEGER & ESPELAND, 2010).

No Nordeste do Brasil temos a presença da planta conhecida como unha-do-cão ou unha-do-diabo que invade áreas de matas ciliares, competindo com a carnaúba, palmeira endêmica. A unha-do-cão (*Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne, Periplocoideae, Apocynaceae) é uma planta originária da ilha de Madagascar, na África e provavelmente foi trazida ao Brasil com fins de ornamentação devido a sua bela flor lilás. É uma planta bastante agressiva na ocupação dos espaços, se apresentando como arbustiva e trepadeira oportunista, matando as demais espécies por asfixia e sombreamento, podendo dizimar grandes extensões de carnaubais, quando não controlada, acarretando

grande problema sócio-econômico. Sua morfologia é de arbusto escandente, com textura semi-herbácea, muito ramificado, lactescente, de 2-3 m de altura quando mantida por meio de podas ou conduzido como semi-trepadeira (arbusto). Pode crescer como trepadeira, atingindo, então, rapidamente os 15 m de altura, possui um rápido crescimento. As plantas podem começar a reproduzir-se em cerca de 200 dias, e estas, produzem grande quantidade de sementes que são rapidamente dispersas pelo vento, inundações, ou através de animais. (STARR et al., 2003). As sementes podem permanecer viáveis até um ano, e estudos têm relatado taxas de germinação variando de 90 a 95% (VIEIRA et al. 2004). Os registros de bioinvasão relacionados a esse gênero, *Cryptostegia*, provém de estudos na Austrália com uma espécie irmã da *C. madagascariensis*, a *C. grandiflora*, ambas com as mesmas características invasivas. (TOMLEY e EVANS, 2004). A *C. madagascariensis* tem a capacidade de se espalhar rapidamente ao longo dos cursos de água, florestas costeiras, pastagens, bordas de florestas e áreas perturbadas. A planta pode formar densos bosques impenetráveis por subir árvores e cobrindo-os, e também pode deslocar e fora competir vegetação nativa.

2. JUSTIFICATIVA

No Nordeste do Brasil, apesar de alguns levantamentos de espécies apontadas como exóticas invasoras, não existem estudos aprofundados e nem registros históricos de bioinvasão. Porém, já são muito evidentes as ocupações e desalojamento de muitas espécies nativas, principalmente daquelas que tem um papel importante na cadeia produtiva regional. Nesta situação, encontra-se a palmeira *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore, hoje considerada por decreto lei como a árvore símbolo do Estado do Ceará - Decreto Nº 27.413, de 30 de março de 2004.

A carnaúba tem bastante importância econômica, histórica e cultural no contexto do semiárido nordestino, sendo fonte de renda principal ou

complementar de milhares de famílias, dentre elas aproximadamente 40 mil famílias cearenses, respondendo, o Ceará e o Piauí, há pelo menos 40 anos, por 87% da produção nacional da cera de carnaúba (ALVES e COELHO, 2008)

A ameaça à carnaubeira pela *Cryptostegia madagascariensis* tem se tornado bastante evidente Figuras 1 e 2. Conhecida popularmente como unha-do-cão (também chamada de viuvinha alegre, unha-do-diabo, boca-de-leão, cipó-de-sapo, etc.),

Esta planta invade espontaneamente principalmente matas ciliares ou planícies aluviais à margem de rios e lagunas temporárias no Nordeste brasileiro. Tem sido constatado em algumas localidades próximas à cidade de Fortaleza, bem como em outros Estados, a presença da unha-do-cão ocupando solos com características diversas e não tão próximas às fontes de água, o que mostra o caráter altamente invasor, e o comprometimento de atividades não somente relacionadas à extração da carnaúba, como pecuária e agricultura, além da ameaça à biodiversidade local por ocupação e destruição de habitats. A unha-do-cão tem sido observada matando centenas de carnaúbas, em variados estágios de desenvolvimento, em diferentes localidades do Ceará por sombreamento e asfixia (Figuras 1 e 2). Inúmeros indivíduos da espécie invasora circundam uma só carnaúba e crescem fechando toda a copa da árvore, impedindo a fotossíntese e dificultando a respiração, causando, em poucos anos, a morte dos indivíduos.

A falta de registros oficiais para os inúmeros casos de bioinvasão e a observação da problemática da unha-do-cão como bioinvasora de carnaubais no Estado do Ceará, além da falta de trabalhos que busquem compreender a ecologia desta relação, despertou o interesse em relação à rápida propagação, adaptação e dominância da *C. madagascariensis* sobre a palmeira nordestina. A partir dos resultados deste estudo, serão implantadas medidas de controle mecânico, químico e biológico da unha-do-cão. Também é relevante levantar informações relacionadas aos processos, mecanismos, distribuição e impactos gerados por essa bioinvasão nos ecossistemas do Semiárido, subsidiando a realização de prognósticos e alertando tanto ambientalistas como autoridades competentes no sentido de reverter tal ameaça.



Figuras 01 e 02: Num bosque de carnaúba observa-se a Unha-do-Cão, cobrindo por completo palmeiras de caranaúba, causando-lhes a morte num curto espaço de tempo. (Fonte: O. Bonilla, 2012).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Contribuir para a elaboração de um plano de manejo e controle da espécie exótica invasora *Cryptostegia madagascariensis* sobre as matas de carnaúba do Estado do Ceará.

3.2 Objetivos específicos

- Descrever a biologia da *C. madagascariensis*;
- Mapear a ocorrência da *C. madagascariensis* no Estado do Ceará;
- Descrever as características dos ambientes invadidos, buscando evidências de preferência da espécie invasora;
- Avaliar a tolerância da planta á salinidade
- Estabelecer métodos de controle integral e mecânico da *C. madagascariensis*;
- Testar métodos de controle químico e biológico no combate à *C. madagascariensis*;

- Difundir na comunidade os resultados em forma de seminários, cursos, panfletos e cartilhas entre outros;
- Estabelecer parcerias com instituições ou órgãos que contribuam com um plano estratégico de controle da espécie invasora.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Estudo bibliográfico e avaliações metodológicas

Foram realizadas pesquisas bibliográficas intensivas, para verificar registros antigos de ocorrência da bioinvasão desta planta no Brasil e especificamente no Nordeste. Isto permitiu obter formas variáveis de metodologias para os testes de germinação de sementes em câmara climática e em substrato, além dos testes com salinidade em rizotron, para observação de desenvolvimento radicular e produção de biomassa. Há evidências de ocupação desta planta em solos com um alto nível de salinidade em países de ocorrência natural como Madagascar, Nova Zelândia e Austrália. Está sendo concluído o levantamento de informações sobre a planta em bancos de dados existentes em países asiáticos e da Austrália, lugares onde há histórico de invasão com a espécie objeto de estudo nesta pesquisa.

4.2 Registros de ocorrência

Foram realizadas viagens a localidades com indicação de invasão por *Cryptostegia madagascariensis*, (Figura 03) onde foram coletadas amostras da planta para identificação e herborização. A identificação foi feita segundo a Chave de Klackenberg (2001), e as excisas montadas foram depositadas no Herbário Prisco Bezerra, da Universidade Federal do Ceará.



Figura 03 – *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne, consorciada com espécies de plantas de manguezal no município de Camurupim – Piauí.

Em viagens próximas devemos coletar amostras de tecido vegetal, para análise das estruturas morfo-anatômicas e fisiológicas a fim de verificar se há diferença entre os diversos pontos de coleta e estabelecer parâmetros de diferenciação e adaptação aos ambientes climáticos e pedológicos.

4.3 Análises de solo

Foram realizadas diversas expedições, em 18 localidades do estado do Ceará e 15 em estados, como Rio Grande Do Norte (Mossoró, Açu, Apodi, Felipe Guerra, Carnaubais, Lajedo de Soledade), estado da Paraíba, (Sousa - Parque dos Dinossauros), e no Piauí (Floriano, São Raimundo Nonato, Parnaíba, Piripiri, São João da Fronteira, Dom Pedro II, Camurupim e Luiz Correia), (Figura 04), onde foram coletadas amostras de solos invadidos por *Cryptostegia madagascariensis*, onde estas se desenvolveram naturalmente. Foram retiradas três amostras de solos para cada localidade em duas profundidades distintas: de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm de profundidade. As amostras foram secadas ao ar livres durante uma

semana. Posteriormente foram secas na estufa para acondicioná-las para armazenamento. Essas amostras foram previamente tratadas para análise de cor, de acordo com a cartela de cores de Munsell. Após verificação da cor do solo, seco e úmido, as amostras foram encaminhadas posteriormente para uma análise físico-química no Laboratório Bio Análise Pascoal, situado na Rua Dr. José Lourenço, 980, Meireles, Fortaleza, Ceará. Após as análises laboratoriais, as amostras foram trabalhadas em delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados e as médias submetidas ao teste de Tukey para comparação de médias a 5% de probabilidade, estabelecendo, assim, as diferenças de concentrações de nutrientes. A partir dos dados do resultado do laboratório, foram feitos planilhas e gráficos para estudo e análise dos parâmetros.

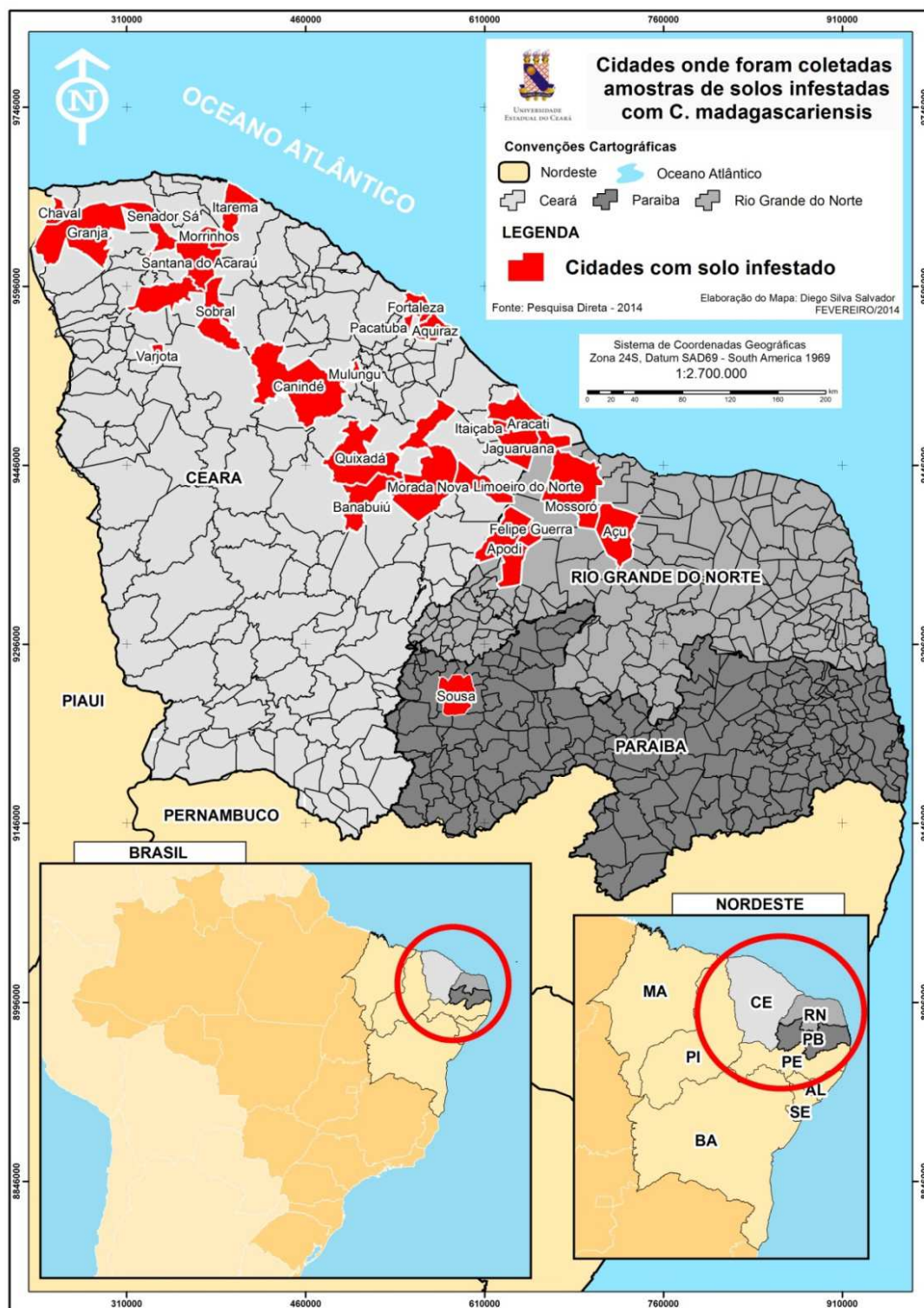


Figura 04. Mapa esquemático da representação de algumas localidades em que foram coletadas amostras de solos infestados por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.

4.4 Testes de salinidade

4.4.1 Testes de salinidade em rizotron

O Rizotron (Figura 5) é um equipamento desenvolvido com paredes de vidro para observação do crescimento de raízes de forma que a ecologia e a função das raízes possam ser elucidadas (McMICHAEL; TAYLOR, 1987 apud IDO, 2003).

As plântulas utilizadas nesse experimento foram provenientes de germinação em substrato, húmus de minhoca, de sementes de frutos maduros. No 15º dia de crescimento, 50 plântulas da semeadeira foram transferidas para os cinco rizotrons, 10 plântulas em cada, contendo solução nutritiva (HERRERA, 1997) para o grupo controle, e solução nutritiva acrescida de quantidades diferentes de NaCl (5 mM, 10 mM, 15 mM e 20 mM) para o grupo teste.

Antes de realizar a transferência das plântulas, estas foram medidas em comprimento total e radicular em centímetros, com auxílio de uma régua, e pesadas em balança semi-analítica Bel Engineering.

O acompanhamento diário do crescimento da raiz de plântulas de *C. madagascariensis* em rizotron laboratorial contendo solução nutritiva foi feita também para a confirmação da dominância da unha-do-cão sobre a planta nativa em relação à profundidade e à quantidade de raízes secundárias, além de ser um referencial ao limite de salinidade.

Cinco rizotrons foram utilizados, cada um contendo 10 plântulas provenientes do teste de germinação de frutos maduros. O comprimento da raiz principal e do comprimento total em intervalos de 72 horas, cujos valores foram utilizados para calcular a taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de elongação absoluta (TEA) (PARKER, 1995 apud FORTUNATO; NICOLoso, 2004). A TCR e TEA foram feitas para cada rizotron, com a média dos crescimentos final e inicial, de acordo com as seguintes fórmulas:

$$TCR = \ln W_2 - \ln W_1 / \Delta T$$

$$TEA = (C_f - C_i) / \Delta T = \text{mm h}^{-1}$$

Onde:

W_2 = Crescimento médio na fase final (altura em cm)

W_1 = Crescimento médio na fase inicial (altura em cm)

ΔT = tempo (dia)

Onde:

C_f = comprimento médio final (cm)

C_i = comprimento médio inicial (cm)

T = tempo (h)



Figura 05 – Plântulas de unha-do-cão cultivadas no rizotron com solução nutritiva.

O pH e a condutividade elétrica da rizosfera foi analisado semanalmente, coletando-se uma amostra do substrato contido em cada rizotron. O pH foi medido com auxílio de um pHmetro Cole-Parmer portátil, de exatidão de ± 0.2 pH e resolução de 0.1 pH; e a condutividade elétrica, com um condutivímetro de bancada Adamo

Para a obtenção dos resultados estatísticos foi realizado análise de variância seguido do teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade. Ainda neste experimento, pesamos a massa seca das raízes e a massa seca da parte

aérea de cada plântula, em miligramas, resultando na relação entre a massa seca de raízes e da parte aérea.

4.4.2 Teste de salinidade em substratos

1º EXPERIMENTO.

O experimento consiste no teste de resistência à salinidade de plântulas em diferentes substratos (areia, vermiculita e húmus de minhoca), com 15 plântulas para cada substrato, cada uma em um vaso plástico, com a logística apresentada na tabela 1.

Tabela 1 – Apresentação esquemática do experimento de salinidade em substrato.

SUBSTRATO\ [NaCl]	0 mM	5 mM	10 mM	15 mM	20 mM
AREIA	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas
VERMICULITA	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas
HÚMUS	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas	15 plântulas

Sementes de *Cryptostegia* foram, então, plantadas em semeadeiras de isopor, sendo uma semeadeira para cada tipo de substrato (uma contendo areia, uma contendo vermiculita e uma contendo húmus de minhoca). As sementes, então, foram regadas diariamente, por 10 dias, com água destilada.

No 11º dia, então, as plântulas foram transplantadas para vasos plásticos de 11 cm de diâmetro, sendo que as plântulas da semeadeiras de areia vão para os vasos contendo areia, e da mesma forma ocorrerá com as plântulas germinadas em vermiculita e húmus.

Antes de as plântulas serem transplantadas, foi realizada medição, em centímetros, de comprimento total e radicular, com auxílio de uma régua, além de as plântulas serem pesadas, em balança semi-analítica Bel Engineering.

O experimento tem duração de quatro meses, ou até todas as plântulas morrerem. Durante todo o experimento as plântulas serão medidas em comprimento aéreo uma vez por semana. Ao final, então, todos os indivíduos sobreviventes serão novamente pesados e medidos em comprimento total e radicular.

Durante os primeiros dez dias de experimento, as plântulas foram regadas diariamente com solução nutritiva, além de permanecerem em ambiente arejado e sombreado. A partir do 11º dia, essas plântulas foram alocadas em área com insolação, e passaram a ser regadas com soluções salinas (solução nutritiva acrescida de quantidades diferentes de NaCl – 0 mM, 5 mM, 10 mM, 15 mM e 20 mM) , também diariamente. O objetivo é comparar os resultados com os teste do Rizotron.

2ºEXPERIMENTO.

Realizado de abril a junho de 2013. O experimento foi conduzido no viveiro da área experimental do Laboratório de Ecologia da Universidade Estadual do Ceará - UECE (campos Itaperi) em Fortaleza-Ce (Figura 06),no período de Abril a Junho.



Figura 06 – Vista parcial da área experimental do Laboratório de Ecologia Vegetal (LABOECO).

Para testar a tolerância salina da *Cryptostegia madagascariensis*. Foram coletadas sementes maduras que foram plantadas em uma semeadeira de isopor preenchidas com vermiculita, sendo dado um tempo de vinte dias para que as sementes germinassem. Os vasos e os pratos foram lavados, etiquetados e preenchidos com um dos três substratos (areia, vermiculita e adubo) o qual teve um delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 5×3 , sendo o primeiro fator correspondente aos tratamentos salinos (0 mM, 5 mM, 10 mM e 15 mM e 20 mM) e o segundo aos três tipos de substratos com 10 repetições(Figura 07).



Figura 07 – *Cryptostegia madagascariensis* BOJER EX DECNE em vasos com o substrato no início do experimento.

No dia da transferência as plantas foram colocadas nos vasos de trezentos gramas e colocadas primeiramente abaixo de um telhado durante um período de três dias, para se adaptarem ao novo ambiente. Durante esses dias as plantas foram regadas com água.

Após três dias os vasos foram transferidos para um canteiro durante o período da tarde para que as plantas não fossem expostas a alta radiação solar do horário do meio-dia. No quarto dia as plantas começaram a ser regadas com solução nutritiva seguindo o protocolo de Breckler (1976) adicionado de NaCl. Durante o período de sessenta dias as plantas foram regadas com sua concentração de NaCl correspondente que estava indicada na etiqueta, sendo realizada uma medição de todas as plantas a cada seis dias com o auxílio de uma

régua milimetrada de trinta centímetros.

Após os sessenta dias todas as alturas foram tabeladas no Microsoft Office Excel 2007 e com elas foram calculados a Taxa de Crescimento Absoluto e a Taxa de Crescimento Relativo (TCA e TCR respectivamente) de acordo com a formula de Samuelson et al. (1992) e Salim (1989).

4.5 Testes de germinação

4.5.1 Germinação de sementes em viveiro

Sementes de frutos maduros de *C. madagascariensis* foram testadas quanto à sua viabilidade e qualidade de desenvolvimento em substratos diferentes. Foi, então, realizado experimento de germinação de sementes de unha-do-cão em três substratos diferentes: areia (T1), húmus de minhoca (T2) e vermiculita (T2). Foram utilizadas três semeadeiras de isopor, com 200 células cada, preenchidas com o substrato, totalizando 600 sementes para o experimento, que foi alocado na zona experimental do Laboratório de Ecologia da Universidade Estadual do Ceará, sob a sombra, recebendo, entretanto, luminosidade. As sementes foram colocadas na superfície da célula, sendo uma semente por célula, tentando reproduzir o que ocorre na natureza. O experimento foi regado com água destilada em abundância a cada 24 horas, sendo tomadas as medidas de altura da plântula no nono dia e no décimo dia, e calculadas as taxas de crescimento relativo (TCR).

4.5.2 Germinação em câmara climática

O experimento foi organizado em esquema fatorial 4 x 4, em delineamento inteiramente casualizado. As 16 placas de Petri contendo 400 sementes no total foram acondicionadas em estufa de germinação com fotoperíodo de 12 h, variando a temperatura de 30°C (dia) a 20°C (noite). A leitura do teste foi realizada a cada 24 h a partir do primeiro dia de germinação,

sendo o critério de avaliação das sementes germinadas a emergência de radículas. A porcentagem de germinação foi representada pelo somatório das plântulas obtidas durante as contagens.

4.5.3 Teste de germinação em câmara climática com variação de fotoperíodo

O experimento foi realizado a fim de testar em qual fotoperíodo as sementes de unha-do-cão germinam com mais eficácia. Então, foram testados dois fotoperíodos: 12\12h, variando a temperatura de 30°C (dia) a 20°C (noite); e 13\11h, variando a temperatura de 13 horas com 30°C (dia) e 11 horas com 20°C (noite). Oito placas de Petri contendo 25 sementes cada foram utilizadas para cada fotoperíodo, totalizando 400 sementes para o experimento. As placas contendo sementes de *Cryptostegia* foram acondicionadas em estufa de germinação com fotoperíodo controlado para cada variante. A leitura do teste foi realizada a cada 24 h a partir do início do experimento, sendo o critério de avaliação para sementes germinadas foi a emergência de radículas. A porcentagem de germinação foi representada pelo somatório das plântulas obtidas durante as contagens, e o cálculo do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), segundo Vieirra e Carvalho (1994).

$$IVG_{(plântulas\ dia)} = \frac{\Sigma_1}{N_1} + \frac{\Sigma_2}{N_2} + \dots + \frac{\Sigma_n}{N_n}$$

Onde:

Σ = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, terceira e nas contagens subseqüentes, até a última

N = número de dias da semeadura até a primeira, segunda e última contagem.

4.6 Levantamento Fitossociológico

Entre as localidades infestadas com a Unha-do-cão no estado do Ceará optou-se por escolher uma área próxima a capital, mas que as plantas de carnaúbas estivessem seriamente comprometida com a bioinvasão, de tal forma que facilitasse o monitoramento periódico. Para isso foi selecionada uma área 40x40 metros no município de Pacatuba, em local pouco antropizado e próximo a um fonte de água. Neste local foi feito um levantamento fitossociológico. Iniciou-se dividindo o terreno em 81 sub parcelas de 6m². Em cada uma dessas unidades foram tomadas medidas de comprimento à altura do peito das árvores de unha-do-cão, contagem de *Cryptostegia* e carnaúba, além da identificação e contagem e medição de altura das espécies nativas.

4.7 Estratégias de manejo e controle

O manejo da *C. madagascariensis* tem a intenção de recuperar as matas de carnaúba afetadas pela bioinvasão, resgatando a funcionalidade ecológica e a resiliência do ambiente. No entanto, isto só será possível estabelecendo-se metas focadas no controle da espécie exótica invasora.

O objetivo é reduzir a densidade e a abundância da espécie invasora para um nível aceitável, sem que continue causando danos às espécies nativas. Inicialmente faz-se necessário definir a extensão e as condições da área a ser manejada. A espécie nativa notoriamente mais afetada pela invasão da *C. madagascariensis* é a *Copernicia prunifera*, a carnaúba. Um estudo ecológico mais detalhado do ambiente afetado permitirá a constatação de um possível prejuízo causado pela unha-do-cão a outras espécies nativas. Os resultados relacionados com os primeiros testes de controle da bioinvasão da *C. madagascariensis* mostram que por em quanto a melhor época para estabelecer um plano de manejo no campo é durante a época da estiagem, logo após o corte das folhas da carnaúba. Isto é indicado, porque com os trabalhos de corte e extração das folhas da carnaúbas, são feitos caminhos de acesso pelos trabalhadores (vareiros). O

solo também está seco; as plantas de *C. madagascariensis* diminuem um pouco seu metabolismo, pela falta de água no solo e também perdem parcialmente parte de sua folhagem. Isto permite um melhor acesso a área para um melhor controle das plantas que competem com as carnaubeiras (figuras 08 e 09). Facilita também todo o trabalho de controle.



Figuras 08 e 09 - Aspectos da área experimental durante a estiagem

Após o trabalho do levantamento fitossociológico, foram iniciados os trabalhos de campo, na área experimental, localizado no município de Pacatuba, Ceará, entre as coordenadas S 04°00'11,2" e WO 38°35'56,2"; S 04°00'12,9" e WO 38°35'55,7"; S 04°00'10,3" e WO 38°35'58"; S 04°00'11,4" e WO 38°35'59,7", onde foram demarcadas as 81 parcelas de 6 m² (Figuras 10 e 11) que serviram para testes visando o controle da espécie invasora, tais como: corte, corte e destoca, corte e aplicação herbicida Tordon, corte e aplicação de óleo queimado e intacto sem nenhum tratamento/controle (Figuras 12, 13, 14 e 15).

Durante a execução dos tratamentos, foi mensurado o tempo gasto por um trabalhador rural (em minutos) para cada parcela e tratamento.

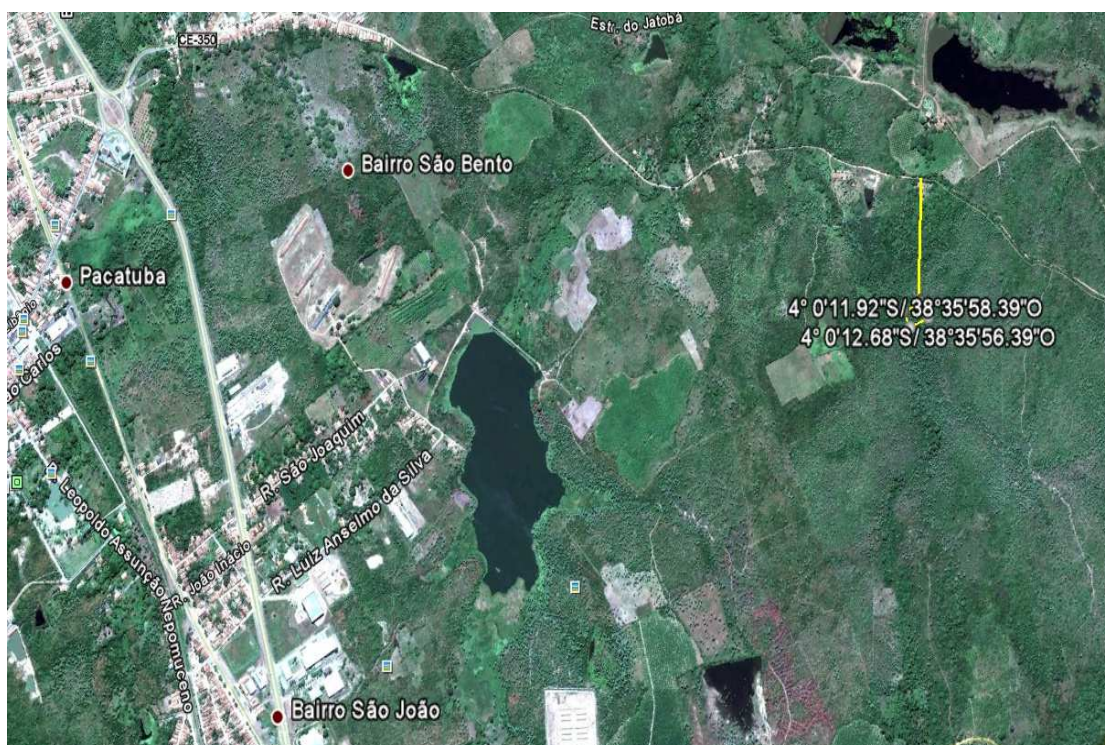


Figura 10 – Vista aérea da localidade (Pacatuba) onde se encontram as áreas demarcadas. Em amarelo está a rota de acesso à área experimental.

INÍCIO-REFERÊNCIA ACAMPAMENTO (L1 P1 EM VERDE): LINHAS NA HORIZONTAL E PARCELAS NA VERTICAL	I	C	CD	CO	CH	I	C	CD	CO	QUANTIDADE DE TRATAMENTOS
	CH	I	C	CD	CO	CH	I	C	CD	
LEGENDAS	CO	CH	I	C	CD	CO	CH	I	C	I=17
INTACTO (I)	CD	CO	CH	I	C	CD	CO	CH	I	C=16
CORTE UNHA-DO-CÃO (C)	C	CD	CO	CH	I	C	CD	CO	CH	CD=16
CORTE E DESTOCA UNHA DO CÃO (CD)	I	C	CD	CO	CH	I	C	CD	CO	CO=16
CORTE E ÓLEO QUEIMADO	CH	I	C	CD	CO	CH	I	C	CD	CH=16
CORTE E HERBICIDA (TORDON)	CO	CH	I	C	CD	CO	CH	I	C	TOTAL: 81 PARCELAS
	CD	CO	CH	I	C	CD	CO	CH	I	FINAL (L9P9 EM VERMELHO)

Figura 11 - Esquema das parcelas em Pacatuba com os seus tratamentos.



Figura 12 - Tratamento corte sendo aplicado.



Figura 13 - Tratamento com óleo queimado sendo aplicado.



Figura 14 - Tratamento com herbicida sendo aplicado.



Figura 15 - Tratamento com destoca sendo aplicado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Registros de ocorrência

Foi registrada a presença da espécie africana, *Cryptostegia madagascariensis*, nas matas de carnaúba, em diversas regiões do Nordeste, como no Ceará: Limoeiro do Norte, Itaíçaba, Aquiraz (Figura 16), Jaguaruana, Aracati, Quixadá (Figura 17), Senador Pompeu; no Rio Grande do Norte: Apodi e Felipe Guerra; no Piauí: Varjota, dom Pedro II e Piripiri; em Pernambuco: Gravatá e Caruarú e na Paraíba: Souza. Existem registros de ocorrências isoladas em outros estados da região Centro-oeste do Brasil, para os quais há excicatas em herbários.

As excicatas das amostras colhidas foram alocadas no Herbário da Universidade Federal do Ceará possuem os seguintes registros:



Figuras 16 e 17 – Localidades de Aquiraz (CE) e Camurupim (PI) respectivamente com a unha-do-cão se desenvolvendo nas matas de carnaúbas.

- nº 47.216 → Limoeiro do Norte -CE
- nº 47.217 → Itaíçaba -CE
- nº 47.218 → Aracati (restinga- mangue) -CE
- nº 47.219 → Aracati (Mangue- Dunas) -CE
- nº 47.220 → Limoeiro do Norte (Antônio Holanda) -CE
- nº 47.777 → Varjota -PI
- nº 47.778 → Aquiraz -CE

A trepadeira é capaz de sufocar áreas extensas de florestas nativas intactas e formar massas impenetráveis que matam as árvores e impedem a passagem de animais e do homem além de impor demandas sobre um recurso hídrico escasso. Ela produz um enorme banco de sementes e quantidades abundantes de um látex tóxico, tornando o seu controle, por métodos convencionais, é extremamente difícil e perigoso.

Esta planta apresenta peculiaridades que a tornam altamente competitiva no ambiente da caatinga, principalmente no que diz respeito às sementes comosas que produz, que são facilmente transportadas pelo vento. Estas se desprendem facilmente do fruto tipo folículo gêmeo, que quando seco é deiscente, variando em comprimento de 6 a 9 cm onde guardam, em média, 83 sementes por folículo.

A síndrome de dispersão das sementes da planta a caracteriza pela facilidade das sementes serem transportadas a longas distâncias e ficarem presas em qualquer lugar onde a penugem da semente fica aderida, ficando longos períodos retidas em árvores, arbustos ou no próprio solo. Quando se inicia a época chuvosa a semente se desprende da penugem, cai no solo ou num ambiente adequado e inicia-se a infestação rapidamente. (Figura 17).



Figura 17 – Aspecto de uma área visitada no Município de Quixeré – CE, com uma amostra do fruto e suas sementes. Observa-se a presença de muitas

plântulas que se originam das sementes que germinam rapidamente junto à planta-mãe.

Nas áreas visitadas infestadas, pode ser observado como a presença de plântulas em todos os estádios de desenvolvimento, compromete a regeneração natural das espécies nativas, afetando o banco de sementes baixo o dossel do bosque, onde as pequenas mudas que conseguem nascer, morrem sufocadas pela unha-do-cão.

Pelos estudos bibliográficos feitos, na ilha de Madagascar na África, de onde a planta é originária, ocorrem duas espécies: *C. grandiflora* e *C. madagascariensis*. Todo parece indicar que *C. grandiflora*, ocupa sítios em terras continentais, e *C. madagascariensis*, ocupa áreas mais próximas à costa, o que parece indicar que esta última tem tolerância a solos com concentrações elevada de NaCl ou outros tipos de sais. Pelos registros feitos a *C. madagascariensis*, no Semiárido nordestino, esta ocupa principalmente as áreas de mata ciliar, mas ocorre também em sítios naturais conservados, sítios naturais degradados, sítios agrícolas, pastagens, sítios ruderais e na faixa posterior aos bosques de mangue. Numa das áreas experimentais (40m x 40m) onde foi feito um levantamento fitossociológico piloto (município de Pacatuba- CE), foram encontradas 18 espécies de plantas: Carnaúba (76 indivíduos), Unha-do-cão (169), Unha-de-gato (7), Sabiá (36), Pata-de-vaca (3), Pacote (2), Mutamba (30), Marmeleiro preto (4), Marmeleiro branco (4), Mandacaru (1), jurema preta (4), Jucá (3), Gameleira (1), Espinho-de-judeu (31), Compositae sp.(22), Coco-babão (4), Chumbinho (3) e Jiquiri (3). Foi observada a notável diferença da quantidade de indivíduos de *C. madagascariensis*, comparativamente à quantidade de indivíduos observada para a *C. prunifera* e outras espécies. A elevada quantidade da unha-do-cão confirma a infestação da área e, de acordo com o índice de Shannon, as biodiversidades presente em três unidades amostrais para a linha, possuíam respectivamente: 2,42 nats/indivíduo, 2,37 nats/indivíduo e 2,68 nats/indivíduo, para a abundância de 58, 78 e 33 unhas-do-cão. Portanto pode-se concluir que a infestação de *Cryptostegia madagascariensis* no bosque de carnaúba no município de Pacatuba

(CE) resultou em uma perda de biodiversidade para o local e isto é grave na medida em que avança o tempo.

Este fato demonstra que, assim como ocorreu na Austrália e na Nova Zelândia, no Nordeste já está causando impactos ao meio físico, meio biológico, saúde humana, economia, agricultura e/ou pecuária.

5.2 Análises de solo

De acordo com a análise de cores pelo sistema de Munsell, a coloração mais presente nos solos foi a ESCALA 2,5 YR = 5/2, como se pode ver na figura 17. Observa-se na figura 18 que as plantas de *C. madagascariensis* estão bem adaptadas em solos com pH ácido (pH = 4,2) até solos com pH básico (pH = 8,3), conforme a figura 18, sem restrição de desenvolvimento. Os valores do pH foram máximos na Fazenda Gasparin (RN), de 0 a 15cm de profundidade - com 8,3 - e mínimo em Bichopá (CE) de 0 a 15 cm de profundidade - com valor de 4,2. Quanto à condutividade elétrica (Figura 19), observa-se que o valor mais baixo foi obtido em Jaguaruana (CE), na amostra de 15 a 30 cm de profundidade (0,28 dS/m). Já o maior, foi encontrado no Sítio Cumbé (CE), de 0 a 15 cm de profundidade (24,32 dS/m), por ser área próxima a manguezais. As médias entre os valores máximos e mínimos da condutividade elétrica e do pH são, respectivamente 12,3 dS/m e 6,25. Percebe-se que a condutividade elétrica dos solos é alta, indicando a pequena quantidade de sais presentes no solo.

Apesar disso, encontram-se também altos valores de condutividade elétrica, geralmente característicos de solos de regiões semiáridas, onde o regime de chuvas é fraco e irregular, causando um acúmulo de sais, e, de regiões próximas a manguezais. A salinização é comum em regiões áridas e semi-áridas, onde a precipitação não é suficientemente expressiva para manter uma lavagem efetiva dos sais que se acumulam no solo (OLIVEIRA, 2008). Os sais ocorrem no solo como cristais ou em solução, ou dissolvido no lençol freático (BURING, 1970). Os sais que realmente contribuem com a salinidade são principalmente sais de cálcio, magnésio e sódio, assim como compostos cloretos, sulfatos e

bicarbonatos, e algumas vezes os carbonatos, presente principalmente em solos com pH acima de 9 (ALLISON, 1964).

As principais fontes de salinidade natural são o intemperismo químico (fonte principal de todos os sais encontrados no solo), a precipitação atmosférica e os sais fósseis remanescentes de ambientes aquáticos (ALLISON, 1964).

Nas matas ciliares nordestinas, principal ambiente onde se pode encontrar a unha-do-cão consorciada com a carnaúba os solos são periodicamente inundados e sofrem bastante intemperismo químico causado pela água.

Segundo estudos feitos na carnaúba, Marinho et al. (2005), avaliaram os efeitos da irrigação com água nas concentrações de sais com condutividade elétrica = 2,2, 5, 10, 15 e 20 dS/m sobre a germinação e o crescimento inicial por 120 dias após semeadura e constataram que o sistema radicular foi a variável mais afetada. Por tolerar apenas níveis intermediários de salinidades, a *Copernicia prunifera* pode ser classificada como glicófita. Para plântulas de *C. prunifera* com até dois meses de idade é recomendável seu plantio no aproveitamento de áreas salinizadas que apresentem condutividade elétrica de até 3 dS/m (HOLANDA et al, 2011).

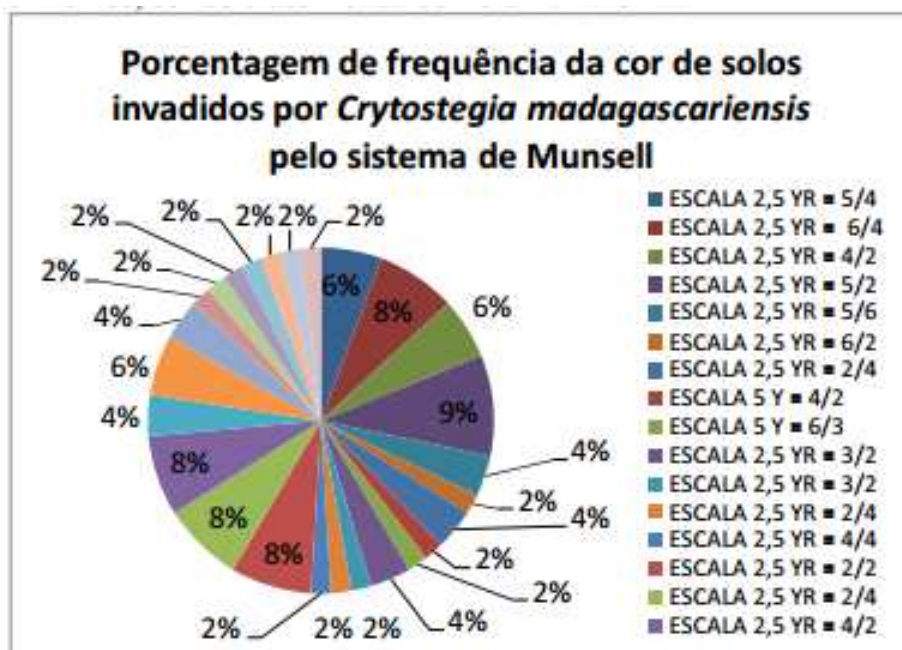


Figura 17 – Porcentagem de freqüência da cor dos solos encontrados nas varias regiões de ocorrência da *Cryptostegia madagascariensis*.

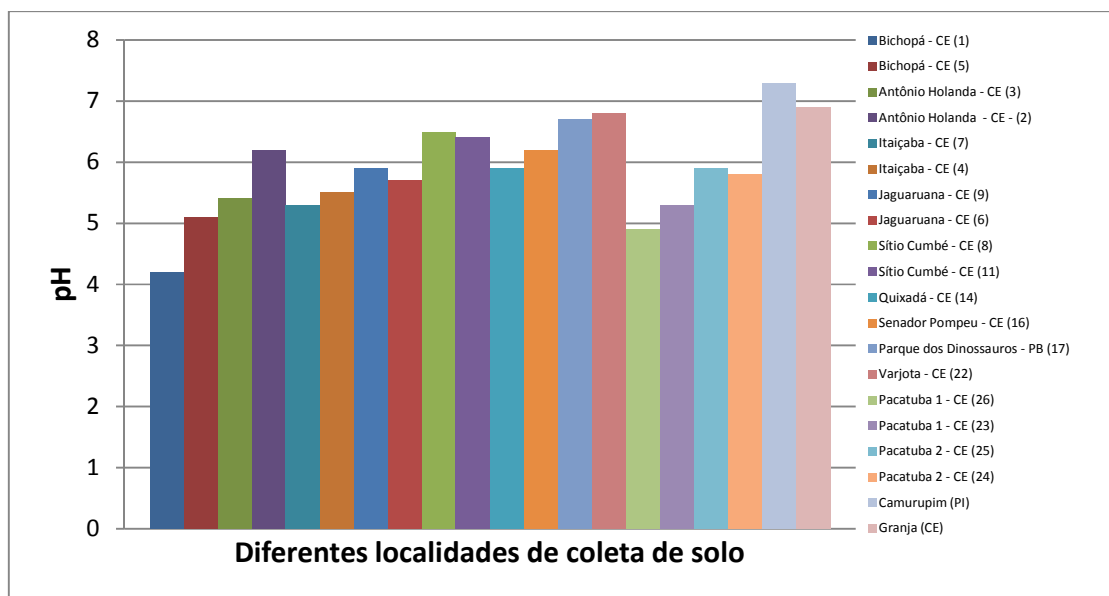


Figura 18 – Ph das amostras de solos nas varias localidades de registro de ocorrência da Unha-do-cão.

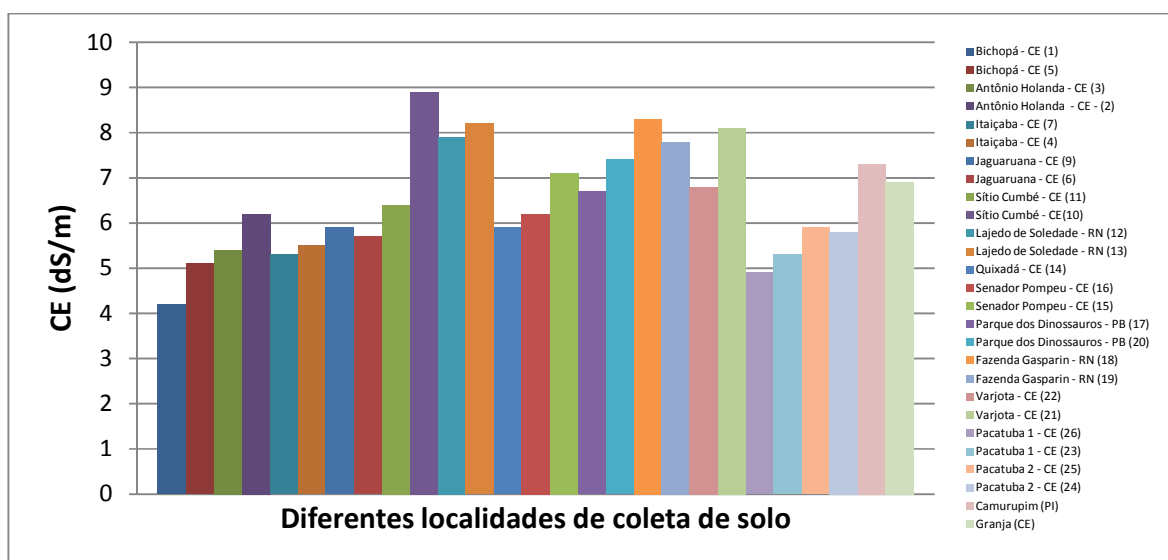


Figura 19 – Condutividade elétrica das amostras de solo.

Elevadas concentrações de íons específicos, sobretudo Na^+ e Cl^- , podem provocar desequilíbrio nutricional nas plantas, sendo frequente a

deficiência de íons como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e nitrato (LAUNCHLI & EPSTEIN, 1990).

Dentre os efeitos mais estudados, destaca-se a redução da concentração de K^+ em função do incremento da salinidade, sendo reconhecido como mecanismo de tolerância de algumas plantas, a capacidade de absorção seletiva de K^+ associada a extrusão de Na^+ (WILLADINO & CAMARA, 2010).

Quando a concentração de Na^+ eleva-se no citosol ocorrem alterações na absorção e no metabolismo do Ca^{2+} . O Na^+ substitui o Ca^{2+} das membranas celulares afetando a permeabilidade das mesmas (RENGEL, 1992). Assim, oferece maior resistência a ambientes com altas concentrações de soluto. O cálcio também está envolvido no processo de tradução de sinal do local de percepção do estresse para o de síntese de proteínas codificadas pelos genes de estresse, os quais regulam o controle da homeostase da célula, do tecido ou do indivíduo (TURKAN & DEMITAL, 2009).

Desse modo, podem-se observar nas próximas figuras alterações significativas das concentrações dos íons, principalmente um aumento da quantidade de cálcio e uma diminuição na quantidade de potássio. Na figura 20, observa-se a concentração iônica de cálcio, manganês, sódio, potássio, enxofre e carbono em solos infestados por *Cryptostegia madagascariensis* e que possuem pH acima de 6.

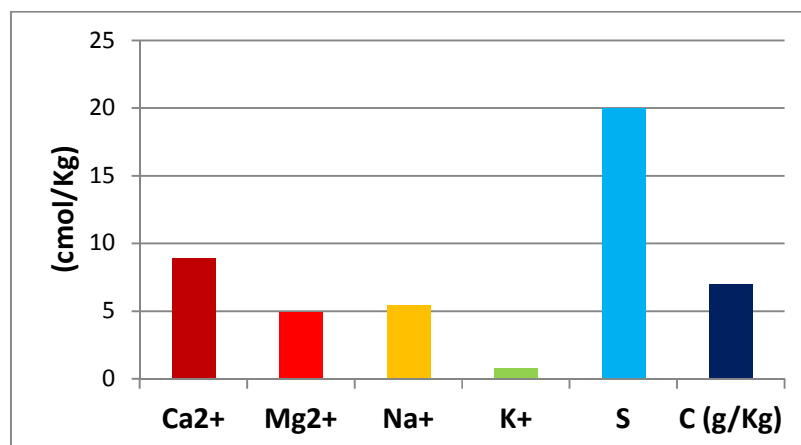


Figura 20 - Concentração iônica em solos de diversas localidades com infestação de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne (Solos com pH > 6).

Em comparação com o gráfico anterior, o próximo gráfico, que se refere às concentrações iônicas dos mesmos elementos, com pH inferiores a 6 (Figura 21), observam-se algumas alterações, tais como um aumento das concentrações de cálcio de 8,8 para 11,8 e de magnésio de 4,9 para 6,8. Encontra-se também uma brusca diminuição na concentração de sódio de 5,4 para 1,0.

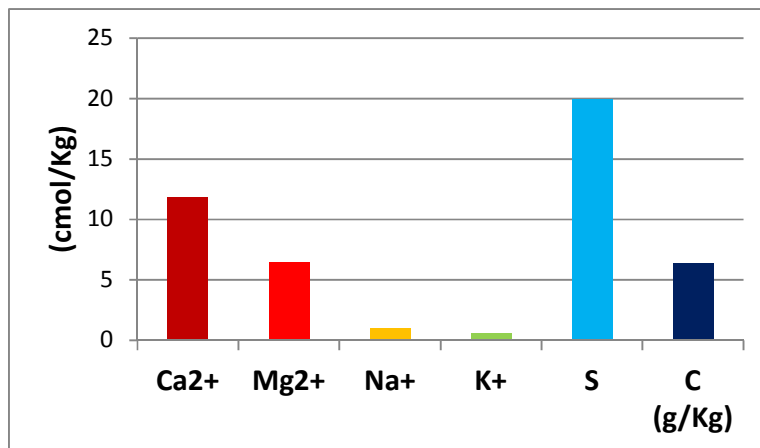


Figura 21 - Concentração iônica em solos de diversas localidades com infestação de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne (Solos com pH < 6).

Na figura 22, observa-se a concentração iônica dos mesmos elementos analisados nos gráficos de pH, agora, com a condutividade elétrica acima de 6.

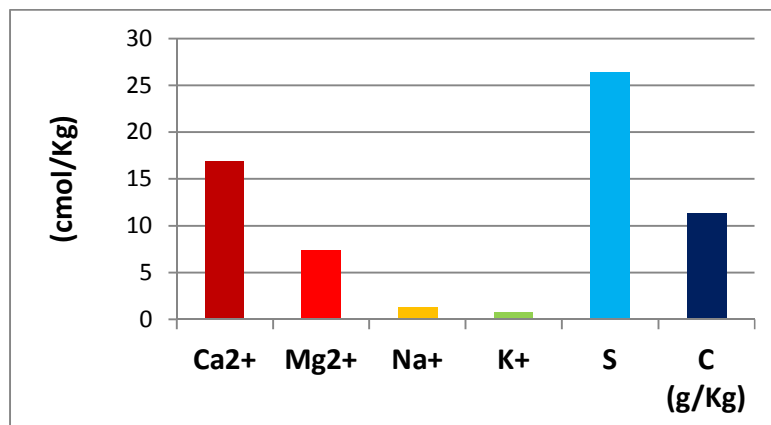


Figura 22 - Concentração iônica em solos de diversas localidades com infestação de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne (Solos com CE > 6).

Em comparação com o gráfico anterior, agora, analisando o solo com uma condutividade elétrica abaixo de 6 (Figura 23), vê-se que a concentração de potássio permaneceu praticamente a mesma. Porém, houve uma queda na concentração de sódio de 16,9 para 5,3, de magnésio de 7,3 para 4,8 e de enxofre de 26,3 para 13,4. Houve uma pequena elevação na concentração de sódio de 1,2 para 2,8.

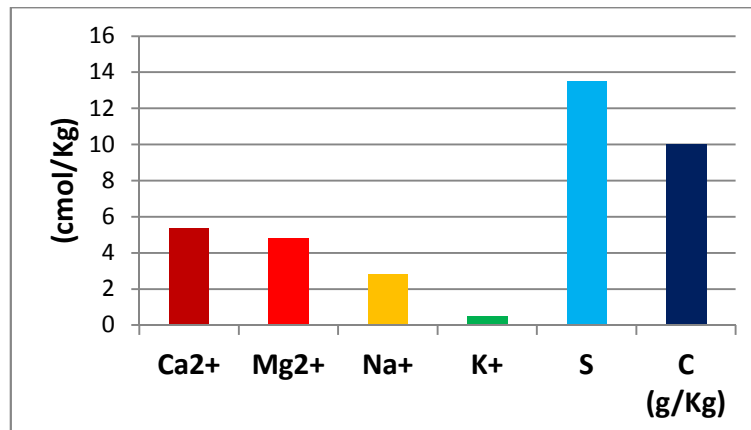


Figura 23 - Concentração iônica em solos de diversas localidades com infestação de *Cryptostegia madagascariensis* (Solos com CE < 6)

A partir dos resultados apresentados acima podemos constatar que a unha-do-cão se desenvolve principalmente em solos salinos, havendo, porém, crescimento da planta em solos sódicos também. Não é observado, entretanto, qualquer efeito maléfico que o excesso de sal pode causar no desenvolvimento das plantas, que seriam principalmente dois, segundo Buring (1970), e Hayward e Wadleigh (1949): a inibição da capacidade fisiológica da planta em absorver água pelo aumento da pressão osmótica da solução; acumulação de quantidades tóxicas de vários íons e distúrbios no balanço dos íons. Deste modo, percebemos que a *Cryptostegia madagascariensis* está melhor adaptada aos ambientes salinos mais extremos, sendo classificada como uma halófita.

Pelas características expostas acima, a *Cryptostegia madagascariensis*, por ser estenotérmica e estenohídrica (tolera altas temperatura e baixas precipitações respectivamente), no Ceará, ocorre em diversas classes de solos (e.g Argissolos, Latossolos, Luvissolos, Neossolos, Planossolos e Vertissolos), o que evidencia a possível capacidade da planta de alterar a química e a fertilidade

dos solos, para poder ocupar os mais variados ambientes na região. (Figuras 24 e 25)



Figuras 24 e 25: Observa-se a presença da *Cryptostegia madagascariensis*, em dois locais de coleta de solos. Em Rio Grande do Norte, no Lajedo de Soledade, que apresenta solos com grande acúmulo de calcário e o outro num solo mais ácido, no município de Sousa, no Parque dos Dinosaurios – Paraíba.

5.3. Crescimento de raízes e testes de salinidade em Rizotron

Os maiores valores da TEA radicular e aérea foram obtidos no tratamento de 25 mM, $TEA_R = 0,079\text{cm}$ e $TEA_A = 0,039\text{cm}$, enquanto os menores foram obtidos nos tratamentos de 10 mM, $TEA_A = 0,012\text{cm}$ e 20 mM, $TEA_R = 0,042\text{cm}$. O maior valor de TCR aéreo foi obtido nas plantas controle, $TCR_A = 0,009\text{cm}$ e o menor no tratamento de 10mM, $TCR_A = 0,002\text{cm}$. Já os valores da TCR radicular foram máximos em 15 mM, $TCR_R = 0,013\text{cm}$ e mínimos em 20 mM, $TCR_R = 0,006\text{cm}$. Comparando as plantas controle com a de maior concentração de sais, constatou-se que houve redução na TEA_R de 0,006cm, enquanto a TEA_A sofreu aumento de 0,001cm; houve um decréscimo na TCR_A de 0,005cm e de 0,002cm na TCR_R . Segundo Taiz & Zeiger (2009) as halófitas - que vivem em solos com alta concentração de sais, possuem resistência a salinidade devido à habilidade de evitar que elevadas quantidades de sal, provenientes do substrato, alcancem o

protoplasma e, por meio de regulação salina, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento na concentração de sais (Larcher, 2000).

A utilização dos rizotrons neste experimento proporciona rápidas e sucessivas avaliações do sistema radicular das plântulas da *C. madagascariensis*, fornecendo excelente observação sobre o crescimento e desenvolvimento inicial das raízes (Figura 26). Segundo Glinski et al. (1993), planos de visão transparente são métodos não destrutivos de monitoramento e quantificação do crescimento radicular de plantas.



Figura 26 - Plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne alocadas em Rizotron

A taxa de crescimento relativo das plantas, elaborada para cada rizotron, obteve como resultado o Gráfico 01. Enquanto a taxa de elongação absoluta, elaborada também para cada rizotron, obteve como resultado o Gráfico 02.

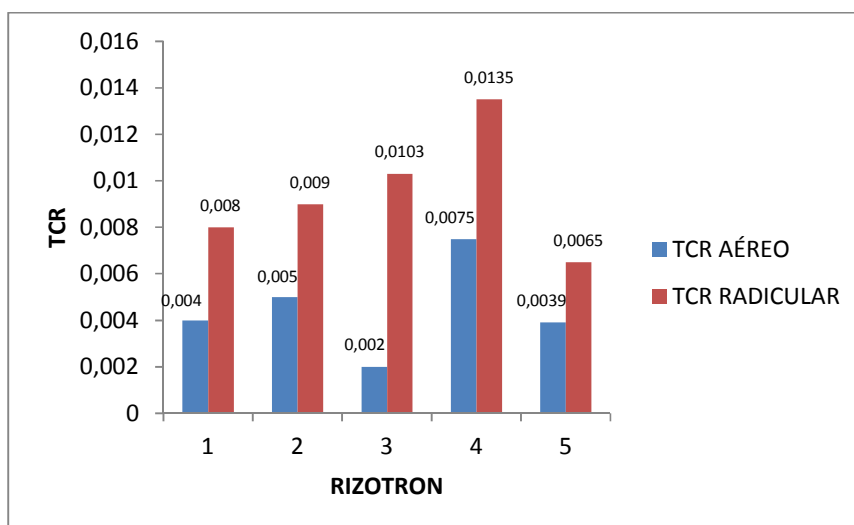


Gráfico 01 – Taxa de Crescimento Relativo (TCR) médio aéreo e radicular para o total de plântulas de cada rizotron.

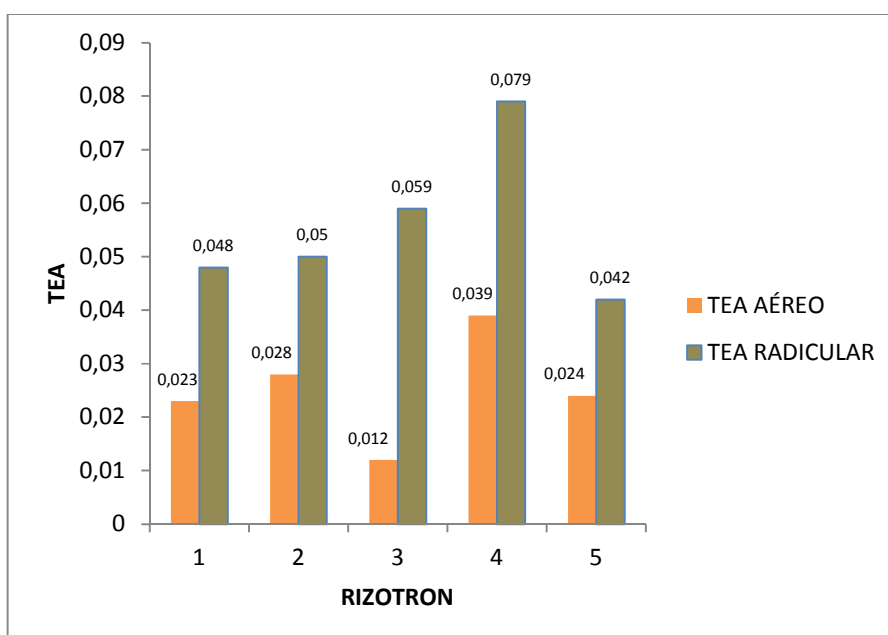


Gráfico 02 – Taxa de Elongação Absoluta (TEA) médio aéreo e radicular para o total de plântulas de cada rizotron.

As análises de pH e condutividade elétrica estão apresentadas na tabela 2.

O cultivo de plantas em ryzotron de *Cryptostegia madagascariensis* apresenta tolerância ao estresse salino, devido ter sobrevivido às diferentes concentrações testadas. Segundo ORCUTT e NILSEN (2000) plantas halófitas crescem em ambientes que variam de 50 a 500 mM de cloreto de sódio. Já a maioria das glicófitas apresenta redução do crescimento quando a salinidade supera os 10 mM, indicando que a planta testada consegue ter uma maior resistência ao NaCl por ter mostrado maior crescimento na concentração de 25mM de NaCl. Autores como FLOWERS e COLMER (2008) e Zhu (2001), defendem que plantas que crescem em solos com altas concentrações salinas são consideradas halófitas.

Nas condições de salinidade aqui testadas, mostra-se que a *C. madagascariensis* apresenta potencial halofítico, por conseguir se desenvolver na concentração de 25mM de NaCl, sendo necessário realizar outros testes com maiores concentrações para verificar seu índice de sobrevivência. Esta condição indica a alta capacidade de competição de *C. madagascariensis* com plantas nativas em solos salinizados e várzeas de rios da região Nordeste.

RIZOT RON	PARÂMET ROS	21/12/2 010	24/12/2 010	31/12/2 010	07/01/2 011	14/01/2 011	21/01/2 011	28/01 /2011	04/02/2 011
1	pH	4,6	5,3	5,2	5,6	4,7	4,3	4,6	4,6
	Cond. Elétrica (mS)	5,08	3,57	5,80	6,02	6,38	6,23	6,55	6,35
2	pH	4,7	5,4	5,5	6,6	5,8	5,3	5,1	4,8
	Cond. Elétrica (mS)	6,06	4,25	5,61	5,45	5,79	5,43	5,61	5,50
3	pH	5,0	5,6	5,5	5,8	5,4	5,6	4,9	4,3
	Cond. Elétrica (mS)	6,37	4,51	6,40	6,94	6,83	6,82	7,29	7,02
4	pH	5,2	5,2	5,6	5,9	6,1	6,1	5,2	4,8
	Cond. Elétrica (mS)	6,54	5,06	6,70	7,23	7,41	6,85	7,59	7,48
5	pH	5,2	5,3	5,6	4,9	3,9	4,9	4,1	4,8
	Cond. Elétrica (mS)	7,56	5,37	7,22	7,97	8,12	7,71	8,33	8,04

Tabela 02 - Análise de pH e condutividade elétrica do substrato de plantas cultivadas em rizotron.

O valor mínimo do pH nos Rizotrons analisados foi de 3,9 e o máximo de 6,6, quanto que a Condutividade Elétrica flutuou entre 3,57 e 8,33 mS. Portanto, os dados revelam que as plantas de *Cryptostegia madagascariensis* se desenvolvem bem em solos de acidez fraca a moderada, podendo explicar o fato da plantas não terem morto durante o experimento.

5.4 Testes de salinidade em substratos

O segundo experimento foi feito com as mesmas concentrações de NaCl para confirmar os dados obtidos no primeiro experimento de salinidade, nos diversos substratos usados.

Nele podemos observar que houve um crescimento da *C. madagascariensis* em todos os cinco níveis dos tratamentos de NaCl, e que a planta deve apresentar mecanismos para suportar o estresse causado pelo cloreto de sódio. Observamos que nas plantas cultivadas em vermiculita o maior TCR foi de 0,050 cm/cm/dia tivemos um crescimento 22% maior que nas plantas cultivadas na areia (TCR 0,039 cm/cm/dia). As plantas que tiveram o menor resultado foram as de areia na concentração de 0 mM (TCR 0,033 cm/cm/dia) que foi 15.4% inferior em comparação com o tratamento na areia na concentração de 15 mM e foi 34% inferior se comparado ao tratamento de 5 mM na vermiculita. Segundo Reis e Muller (1979). A TCR expressa o incremento na massa de matéria seca, por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo.

A *C. madagascariensis* apresenta algum processo de ajuste osmótico, visto que as quantidades de NaCl testadas não foram inversamente proporcionais ao crescimento da planta, uma vez que não houve uma variação significativa nas médias dos comprimentos das plantas no experimento, pois segundo Läuchli & Grattan (2007) a salinidade possui dois componentes que são responsáveis pelo estresse: um osmótico e outro iônico, sendo este último responsável pelo balanceamento nutritivo e pela diminuição dos efeitos tóxicos dos íons no vegetal. Uma justificativa para esse fenômeno pode ser o fato de que as concentrações de

5, 10, 15, 20 mM de NaCl sejam muito baixas para afetar significativamente o crescimento da *C. madagascariensis*.

Observamos que na figura 27 temos os valores de TCR das plantas cultivadas na areia e que seus valores foram em média 15% inferior se comparamos com os TCRs dos outros tratamentos figura 28 TCR do adubo e figura 29 TCR da vermiculita.

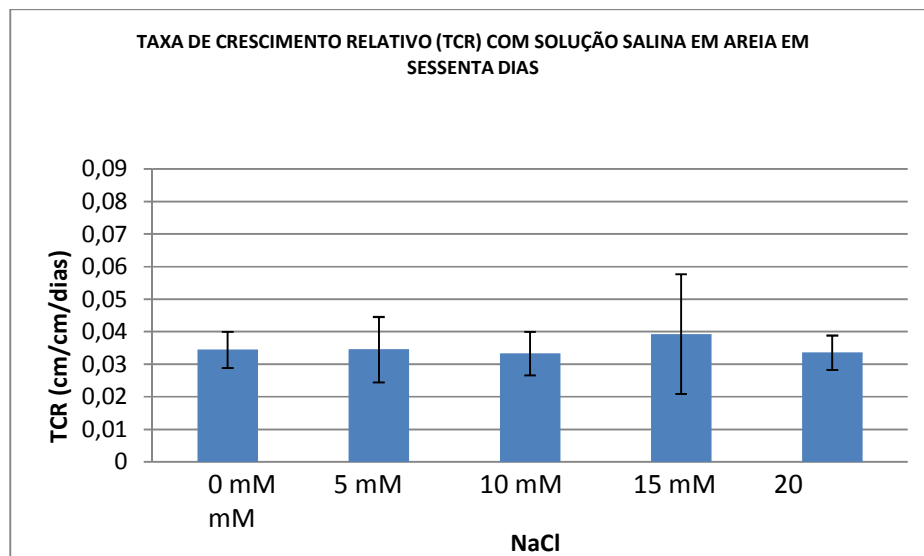


Figura 27- Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne submetida a cinco concentrações de NaCl na solução nutritiva cultivadas em areia, em viveiro. Com $n = 7$ e $t = 60$ dias.

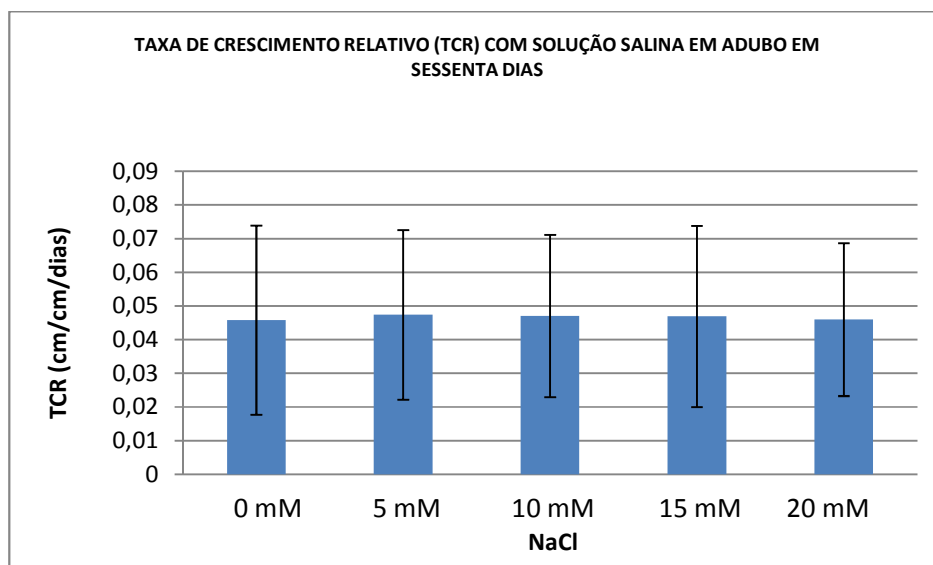


Figura 28 - Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne submetida a cinco concentrações de NaCl na solução nutritiva cultivadas em adubo, em viveiro. Com $n = 7$ e $t = 60$ dias.

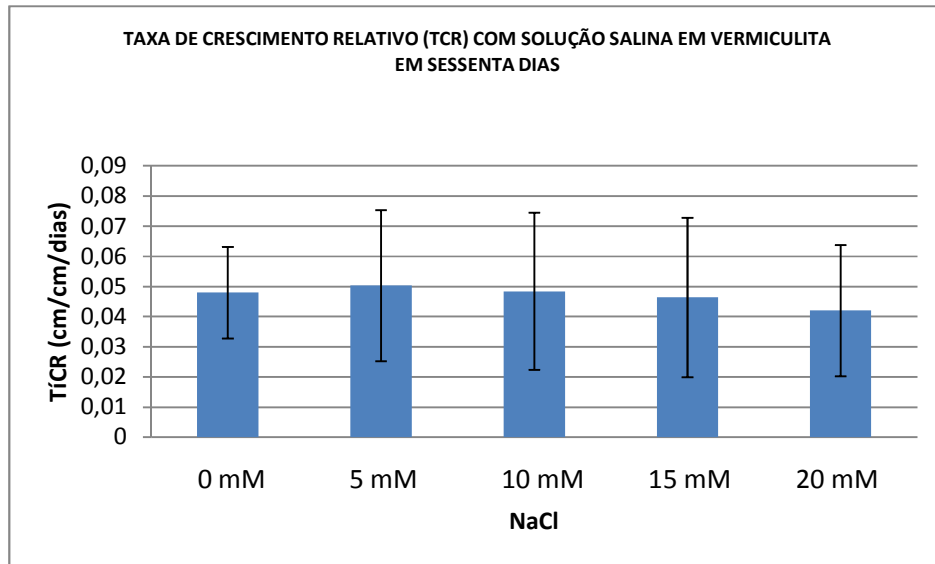


Figura 29 - Taxa de Crescimento Relativo (TCR) de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne submetida a cinco concentrações de NaCl na solução nutritiva cultivadas em vermiculita, em viveiro. Com $n = 7$ e $t = 60$ dias.

As demais mostram a taxa de crescimento absoluto, segundo Benincasa (2004), a TCA indica variação ou incremento entre duas amostragens sucessivas, isto é, indica a velocidade de crescimento (g dia^{-1} ou semana). A TCA pode ser usada para se ter uma idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação em valores médios. Observamos que se comparamos os valores de TCA da figura 29 com os valores das figuras 30 e 31 o valor médio do TCA da areia é 60% menor que os outros tratamentos.

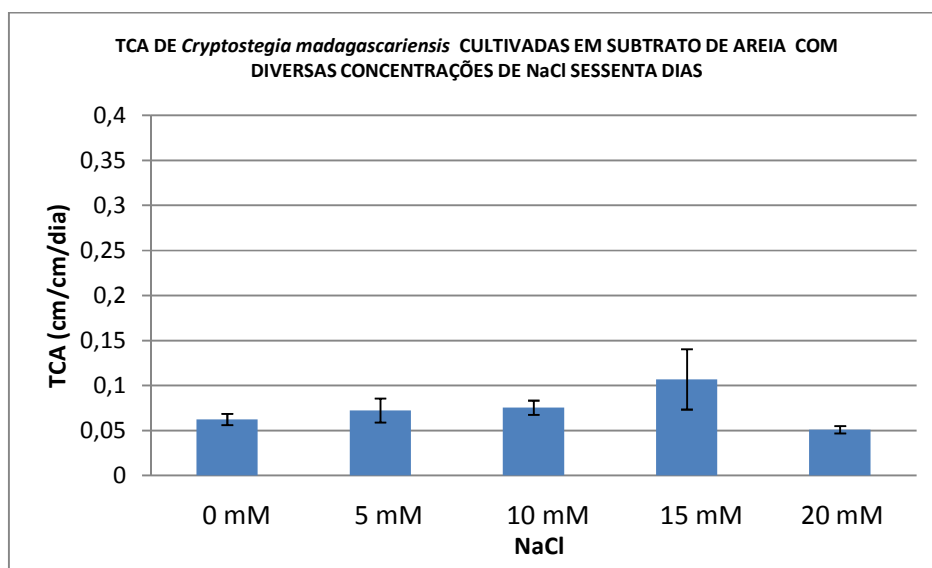


Figura 29 - Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer Decne submetida a cinco concentrações de NaCl na solução nutritiva cultivadas em areia, em viveiro. Com $n = 7$ e $t = 60$ dias.

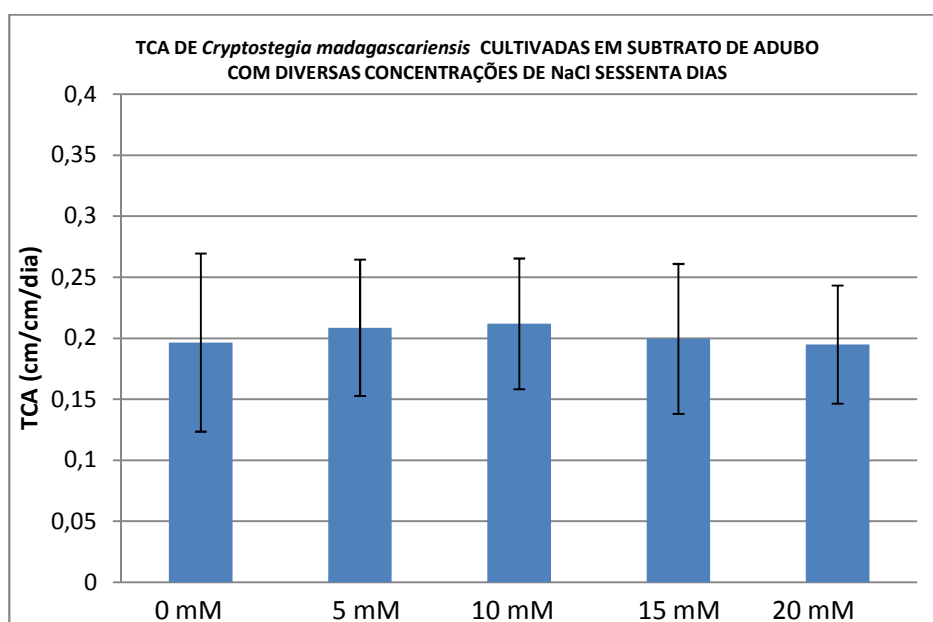


Figura 30 - Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne submetida a cinco concentrações de NaCl na solução nutritiva cultivadas em adubo, em viveiro. Com $n = 7$ e $t = 60$ dias.

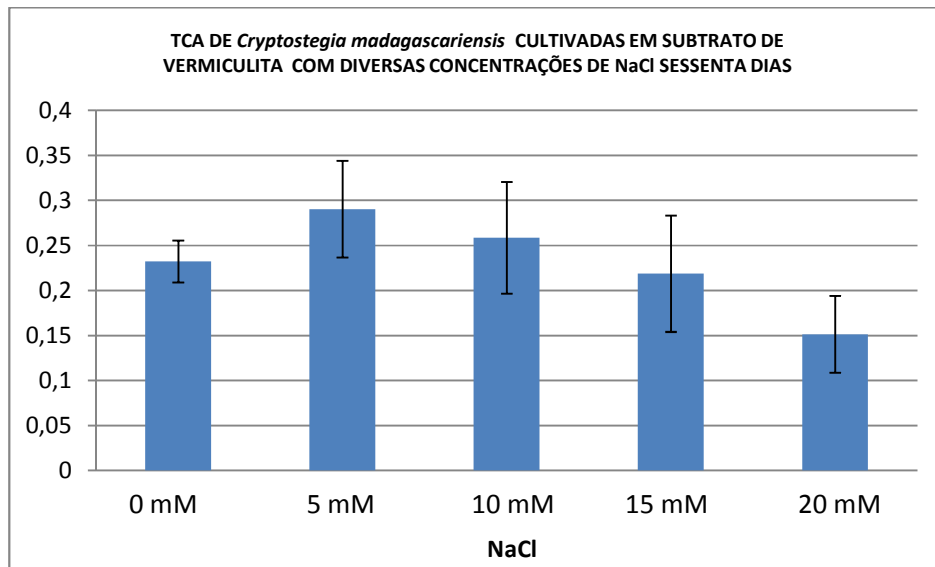


Figura 31 - Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne submetida a cinco concentrações de NaCl na solução nutritiva cultivadas em vermiculita, em viveiro. Com $n = 7$ e $t = 60$ dias.

Durante o experimento observou-se que todas as plantas crescer e sobreviver nos três substratos e em todos os tratamentos salinos, porém, no tratamento de areia elas cresceram 33% menos em relação aos outros substratos (adubo e vermiculita). Isto mostra que no seu metabolismo, as plantas de *C. madagascariensis* apresentam algum processo de ajuste osmótico, pois segundo Läuchli & Grattan, (2007) [6], a salinidade possui dois componentes que são responsáveis pelo estresse: um osmótico e outro iônico, sendo este último responsável pelo balanceamento nutritivo e pela diminuição dos efeitos tóxicos dos íons no vegetal. A espécie cresceu mais em vermiculita no tratamento de 5 mM NaCl (TCR de 0,067cm/cm/dia). As mudanças no metabolismo e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da planta dependem das interações que ocorrem entre as características do estresse e as características do vegetal que está sendo submetido ao estresse (Munns e Tester, 2008). Observou-se também que em areia as plantas cresceram menos (0.047 cm/cm/dia), mas não morreram, mostrando que a planta apresenta ajustes fisiológicos que resultam em tolerância ao estresse.

Houve 100% de sobrevivência das plantas de *C. madagascariensis* sob estresse neste experimento. Os maiores crescimentos observados se deram no substrato de vermiculita, seguido do adubo e da areia respectivamente.

É necessário realizar novos testes com salinidades maiores que as testadas para verificar a máxima tolerância salina desta planta invasora.

5.5 Testes de germinação

5.5.1 Teste de germinação em substrato

As taxas de crescimento relativo (TCR) foram: $T1 = 0,153 \pm 0,215$, $T2 = 0,463 \pm 0,215$, $T3 = 0,048 \pm 0,215$, sendo verificada diferença estatística significativa entre todas as TCR (GRÁFICO 03). Analisando as médias dos crescimentos relativos e seus desvios padrões, observa-se que houve melhor desenvolvimento das plântulas alocadas no húmus de minhoca, e pior desenvolvimento na vermiculita (Figuras 32 e 33). Esse resultado se deve à mais rica composição do húmus de minhoca com matéria orgânica, possibilitando um maior crescimento da plântula de *C. madagascariensis*. A areia, que foi lavada previamente com água corrente e água destilada, teve a maioria de seus componentes extraídos, implicando no resultado obtido de menor desenvolvimento das plântulas. A vermiculita, sendo um mineral e, portanto, não sendo composto por matéria orgânica, apresentou o pior resultado para o desenvolvimento da espécie.

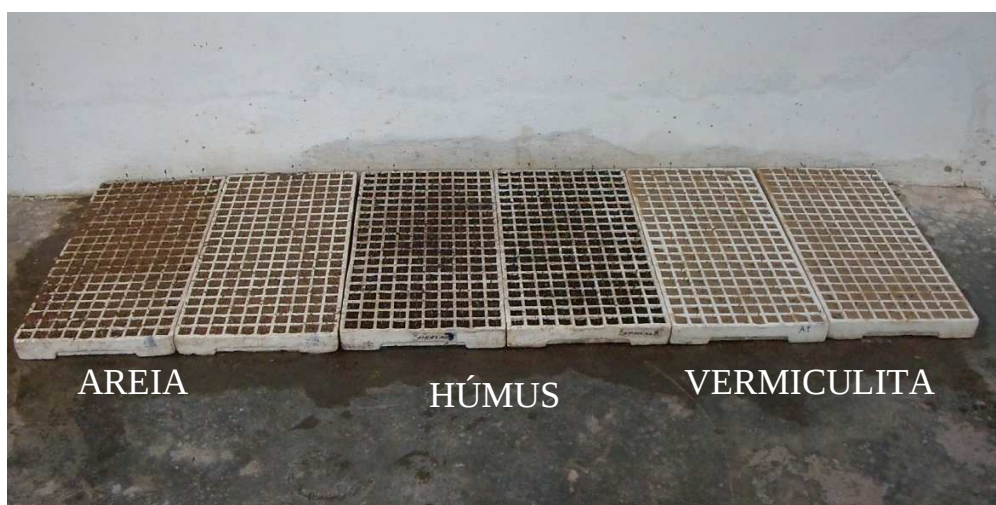


Figura 32 – Semeadeiras de isopor com plântulas de *C. madagascariensis* em areia, húmus de minhoca e vermiculita.



Figura 33 – Desenvolvimento de *C. madagascariensis* em húmus de minhoca

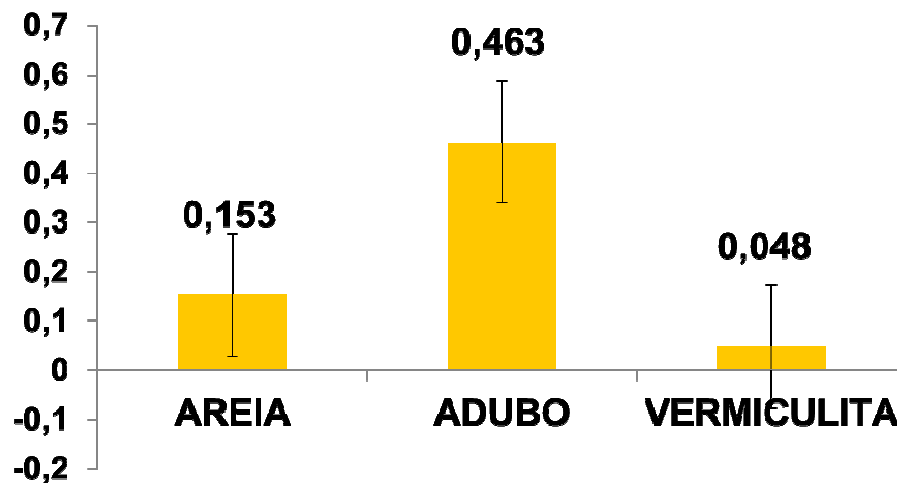


Gráfico 3 – Taxas de crescimento relativo de plântulas de *C. madagascariensis* em areia, adubo e vermiculita.

5.5.2 Teste de germinação em câmara climática

O índice de germinação das sementes de frutos maduros de *C. madagascariensis* foi considerado alto, uma vez que 91,25% germinaram, 8,75% não germinaram. A germinação das sementes teve início no 2º dia e estendeu-se até o 9º dia. No 10º dia, 342 sementes exibiam folíolos, ou seja, 93,70% das sementes germinadas (Figura 34). As sementes da unha-do-cão não exibem grande tempo de dormência, característica que eleva o seu potencial invasor.



Figura 34 – Sementes de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne com folíolos.

Esses resultados comparativos explicam o alto potencial competitivo de plantas invasoras em ambientes naturais, de tal forma que ao instalar-se no solo, não permitem que outras plantas nativas possam inibir seu crescimento.

5.5.3 Teste de germinação em câmara climática com variação de fotoperíodo

Este teste tem como objetivo avaliar em qual fotoperíodo as sementes de unha-do-cão germinam mais rapidamente. A porcentagem de germinação foi representada pelo somatório das plântulas obtidas durante as contagens (GRÁFICO 3).

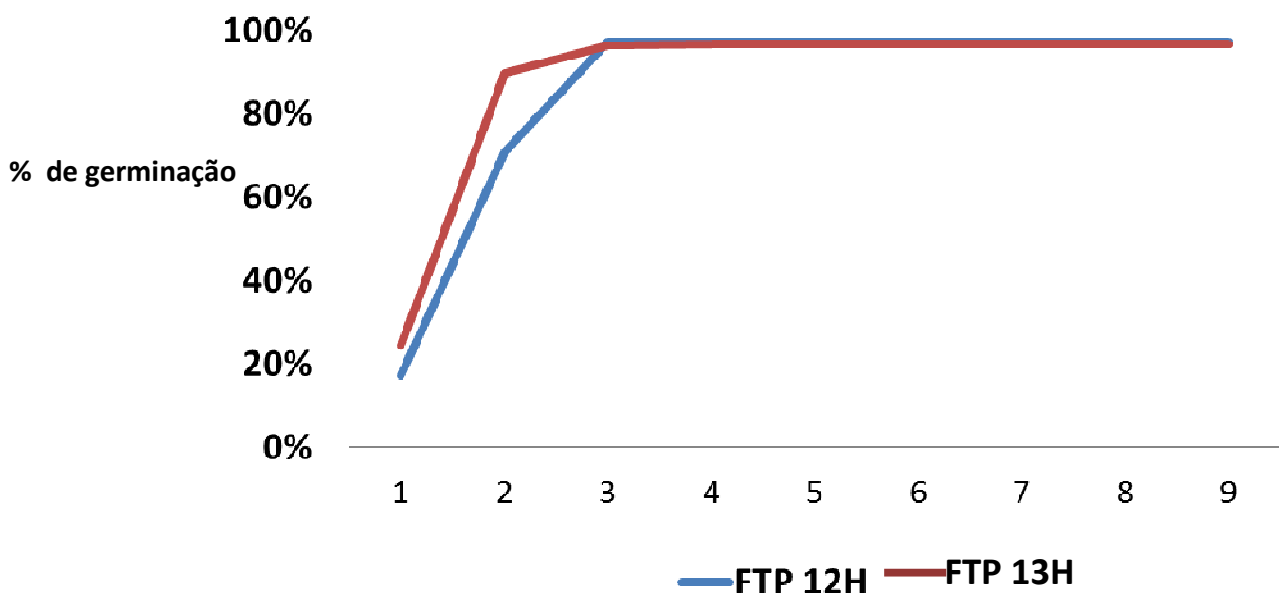


Gráfico 03 – Porcentagens de germinação de plântulas de *C. madagascariensis* em FTP de 12h e em FTP de 13h.

Analisando os índices de velocidade de germinação (IVG) descritos na tabela 3, observa-se que não há diferença na viabilidade da semente entre os fotoperíodos analisados.

Tabela 3 – Resultado do cálculo de IVG para sementes em teste de fotoperíodo.

FOTOPERÍODO\ IVG	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2
12\12 h	239	315,8
13\11 h	283	308,8

Entretanto, ao considerar as porcentagens de germinação por dia, percebemos, observando o gráfico 4, que as sementes expostas a fotoperíodo de 13 h dia e 11 h noite germinaram mais rapidamente que as sementes expostas ao fotoperíodo de 12 h dia e 12 h noite.

5.6 Fitossociologia

A devastação da flora autóctone abre caminhos para a invasão por espécies exóticas, que podem desencadear grandes impactos sobre a biodiversidade, alterando a estrutura das comunidades e inibindo a regeneração das espécies nativas.

No levantamento fitossociológico feito (Tabela 4) foram inventariados 397 indivíduos pertencentes a 13 famílias, dos quais a espécie mais representativa foi a *Cryptostegia madagascariensis* com 159 exemplares adultos e 76 exemplares de carnaúba distribuídas na unidade amostral de 40m x 40m.

Ressalta-se a dificuldade de se encontrar fragmentos de caatinga em bom estado de conservação no contexto geográfico das áreas estudadas, devido a pressão antrópica exercida sobre os remanescentes.

Tabela 04: Levantamento fitossociológico em unidade amostral de 40m x40m no município de Pacatuba – CE, com as principais espécies encontradas.

Nomes populares	Nomes científicos	Família
Pacotê	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bixaceae
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Fabaceae-Mimosoideae
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae
Jurema Preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	Fabaceae-Mimosoideae
Marmeleiro Preto	<i>Croton blanchetianus</i> Baill	Euphorbiaceae
Coco Babão	<i>Syagrus cearensis</i> Noblick	Arecaceae
Espinho de judeu	<i>Xylosma ciliatifolium</i> (Clos) Eichler	Salicaceae
Marmeleiro Branco	<i>Croton sincorensis</i>	Euphorbiaceae
Pata de vaca	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong)	Fabaceae-Caesalpinioideae
Unha de gato	<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	Fabaceae-Mimosoideae
Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Rhamnaceae
Jucá	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz var . Ferrea	Fabaceae-Mimosoideae
Cipó escada	<i>Bauhinia splendens</i>	Fabaceae
Jiquiri	<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir. Var, arenosa	Fabaceae Mimosoideae
Catingueira	<i>Poincianella bracteosa</i> (Tul.) L.P Queiroz	Fabaceae-Faboideae
Gameleira	<i>Ficus</i> sp.	Euphorbiaceae
Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Cactaceae
Coaçu	<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	Polygonaceae
Chumbinho	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
Pinhão Bravo	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Euphorbiaceae
Chumbinho	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
Carnaúba	<i>Copernicia prunifera</i>	Arecaceae
Unha-do-cão	<i>Cryptostegia madagascariensis</i>	Apocynaceae

A elevada quantidade da unha-do-cão confirma a infestação da área e, de acordo com o índice de Shannon, as biodiversidades para o transepto 01, 05 e 09 (Figuras 35), possuíam respectivamente: 2,42 nats/indivíduo, 2,37 nats/indivíduo e 2,68 nats/indivíduo, para a abundância de 58, 78 e 33 unhas-do-cão (figura 36).

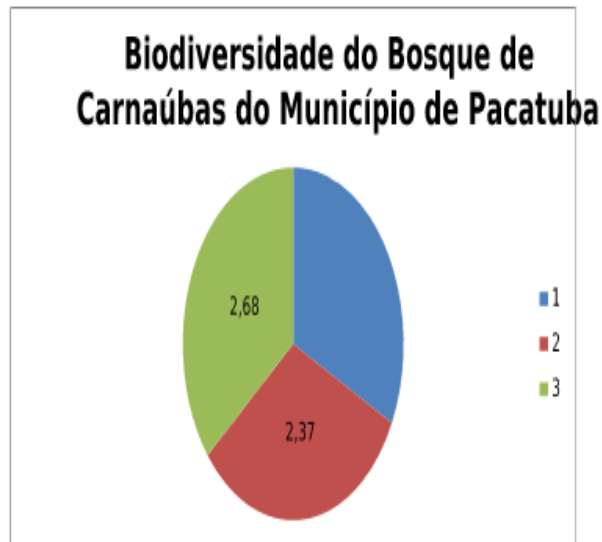


Figura 35 – Biodiversidade da área experimental; legenda 1- linha 1; 2- linha 5; 3- linha 9.

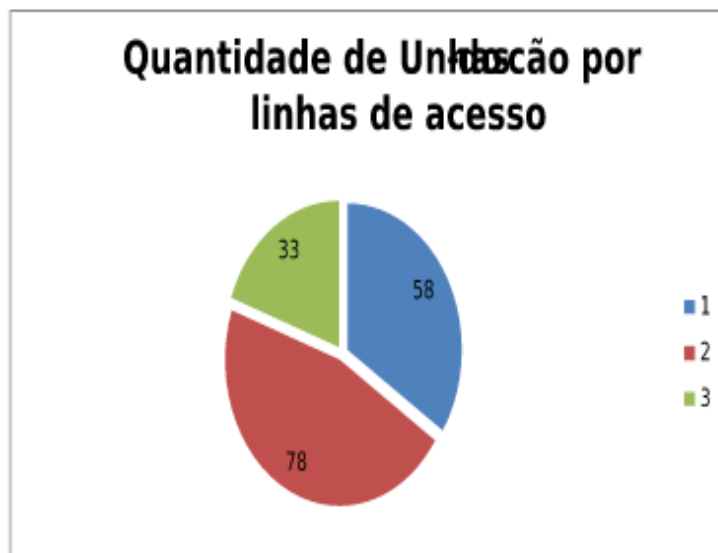


Figura 36 – Abundância por linha de acesso; legenda 1- linha 1; 2- linha 5; 3- linha 9.

A presença da *C. madagascariensis* representa uma seria ameaça a diversidade florística regional, na medida em que, a cada ano aumenta o número de indivíduos novos de esta espécie em estado juvenil, exercendo domínio nos bosques naturais de matas ciliares da caatinga (outrora dominados pela palmeira nativa carnaúba) quando comparativamente ano após ano vem diminuindo também o número de espécies nativas no local.

5.7 Estratégias de controle

Cryptostegia madagascariensis é uma invasora notória no Ceará. Não existe registro oficial de sua introdução na região, mas as observações e os comentários e moradores locais que trabalham cortando as folhas de carnaúba para a produção da cera, informam que suas sementes se espalham rapidamente pelo vento ou são transportadas em pneus de veículos, pés de animais com casco fendido e as inundações também promovem sua dispersão. Não existe método de controle ou de erradicação desta planta.

Nas zonas de mata ciliar no Ceará ocupa as margens de rios e fontes de água intermitentes, para depois passar para pastagens e campo aberto. Na área experimental onde foram testados os métodos de controle, *C. madagascariensis* forma densas matas impenetráveis por subir nas carnaúbas encobrindo-as. Ela tem a capacidade também de sufocar a vegetação nativa. As plantas podem começar a reprodução depois de cerca de 200 dias de nascidas e as sementes permanecem viáveis durante aproximadamente 12 meses.

Nos principais estados do Nordeste que exploram a carnaúba como Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, não existe o hábito por parte dos arrendadores e dos donos das propriedades, de dar um manejo as matas de carnaúba. Estes bosques são explorados anualmente na época da estiagem que é quando o rendimento da cera presente nas folhas é maior e as margens dos rios secam; mas esta também seria a melhor época para iniciar qualquer método de controle do crescimento da invasão da unha-do-cão, pois as plantas perdem grande parte das folhas, favorecendo os cortes dos indivíduos adultos que apresentam grande copa e grande diâmetro de troco.

Plantas pequenas podem ser controladas por arrancá-las pela raiz com a mão. Frutos verdes podem ser ensacados e destruídos fora das áreas infestadas. Deve ser evitado o contacto com a seiva leitosa.

Dos métodos testados, o mais rápido de ser executado é o corte da planta, próxima ao chão (figura 37 e 38), porém como ainda há a raiz existe uma grande possibilidade de rebrotar e crescer novamente. Observou-se, no local, que

aos 8 dias aparecem brotos novos emergindo dos tocos que ficaram enterrados no chão.



Figuras 37 e 38: Aspectos de plantas de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne rebrotando após o corte com facão.

O Corte com destoca leva mais tempo (figura 39), e despende mais energia por parte do trabalhador, entretanto possibilita um resultado mais eficaz e duradouro. O maior problema é que o trabalhador rural, primeiro tem que entrar na mata, cortar toda a vegetação e galhos da planta até chegar à base da mesma. Por isso ele deve usar uma camisa de manga comprida para evitar contato com a seiva leitosa e deve usar também um óculo protetor da visão, pois o contato com a pele ou com os olhos podem ocasionar sérias lesões. Entre os métodos utilizados é o que tem maior eficiência e menor rebrota. Observaram-se algumas plantas que foram destocadas que ficaram em contato com o chão úmido, que as mesmas tornaram a criar raízes e continuaram vivendo. Também pedaços pequenos da planta que ficaram espalhados na área, podem criar raízes e continuar a infestação. O látex presente no talo favorece essa sobrevivência. O tratamento com corte da planta e com aplicação de herbicida no toco é rápido (figura 40), não é ecologicamente correto e ao que parece, as plantas voltam a brotar se tiver bastante umidade no solo.

Na Austrália, em extensas áreas invadidas com *Cryptostegia grandiflora*, espécie parecida com *Cryptostegia madagascariensis*, usaram-se vários herbicidas

comerciais, entre eles: Grazon DS, Banvel, Brushoff, Tordon, Velpar, Graslan, e 2, 4-D, e, no Hawaí usou-se Garlon. Entretanto estes produtos químicos não são recomendáveis quando a infestação é densa, já que geralmente estes produtos são altamente residuais, permanecendo no solo por muito tempo, podendo contaminar os aquíferos subterrâneos.

Experiência na Austrália mostrou que as áreas tratadas devem ser verificadas periodicamente e qualquer re-crescimento devem ser tratados ou o tratamento inicial e esforços serão em vão. O fogo também tem sido utilizada como um método de controle na Austrália, com um acompanhamento do tratamento químico.



Figuras 39 e 40: A destoca de plantas de *Cryptostegia madagascariensis* é mais dispendiosa em energia e tempo, quanto que a aplicação de herbicida é moderadamente efetiva e a rebrota é muito baixa.

No experimento aqui realizado usou-se o herbicida TORDON, aplicado com um pulverizador manual, diretamente no toco, na proporção de 25 ml por litro de água. Observou-se que quando o dia é ensolarado e o solo está bastante seco, a efetividade do herbicida é maior, havendo pouca rebrota do toco. A eficiência do TORDON é maior se aumentar a concentração do produto na água, assim como em plantas juvenis, quando o talo é ainda semi-lenhoso, as pequenas mudas morrem com a aplicação.

A aplicação do óleo após o corte (figura 41) apresenta resultado intermediário, quanto ao tempo de execução, mas as plantas rebrotam rapidamente,

principalmente nos locais onde o óleo não as atingiu. O maior problema deste método é que o trabalhador rural fica tendo muito contato com o produto, podendo também, causar irritação nas mãos. (figura 42). Em pouco tempo as plantas adultas e jovens continuam a vicejar.

Experiências na Austrália mostraram que as áreas tratadas com métodos de controle mecânico e químico devem ser monitoradas periodicamente para verificar qualquer re-crescimento e devem ser tratados repetidos novamente, do contrario os esforços para o controle, serão em vão. O fogo também tem sido utilizado como um método de controle na Austrália, com um acompanhamento do tratamento químico.



Figuras 41 e 42: Aspectos de plantas de *Cryptostegia madagascariensis* após aplicação do óleo de carro. Plantas intatas continuam a vicejar.

Foi calculando o tempo de rebrota de todos os tratamentos e a efetividade de um tratamento em relação ao outro. No Gráfico 04 observamos o tempo gasto neste experimento para aplicar os tratamentos.

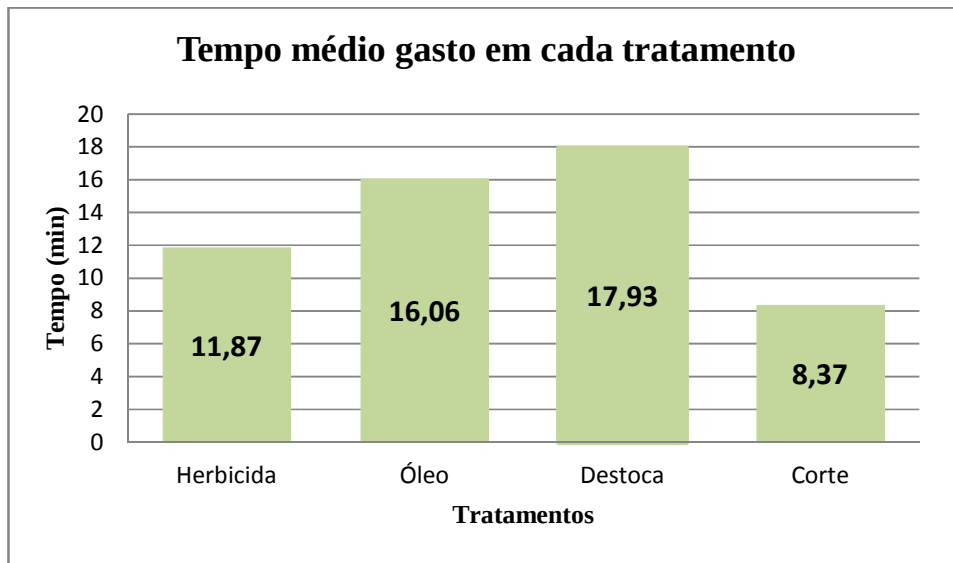


Gráfico 04 - Tempo gasto em cada tratamento para o controle da unha-do-cão (*Chryptostegia madagascariensis*) na área experimental no município de Pacatuba-CE.

O tratamento mais efetivo para o controle da *Cryptostegia madagascariensis* foi o Corte com destoca das plantas (CD). O mesmo apresentou o menor índice de rebrota em relação aos demais. Entretanto foi o que envolveu mais tempo no serviço prestado pelo trabalhador rural.

O experimento mostrou que é necessário fazer pelo menos aplicações duas vezes por ano para se obter o efetivo controle para erradicação da planta na área infestada, na tabela 04, verificamos os resultados de cada tratamento e a quantidade de rebrote média das parcelas por tratamento, onde pode se destacar que o tratamento mais efetivo foi o corte com destoca (CD).

Tabela 04 – medias do numero de *C. madagascariensis* nos tratamentos aplicados no experimento em Pacatuba nos anos de 2013 a 2014.

Comparação da quantidade de rebrotas em <i>Cryptoetegia madagascariensis</i> entre 2013 e 2014.						
Tratamento	Inicial	Tratadas em 2013	Sem tratamento em 2014	Diferença quantitativa	Diminuição % 2013	Aumento %2014
CH	108	27	207	180	75%	192%
CO	234	88	232	144	62%	99%
CD	138	82	209	127	41%	152%
C	201	63	221	158	69%	110%

5.8 – Controle Biológico Convencional

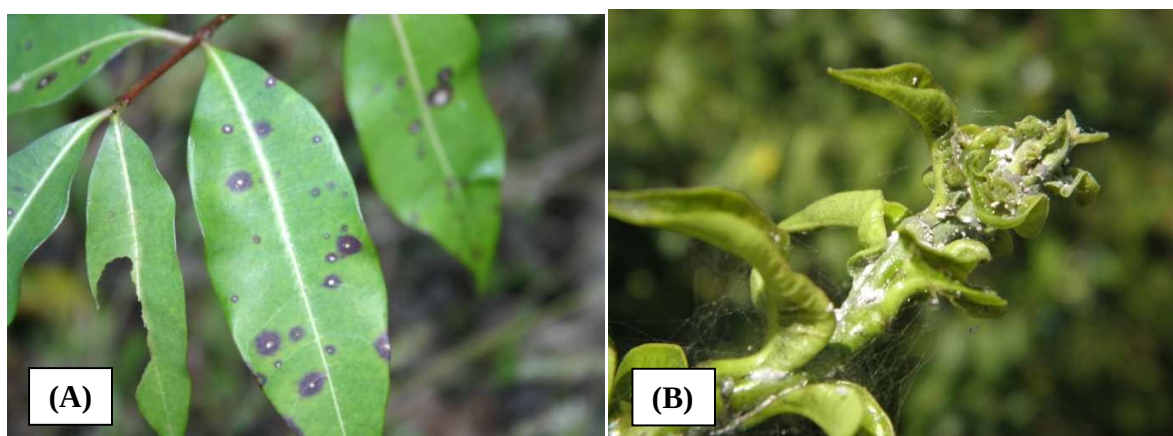
Como foi relatado anteriormente a invasão da unha-do-cão ainda está em seus estádios iniciais, no Nordeste, quando comparados com as infestações ocorridas na Austrália e Nova Zelândia. A área atingida pode se tornar muito mais ampla no futuro e o impacto pode se tornar mais intenso em áreas já invadidas. Se nada for feito agora, tanto um recurso valioso quanto um ecossistema único poderão ser perdidos para a região, para o Brasil e para o mundo.

O controle biológico clássico (CBC) pode controlar de forma efetiva e sustentável invasões por plantas invasoras exóticas tais como a unha do diabo. Ele envolve a introdução deliberada de inimigos naturais altamente seguros e especializados a partir da região de origem da planta invasora. O propósito do CBC é o de reduzir a abundância da planta invasora onde ela foi introduzida para um nível inferior ao de dano econômico e ecológico. CBC é um método testado e aprovado com um notável histórico de sucesso e é reconhecido como um método de controle altamente eficiente e com excelente relação custo-benefício.

Uma outra espécie de trepadeira (citada anteriormente) que é um parente próximo da unha do diabo (*C. grandiflora* - rubber-vine) foi controlada com

sucesso pelo CBC na Austrália. Uma espécie de fungo causador de ferrugem nesta planta (*Maravalia cryptostegiae*), foi avaliada pelo CABI (Centro Internacional de Agricultura e Biociência – Londres, Inglaterra) em quarentena no Reino Unido e, uma vez que a segurança do seu uso foi comprovada, liberada na região invadida pela trepadeira na Austrália (aproximadamente 40,000 km²). A introdução desta ferrugem resultou no controle rápido e completo de *C. grandiflora* permitindo a recuperação das espécies nativas e dos ecossistemas atingidos além da recuperação da exploração econômica da área. Além disso, a expansão da área invadida foi contida. Hoje esta iniciativa é reconhecida como um dos melhores exemplos de sucesso em CBC com uma relação de benefício-custo de 108:1 (apenas considerando-se os benefícios para a agricultura).

Considerando as premissas acima, ao longo da visitas aos locais invadidos no Nordeste, pudemos constatar a presença de agentes biológicos em convívio com a *Cryptostegia madagascariensis* (Figuras 43 e 44), os quais podem ser utilizados com potencial uso controlador da bioinvasão. Estes agentes biológicos, no caso de um fungo específico e um inseto devem ser mais bem estudados ecológicamente para verificar sua eficácia.



Figuras 43 e 44: Aspectos de plantas de *Cryptostegia madagascariensis*. A) atacadas por fungo (Possivelmente *Colletotrichum gloeosporioides* sp) e B) atacados por pulgões e cochonilhas.

6 Eventos

6.1 Workshop

Para promover e divulgar os resultados e dar a conhecer a sociedade, a problemática que envolver esta bioinvasão foi realizado o Workshop, com o tema "A unha-do-diabo (*Cryptostegia madagascariensis*) como ameaça à sobrevivência da carnaúba e seu ecossistema: o problema e sua possível solução."

6.1.1 Objetivos

- Apresentar e mostrar o problema da invasão de *C. madagascariensis*; mostrar a carnaúba afetada pela planta invasora;
- Mostrar que a situação é urgente e alarmante;
- Fazer uma excursão em campo;
- Observar como as autoridades têm tratado o problema, propor uma solução biológica de controle e obter possíveis parceiros e financiadores.

6.1.2 Desenvolvimento

O workshop foi organizado em menos de 2 meses realizado nos dias 02 e 03 de dezembro de 2013, no auditório da FIEC, com carga horária de 13 horas. e a divulgação foi feita através de contatos dos pesquisadores, convites e folders com a programação enviados via e-mail e também cartazes colocados em lugar de destaque na cidade de Fortaleza/CE. Na Figura 42 podemos observar o espaço do evento para as palestras. A matéria foi publicada num jornal local "O Diário de Fortaleza". A programação incluiu 6 palestras, duas mesas redondas para discussão dos pontos apresentados, uma sessão fechada com possíveis parceiros e financiadores. Também foi feita uma excursão em campo, além de dois coffees breaks. O evento contou com a presença de 72 participantes e aproximadamente 20 instituições incluindo agências governamentais, organizações não governamentais, empresas privadas e universidades.



Figura 42 – Palestra do workshop sobre a importância econômica da carnaúba.

6.1.3 Ponto de vista e Conclusões

O evento foi muito bem aceito pela comunidade. Os diferentes segmentos conhecem o problema e a urgência em resolvê-lo ou pelo menos tentar mitigá-lo. A idéia de usar o controle biológico foi muito bem aceita, porque devido aos altos níveis de invasão de *C. madagascariensis* seria a forma mais racional, eficiente e barata. Algumas pessoas presentes também se ofereceram para ajudar na busca de colaboradores e financiadores.

6.1.4 Excursão em campo

No campo, foi possível observar um pouco da caatinga, uma vegetação típica do nordeste do Brasil. Observou-se a palmeira de carnaúba sem a invasão de *C. madagascariensis* e também com a invasão, e carnaúbas mortas pela planta invasora. O problema é realmente muito grave e requer ações de controle rápidas. Quando as chuvas vierem, o problema pode ser intensificado porque o banco de sementes da invasora já está disperso no ambiente.

6.1.5 Conclusões e próximas etapas

O evento foi um sucesso e as impressões foram muito positivas e otimistas. O próximo passo é desenvolver um projeto, incluindo um cronograma detalhado e também um orçamento total do projeto. Este projeto deve ser apresentado às partes interessadas e possíveis financiadores.

7. CONCLUSÕES

- A planta *C. madagascariensis* é altamente tolerante ao estresse hídrico. Em condições de estiagem severa é a última planta em perder suas folhas;
- Em ambientes abertos e ensolarados, a planta se encorpa criando muitos galhos laterais inibindo o crescimento de outras plantas nativas no entorno, em quanto em ambientes sombreados compete com as plantas nativas, ficando estiolada, procurando o sol, supera as nativas, causando assim a morte delas;
- Pelos registros das localidades visitadas os mesmos mostram uma tendência de aumento de áreas infestadas e conseqüente morte massiva das carnaúbas;
- Os resultados do experimento em rizotron evidenciam que as plantas de *C. madagascariensis* conseguem sobreviver sem reduzir seus parâmetros de crescimento quando submetidas até 15mM de NaCl.
- Com o resultado das análises laboratoriais dos solos invadidos por *Cryptostegia* e pelo estudo dos gráficos, observa-se que o pH e a condutividade elétrica não são fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas de *Cryptostegia madagascariensis*, mostrando que elas tem uma grande amplitude de tolerância à salinidade no solo;
- Quanto aos métodos de controle físico, os mesmos mostraram que para conter o crescimento da bioinvasora há um investimento de muito tempo

em mão de obra, pois a presença do látex dificulta muito o trabalho do operador;

- O método de controle que consiste no corte da planta juntamente com a aplicação de herbicida TORDON é eficaz na diminuição da população de plantas;
- Nenhum dos métodos de controles testados foi 100% efetivo, pois a planta tem resistência a todos eles e consegue sobreviver ou regenerar-se;
- O corte e destoca é o tratamento mais eficaz para os indivíduos;
- A experiência mostra que os carnaubeiros (e/ou proprietários de bosques) vão ter a necessidade de dar algum manejo periódico nos bosque naturais de carnaúbas ou então a espécie poderá entra em extinção;
- Quanto maior a quantidade de *Cryptostegia madagascariensis* maior é o impacto sobre as plantas nativas.
- Ha necessidade urgente de iniciar um programa de controle biológico, envolvendo fungos e insetos, que para todos os efeitos é o mais efetivo no controle dessa planta invasora.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, L.E. **Salinity in relation to irrigation**. Advances in agronomy. 140-180. V. 19, 1964.

BURING, P. **Introduction to the study of soils in tropical and subtropical regions**. Pudoc. Wageningen, 1970. P. 99.

D'ALVA, O. A. **Carnaúba, um convite à luta**. Instituto Sertão, 2004

DA SILVA, J. L.; BARRETO, R, W.; PEREIRA, O. L. *Pseudocercospora Cryptostegia-madagascariensis* sp. and *Cryptostegia madagascariensis*, an Exotic vineinvolved in Major Biological Invasions in Northeast Brazil. Mycopathologia, 2008.

DALMOLIN, R.S.D, BOTELHO, M. R., MIGUEL, P., AZEVEDO, A. C. **Medida da cor do solo sob diferentes metodologias: carta de munsell e colorimetria**.

Disponível em

<http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/CBCS_RECIFE/G%CANESE,%20MORFOL.%20E%20CLASSIFICA%C7%C3O%20DE%20SOLOS/pdf/Ricardo%20Simao%20Diniz%20Dalmolin.pdf>

DOSSIÊ PERNAMBUCO, 2009. **Contextualização sobre species exóticas invasoras**. Recife, março, 2009.

DUQUE, J. G. Solo e Água no Polígono das Secas. 6. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

FERREIRA, F.A. **Patologia florestal; principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570p.

FORTUNATO, R. P.; NICOLOSO, F. T. Toxidez de alumínio em plântulas de grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 89-95. 2004.

GISP – Global Invasive Species Programme, 2001. Disponível em: <<http://www.gisp.org>>. Acesso em: 15 maio 2008.

GISP – Programa Global de Espécies Invasoras. América do Sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras, p.80, 2005.

HAYWARD, H.E.; WADLEIGH. **Plant growth on saline and alkali soils**. Advances in Agronomy, v.1-35. 1949.

HERRERA, O. B. Untersuchungen zum Salzhaushalt, zur Ökophysiologie der tropischen Küstenhalophyten *Sesuvium portulacastrum* L. (Aizoaceae) und *Batis maritima* L. (Batidaceae). **Dissertaciones Botanicae**. Berlin, Stuttgart, 1997.

HOLANDA, S. J. R., ARAÚJO, F. S.; GALLÃO, M. I. ; FILHO, S. M. **Impacto da salinidade no desenvolvimento e crescimento de mudas de carnaúba (*Compernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore)**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.15, n.1, p.47-52, 2011. Campina Grande, PB, UAEA

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 17 abr. 2008.

IDO, O. T. Desenvolvimento radicial e caulinar de três variedades de cana-de-açúcar em Rizotron, em dois substratos. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003, 141p.

KLACKENBERG, J. Revision of the genus *Cryptostegia* R. Br. (Apocynaceae, Periplocoideae). **Adansonia**, Paris, v. 23, p. 205-218, 2001.

LAUNCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: Tanji, K.K. (ed), Agricultural Salinity Assessment and Management. **American Society of Civil Engineers**, 1990. p. 113-137.

Läuchli, A. & Grattan, S. R. 2007. Plant growth and development under salinity stress. Pp. 1-32. In: Jenks, M. A.; Hasegawa, P. M.; Jain, S. M. (Ed.). **Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops**. Dordrecht: Springer

LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J.A. Interpretação de Análise de Solo Conceitos e Aplicações. 3ª edição. Comitê de Pesquisa/ Técnico/ ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos São Paulo, 1989, 64 p.

MATTEWS, S. et al. **América do Sul invadida**: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras. GISP, 2005. 80p.

MUNSELL. Munsell Soil Color Charts. Munsell Color Company, INC. Baltimore 2, Maryland. USA. 1954.

OLIVEIRA, J.B. Pedologia Aplicada. 3ª Ed. FEALQ. Piracicaba. 2008.

RENGEL, Z. TAHE Role of calcium in salt toxicity. **Plant Cell Environment**, v. 15, p. 625-632, 1992.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas - mensuração do crescimento**. Belém, CPATU, 1978. 35p.

ROCHA, R.M. **Perspectivas, monitoramento e controle da bioinvasão marinha: a pesquisa dos invasores bentônicos**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

SOUZA, R. C.C.L. **Água de lastro: uma ameaça à biodiversidade**. Anais da 62ª Reunião Anual da SBPC - Natal, RN - Julho/2010.

STARR, F., STARR, K., LOOPE, L. **Cryptostegia spp: Rubervine, Asclepiadaceae**. 2003. Disponível em: <http://www.hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/cryptostegia_spp.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2012.

TOMLEY, A. J.; EVANS, H. C. **Establishment of, and preliminary impact studies on, the rust, Maravaliacryptostegiae, of the invasive alien weed,**

Cryptostegia grandiflora in Queensland, Australia. PlantPathology, v. 53, p. 475-484, 2004

TURKAN, I. & DEMIRAL, T. Recent developments in understanding salinity tolerance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, p. 2-9, 2009.

VIEIRA, M. F. et al. **Biologia reprodutiva de Cryptostegia madagascariensis BojerExDecne (Periplocoideae, Apocynaceae), espécie ornamental e exótica no Brasil.** Bragantia, Campinas, v. 63, n. 3, 2004.

VIEIRA, R. D; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes.** Jaboticabal: UNEP/UNESP – FCAVJ, 1994. 164p.

VIEIRA, R. D; CARVALHO, N. M. Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: **FUNEP/UNESP – FCAVJ**, 1994. 164p.

WILLADINO, L.; CAMARA, T.R. **Tolerância das plantas á salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos.** In: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer- Goiânia, Vol. 6, N. 11; 2010. p. 10.

WRIGHT, S. J. Tropical forests in a changing environment. **Trends in Ecology and Evolution**, v.20, n.10, 2005.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental.** Rio de Janeiro: sn, 2001. 228 p.

ZALBA, S.M. **Adaptive management of biological invasions: a tool for reducing uncertainty and improving diagnosis and effectiveness of control.** XIX Meeting of the Society for Conservation Biology. Brasília, Brasil, 2005.

ZILLER, S. R. **Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras.** 2001. Disponível em: <<http://www.institutihorus.org.br/Ciência%20Hoje.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2012.