

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – UERN
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – FANAT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS – PPGCN
MESTRADO EM CIÊNCIAS NATURAIS – MCN

ROBERTO CARLOS GRILLO RAGAGNIN

**EFEITO DO ESTRESSE SALINO NO CRESCIMENTO E NA QUALIDADE DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia gracilis* Schauer**

MOSSORÓ – RN

2013

ROBERTO CARLOS GRILLO RAGAGNIN

**EFEITO DO ESTRESSE SALINO NO CRESCIMENTO E NA QUALIDADE DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia gracilis* Schauer**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Naturais, da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Naturais, área de concentração Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Cynthia Cavalcanti de Albuquerque

MOSSORÓ – RN

2013

ROBERTO CARLOS GRILLO RAGAGNIN

**EFEITO DO ESTRESSE SALINO NO CRESCIMENTO E NA QUALIDADE DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia gracilis* Schauer**

Aprovada, em 26 de julho de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Cynthia Cavalcanti Albuquerque (Orientadora)

Prof^ª. Dr^ª Claudia Ulisses de Carvalho Silva

Prof. Dr. Marco Antonio Diodato

“O mestre que caminha à sombra do templo rodeado de discípulos, não dá de sua sabedoria, mas sim de sua fé e de sua ternura. Se ele for verdadeiramente sábio, não te convidará a entrar na mansão de seu saber, mas antes o conduzirá ao limiar de tua própria mente.”

(Gibran Khalil Gibran)

*A sociedade a quem todo o
conhecimento construído e
produzido deve ser destinado*

Ofereço

*“Deus”, a quem agraciou com suas bênçãos;
Minha família;
Aos Professores Cynthia e a Marco Diodato,
a quem devo o chegar onde estou.*

Dedico

IN MEMORIA

À minha mãe, Maria de Lourdes que dedicou sua vida a nós seus filhos e alunos que procurou ao mesmo tempo, ser mãe e mestra. Obrigado mãe! Esteja onde estiver, que Deus lhe abençoe!

Ao meu pai, Eduardo “Seu Dudu” pelo carinho e dedicação na sua forma em demonstrar aos filhos as oportunidades que não teve. Pai obrigado por me dar à oportunidade de te conhecer. Deus seja contigo, pai!

Ao meu avô Adriano que muito me ensinou, sendo para mim verdadeira fonte de inspiração, orgulho e admiração.

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Eterno, o Deus criador do universo e de todas as coisas pela sua bondade, benignidade e misericórdia para com a minha vida, e por ter me concedido o direito de existir, uma segunda chance de viver, amar e realizar meus sonhos. Obrigado Senhor!

A professora Cynthia Cavalcanti Albuquerque pela simpatia, pela orientação, pela confiança, pelo incentivo e estímulo. Ensinou-me a caminhar e me reerguer sempre!

Ao professor Marco Antonio Diodato por ser muito mais que um professor, um grande amigo, imprescindível para que esse sonho se concretizasse.

Em especial a Fabio Mesquita Oliveira funcionário técnico do Laboratório de Botânica da UERN, por sua inteligência e dedicação, minha eterna gratidão ao apoio e companheirismo no decorrer do meu experimento e dos resultados.

Aos amigos Leônidas Zeferino e Sônia Bezerra por estarem ao meu lado em um dos momentos mais difícil da minha vida.

Aos meus colegas e amigos, em especial Dayane Paiva, Maria Clara Torquato e Antonio Nogueira de Moraes Segundo que mostraram seu carinho e exemplos de companheirismo no convívio durante a experiência enriquecedora que foi o mestrado.

Aos meus irmãos Renato, Rinaldo, Remi, Renan, Rui, Robinson e Rodrigo e minhas irmãs Regina e Rosangela por serem tão especiais. Amo vocês!

As minhas cunhadas Márcia, Kátia, Rose e Tati, e em especial a Maria que no momento mais difícil de minha vida me deu apoio, força e amor para continuar minha missão e ao meu querido cunhado Aert.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas pelo carinho e amor. Deus abençoe cada um e que de alguma forma minha luta sirva de inspiração a vocês.

Ao Profº Jorge Oliveira mestre exemplo e amigo durante minha formação da minha vida estudantil.

Aos amigos no RN Rita “Preta”, Rafael Teixeira, Edglê, Lamarck, Monique, Andrea, Manu, Rhafaela, Cris, Josué, estendendo, aos professores e funcionários do Mestrado em Ciências Naturais pelo apoio fundamental.

Aos grandes amigos Carmen Pierrando, Luciana Salla, Luciana Granez, Leila Ambrós Mossi, Flavia Warth, Rodrigo Bender, Marcia leandro e os italianos Giuseppe “Beppe”, Helena e Matteo.

Aos colegas do laboratório de cultura de tecidos Eleneide Pinto Gurgel, Ricardo Gonçalves, Mônica Silva e Valdiglêzia Arruda pela força e alegria durante minha caminhada.

Ao Bioma Caatinga que com suas belezas e riquezas tive a oportunidade de conhecer e conviver.

A Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e ao Programa de Ciências Ambientais por me oportunizar esse mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo auxílio financeiro à bolsa de estudos.

A todos que contribuíram de alguma forma para elaboração desta dissertação, para minha formação e que passaram de alguma forma por minha vida.

Meu muito obrigado!

RESUMO

A região semiárida do Brasil é caracterizada por apresentar insuficiência hídrica e chuvas mal distribuídas, fazendo-se necessário o uso da irrigação para aumento da produtividade das culturas. Tal técnica, no entanto, tem gerado vários problemas ambientais, principalmente a salinização do solo que pode provocar diminuição acentuada do crescimento, desenvolvimento e da produtividade das culturas. Já existem comprovações na literatura que ocorre incremento de princípios ativos em plantas que são submetidas a estresses abióticos. Em função disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da salinidade no desenvolvimento e produção de óleos essenciais de *Lippia gracilis*, que apresenta ação antimicrobiana comprovada e conhecida popularmente como alecrim de tabuleiro. O trabalho foi desenvolvido na casa de vegetação do Departamento de Biologia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), utilizando-se plantas de *L. gracilis* obtidas pelo método de estaquia. As plantas foram submetidas a cinco tratamentos de estresse salino 0 (controle); 25; 50; 75 e 100 mM de cloreto de sódio (NaCl), em Delineamento de blocos ao acaso. Cada bloco foi representado pelos 5 tratamentos sendo estes constituídos por 9 parcelas e cada uma delas constou de uma planta. O experimento teve duração de 40 dias com diferentes períodos de coletas dos dados (20 e 40 dias). Foram avaliadas as seguintes variáveis: Taxa de Crescimento Relativo (TCR); Biomassa seca da parte aérea e raiz; Teor relativo de água e concentração de prolina nas folhas. Aos 40 dias folhas de cada tratamento foram coletadas para análise da composição química e rendimento do óleo essencial. A salinidade reduziu o teor de crescimento relativo (TCR) das plantas a partir dos 25 mM de sal. Não se observou diferença significativa entre os tratamentos no que diz respeito ao teor relativo de água. Com relação à prolina, verificou-se que aos 40 dias de estresse, as plantas acumulavam prolina a partir dos 25 mM de NaCl. Na análise química do óleo essencial, não houve diferença na concentração dos constituintes e nem no rendimento em relação ao estresse salino, mas o carvacrol e o timol se destacaram como constituintes majoritários em todos os tratamentos analisados.

ABSTRACT

The semiarid region of Brazil is characterized by having insufficient water and poorly distributed rainfall, making necessary the use of irrigation to increase crop productivity. This technique, however, has raised various environmental problems, especially soil salinization which can cause marked decrease in the growth, development and crop yield. Already there is evidence in the literature that there is an increase of active principles in plants that are subjected to abiotic stresses. As a result, the objective of this study was to evaluate the influence of salinity on development and production of essential oils from *Lippia gracilis*, popularly known as rosemary board with proven antimicrobial. The study was conducted in the greenhouse of the Department of Biology at the University of Rio Grande do Norte (UERN), using plants of *L. gracilis* obtained by the method of cutting. The plants were subjected to five treatments of salt stress 0 (control), 25, 50, 75 and 100 mM sodium chloride (NaCl) in Design of blocks. Each block is represented by five treatments which are made of 9 parts each of which consisted of one plant. The experiment lasted 40 days with different periods of sampling data (20 and 40 days). We evaluated the following variables: Relative Growth Rate (RGR), shoot dry biomass and root, relative water content and proline concentration in leaves. At 40 days leaves from each treatment were collected for analysis of chemical composition and yield of essential oil. Salinity reduced the level of relative growth (RGR) of plants from 25 mM salt. There was no significant difference between treatments with respect to the relative water content. With respect to proline, it was found that the stress at 40 days, the plants accumulate proline from 25 mM NaCl. In the analysis of the essential oil, there was no difference in the concentration of the constituents and not on income in relation to salt stress, but the carvacrol and thymol stood out as major constituents in all treatments.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Local da retirada dos ramos de *Lippia gracilis* (A-B); *Lippia gracilis* a campo (C); Ramos com folhas e floração (D). 25
- Figura 2:** Preparo das estacas para serem imersas na solução auxínica (A); estacas em sacos para enraizamento (B) e brotação das estacas(C). 25
- Figura 3:** Visão geral do experimento conduzido em casa-de-vegetação com plantas de *Lippia gracilis* Schauer submetidas ao estresse salino. 27
- Figura 4:**Taxa de crescimento relativo (TCR) em relação ao controle de plantas de *Lippia gracilis* entre 20 e 40 DAE. UERN, Mossoró, RN, 2012. 31
- .
- Figura 5:** Biomassa seca da parte aérea e raiz de plantas de *Lippia gracilis* aos 20 dias de cultivo sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012 33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Taxa de crescimento relativo (TCR) de plantas de *Lippia gracilis* entre 20 e 40 DAE sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012. 31
- Tabela 2:** Níveis de prolina em folhas de *Lippia gracilis* aos 20 e 40 dias de cultivo sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012. 32
- Tabela 3:** Teor relativo de água (TRA) em plantas de *Lippia gracilis* aos 20 e 40 dias de cultivo sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012. 34
- Tabela 4:** Rendimento do óleo essencial de *Lippia gracilis* cultivadas sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012. 35
- Tabela 5:** Médias do percentual dos principais constituintes do óleo essencial de plantas de *Lippia gracilis* sob cultivo em condições de salinidade. UERN, Mossoró, RN, 2013. 36

LISTA DE ABREVIATURAS

NaCl - Cloreto de sódio

mM - Milimol

TCR - Taxa de crescimento relativo

TRA - Taxa relativa de água

NP - Níveis de Prolina

OE - Óleo essencial

DAE - Dias após estresse

rpm - Rotações por minuto

mg - Miligrama

mL - Mililitro

nm - Nanômetro

DBC - Delineamento Blocos Casualizados

HPLC- High-performance liquid chromatography

µL - microlitro

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVOS	17
2.1.	Objetivo Geral	17
2.2.	Objetivos Específicos	17
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1.	Caracterização do bioma Caatinga	18
3.2.	Problemas da salinização dos solos no semiárido	18
3.3.	Influência da salinidade no metabolismo de espécies vegetais	20
3.4.	Potencialidades medicinais do gênero <i>Lippia</i>	21
3.5.	Caracterização morfológicas e químicas de <i>Lippia gracilis</i> Schauer	23
4.	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1.	Coleta, enraizamento e plantio de <i>Lippia gracilis</i>	24
4.2.	Estabelecimento do experimento com estresse salino	26
4.2.1.	Delineamento experimental	26
4.2.2.	Análise da Taxa de Crescimento Relativo (TCR)	27
4.2.3.	Avaliação da Taxa Relativa de Água (TRA)	27
4.2.4.	Quantificação dos níveis de Prolina no tecido foliar	28
4.2.5.	Análise da composição química e rendimento do óleo essencial (OE)	28
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6.	CONCLUSÕES	37
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

APÊNDICE

1 INTRODUÇÃO

O potencial produtivo e o rendimento de determinadas culturas são fortemente afetados pelas características genótípicas apresentadas pelas mesmas, assim como a sua interação com o ambiente. A resposta fisiológica que uma cultura apresenta está atrelada às suas características genéticas com os elementos do ambiente é muito significativa e aos efeitos do ambiente, interferindo na produção de matéria seca, grãos e metabólitos. Dentre os fatores ambientais, a presença de sais no solo e na água de irrigação merece destaque, pois podem influenciar diretamente no crescimento e na produção vegetal, principalmente quando se considera as condições climáticas nas quais a cultura está inserida (HAYES et al., 2003; STANEV, 2010; BASER, 2010).

A salinização é um dos fenômenos crescentes em todo o mundo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, decorrente de condições climáticas e da agricultura irrigada (SAIRAM & TYAGI, 2004). A adição de fertilizantes via água de irrigação quando utilizada sem nenhuma forma de manejo, torna-se um contribuinte intenso para o aumento de áreas com altas concentrações salinas (LIMA JÚNIOR & SILVA, 2010).

A FAO adverte que aproximadamente 50% dos 250 milhões de hectares irrigados no mundo já apresentam problemas de salinização e saturação do solo e que 10 milhões de hectares são abandonados anualmente em virtude desses problemas (LIMA JÚNIOR & SILVA, 2010).

Os efeitos imediatos da salinidade sobre as plantas são: diminuição do potencial osmótico, desbalanceamento nutricional devido à elevada concentração iônica e a toxicidade de alguns íons, particularmente o cloro e sódio (MUNNS, 2002; FLOWERS, 2004; WILLADINO & CAMARA, 2010). Mais tardiamente, a salinização dos solos resulta na redução do acúmulo de fitomassa, principalmente devido ao custo metabólico de energia associado às adaptações da condição de estresse salino, incluindo: a síntese de solutos orgânicos para osmorregulação e/ou proteção de macromoléculas, manutenção da integridade das membranas e a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células (WILLADINO & CAMARA, 2004; WILLADINO et al., 2011). O aumento da pressão osmótica da solução do solo e a redução da infiltração da água no mesmo resultam em limitação desse recurso para as plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

A quantidade limitada de água tem um efeito negativo sobre o crescimento e desenvolvimento da maioria das espécies vegetais. Entretanto, a deficiência hídrica e outros estresses abióticos, muitas vezes tem se mostrado positiva, influenciando o acúmulo de constituintes ativos em espécies medicinais, aromáticas e condimentares (GLOBO-NETO & LOPES, 2007). Esse fato torna-se positivo para regiões semiáridas submetidas a estresses abióticos, pois alia o cultivo de espécies resistentes à produção de metabólitos de importância econômica. Em plantas herbáceas e arbustivas, por exemplo, o conteúdo de compostos terpênicos tende a aumentar sob condições de estresse, principalmente quando cultivadas sob deficiência hídrica moderada (LIMA et al., 2003; GLOBO-NETO & LOPES, 2007; TAARIT et al., 2010).

Dentre os compostos químicos de importância econômica, os óleos essenciais se destacam. Esses compostos caracterizam-se por serem voláteis e estarem envolvidos nas interações animal-planta, planta-micro-organismo e planta-planta, com a finalidade de sobrevivência e/ou manutenção do vegetal, conferindo a ele capacidade de adaptação às condições do meio em que vive (CASTRO et al., 2008).

Os óleos essenciais de espécies da flora medicinal da Caatinga apresentam-se como uma fonte promissora de novos antimicrobianos, pois esse bioma com suas peculiaridades climáticas proporciona um incremento na biossíntese de óleos essenciais. Na maioria das vezes os óleos essenciais apresentam aumento em seu teor quando as plantas produtoras se encontram em ambientes com temperaturas elevadas (MORAIS, 2009).

Na medicina tradicional nordestina, espécies pertencentes ao gênero *Lippia* (Verbenaceae) são bastante utilizadas e dentre essas espécies, *Lippia gracilis* Schauer se destaca. Essa espécie é um arbusto nativo da Caatinga e produz um óleo essencial com proporções variáveis de fitoquímicos antimicrobianos de ação comprovada (ALBUQUERQUE et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008; NETO et al., 2010).

Informações sobre o efeito de condições ambientais na produção de metabólitos secundários de plantas provêm principalmente de esforços da pesquisa para maximizar a produção de constituintes ativos de espécies medicinais e aromáticas (LAS, 2009). No entanto são poucos os trabalhos referentes ao efeito do estresse salino em plantas com potencial medicinal, principalmente em relação aos produtos do metabolismo secundário (SILVA et al., 2002). Portanto, a descoberta de novas possibilidades de cultivo de plantas nativas adaptadas às condições de elevadas concentrações de sais no

solo e que mantenham seus metabólitos potencialmente ativos, abre perspectivas para pequenos produtores da região local, ao cultivo de espécies com potencial econômico a baixos custos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito do estresse salino no crescimento, na produção e na qualidade do óleo essencial de *Lippia gracilis* Schauer.

2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar matéria seca total e teor relativo de água das plantas de *L. gracilis*, submetidas a diferentes concentrações de solução salina, em diferentes períodos;
- Avaliar a taxa de crescimento relativo das plantas submetidas à salinidade;
- Avaliar o conteúdo de prolina nas plantas submetidas ao NaCl;
- Analisar a composição química e o rendimento do óleo essencial de *L. gracilis*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Caracterização do bioma Caatinga

A palavra caatinga, na língua indígena, significa “mata branca” ou “floresta branca” e essa denominação se deve à coloração branca e ao aspecto reluzente dos troncos dos arbustos que perdem suas folhas durante a estação seca. É um bioma unicamente brasileiro que está localizado em um domínio de climas semiáridos e que apresenta grande variedade de paisagens e relativa riqueza biológica. Comumente a caatinga é descrita como um ecossistema pobre, mas o que se vê são inúmeros estudos que descrevem e demonstram as riquezas e potencialidades deste bioma. Tais potencialidades transformam-na em um laboratório para estudos e pesquisas nos mais diversos campos. Na região Nordeste do Brasil, o bioma Caatinga é o principal ecossistema. Ele se estende numa área de 73.683.649 ha, que equivale a 6,83% do território nacional (IBAMA, 2011; LEAL et al., 2005).

Há muitas evidências de que a flora da Caatinga é rica em plantas medicinais, entretanto, o valor farmacológico dessas plantas não tem sido avaliado na sua profundidade e na forma correta. Por esse motivo é importante o desenvolvimento de pesquisas que possam sanar tais deficiências, criando incentivos que proporcionam o desenvolvimento das potencialidades das espécies de plantas da Caatinga, que são conhecidas pelo uso da população local (DRUMOND et al., 2004).

3.2. Problemas da salinização dos solos no semiárido

A escassez dos recursos hídricos nas regiões áridas e semiáridas envolve aspectos quantitativos e qualitativos, causando restrições de uso para o consumo humano, animal e irrigação (MEDEIROS et al., 2003). Aliado a isto, no semiárido a pluviosidade baixa e a evapotranspiração elevada contribuem decisivamente para o agravamento da salinização dos solos (VIÉGAS et al., 2001). Estima-se que 20% das terras cultivadas no mundo e aproximadamente metade das terras irrigadas estejam afetadas por sais (SAIRAM & TYAGI, 2004).

Os elementos encontrados na água de irrigação e que mais comumente causam problemas de toxidez às plantas são os íons cloro, sódio e boro (BERNARDO et al., 2006).

A magnitude do problema depende da concentração do íon na água de irrigação, da sensibilidade da cultura ao íon, da demanda evapotranspiratória da região e do método de irrigação em uso. Estes íons geralmente acumulam-se nas folhas, causando problemas de clorose e queima dos tecidos, reduzindo a produção vegetal ou mesmo chegando a culminar na morte da planta, quando o seu acúmulo é muito elevado (MELO et al., 2001).

No Brasil as áreas salinas localizam-se principalmente na região Nordeste ou mais especificamente nos perímetros irrigados, que perfazem 57% da área total da região semiárida. Segundo Ribeiro et al (2009), com base no mapa de solos do Brasil, os solos salinos e sódicos ocupam cerca de 160.000 km² ou 2% do território nacional. Além das irrigadas, outras áreas afetadas pela salinidade são as localizadas próximas de salinas e em torno de atividade da carcinicultura. Ferreira et al. (2008) relataram em trabalhos sobre a influência da carcinicultura na salinização do solo em áreas do município de Guamaré/RN, que plantas nativas da região estão morrendo devido ao aumento da salinidade residual da água e degradação do meio ambiente.

Atualmente, o Estado do Rio Grande do Norte destaca-se como principal produtor de melão, tanto em área cultivada como em rendimento, e suas principais áreas de cultivo estão concentradas próximo à faixa litorânea, mesmo com altos níveis de sais no solo e na água de irrigação. Entretanto, os produtores da região continuam utilizando águas de salinidade variável para irrigação do meloeiro, pois a redução no tamanho dos frutos tem colaborado para a melhoria da qualidade dos mesmos, devido ao aumento no teor de açúcares e na resistência pós-colheita, para exportação (SILVA et al.; 2007).

Embora, a salinização do solo venha a beneficiar a cultura do melão no Estado do Rio Grande do Norte, é imprescindível ainda que se desenvolvam estudos no sentido de buscar espécies que mais se adaptem as condições salinas dessa região, de modo que áreas degradadas voltem a ser produtivas. A avaliação do comportamento de espécies arbóreas em solos degradados, visando à escolha de plantas mais tolerantes aos sais, representa uma alternativa viável. Várias dessas espécies são de uso múltiplo, fornecendo uma excelente cobertura vegetal e apresentando sistemas radiculares profundos, que podem reduzir a evaporação da água, aumentando a permeabilidade e a porosidade do solo (LEITE et al.; 2010).

3.3. Influência da salinidade no metabolismo de espécies vegetais

Além do importante papel ecológico que as plantas desempenham juntamente com os micro-organismos na ciclagem de nutrientes e recuperação de solos (KENNEDY & DORAN, 2002), várias espécies desempenham um papel importante no desenvolvimento de novos medicamentos e, por muitos anos, elas têm sido utilizadas como fontes de produtos naturais biologicamente ativos (CORDELL, 2000).

Atualmente estima-se que produtos naturais extraídos de plantas estejam envolvidos no desenvolvimento de aproximadamente 1/3 de todas as novas drogas prescritas (BRASIL, 2006). Dentre os compostos químicos pesquisados na busca de atividades biológicas, destacam-se os óleos essenciais, os quais constituem um dos mais importantes grupos de matérias primas para as indústrias de alimentos, farmacêutica, perfumaria e afins. Esses óleos são constituídos por uma mistura complexa de diversas classes de substâncias, dentre elas os fenilpropanóides, mono e sesquiterpenos, para os quais é atribuída a atividade antimicrobiana de muitos óleos essenciais (MORAIS, 2009).

O excesso de sais promove a retenção de água no solo, tornando-a cada vez menos acessível às plantas, além do efeito de alguns íons no protoplasma da célula (FREIRE et al., 2010), desencadeando desordens nutricionais (HOLANDA et al.; 2007). No tocante à morfologia das plantas, a salinidade reduz a taxa de crescimento, resultando em folhas menores e em menor número, em consequência disso, reduz a absorção de CO₂ comprometendo o processo fotossintético (JACOBY, 1994; PARIDA & DAS, 2005). O efeito osmótico causa distúrbios funcionais e injúrias, principalmente nas folhas, afetando assim, o metabolismo das plantas. No entanto, o grau com que o estresse salino irá afetar as plantas vai depender principalmente da tolerância da cultura à salinidade, do manejo da irrigação e adubação e dos fatores climáticos locais (MUNNS, 2005; SILVA et al., 2003).

Os óleos essenciais são sintetizados através do metabolismo secundário das plantas, que por sua vez, pode ser influenciado por fatores bióticos e abióticos. Esses voláteis produzidos pelas espécies da flora medicinal da caatinga apresentam-se como uma fonte promissora de novos antimicrobianos, pois esse bioma com suas peculiaridades climáticas, proporciona um incremento na biossíntese de óleos essenciais. Morais (2009) afirma que na maioria das vezes, os óleos essenciais apresentam aumento em seu teor quando as plantas produtoras se encontram em ambientes com temperaturas elevadas.

A salinidade afeta os constituintes básicos do metabolismo primário e algumas espécies vegetais adaptam-se e sobrevivem a essa condição, produzindo osmorreguladores importantes. Estudo feito por Sultana et al. (1999) mostra que os teores dos constituintes bioquímicos de folhas de arroz, como pigmentos fotossintéticos, açúcares e proteínas, são reduzidos pela salinidade, sendo esse efeito agravado pela prolongada duração de exposição ao NaCl. O acúmulo de aminoácidos livres, principalmente prolina, aumenta devido à presença de NaCl em comparação com as plantas crescidas em meio não salino (LANGDALE et al., 1973; CAMARA et al., 1998). O acúmulo de prolina é rápido e parece ser uma adaptação ao estresse salino (BERTELI et al., 1995), defendendo os tecidos vegetais contra estresse osmótico e/ou atuando como protetor enzimático (SOLOMON et al., 1994; LIU e ZHU, 1997). Informações sobre o efeito de condições ambientais na produção de metabólitos secundários de plantas provêm principalmente de esforços da pesquisa para maximizar a produção de constituintes ativos de espécies medicinais e aromáticas (LAS, 2009).

3.4. Potencialidades medicinais do gênero *Lippia*

O gênero *Lippia*, é o segundo maior da família Verbenaceae, xx foi descrito primeiramente por Linnaeu no ano de 1753 (BRANDÃO, 2003) e é constituído por muitas espécies medicinais e aromáticas. Os maiores centros de dispersão desse gênero encontram-se nas Américas do Sul, Central e alguns pontos da África Tropical (VICCINI et al., 2006), sendo os principais centros de diversidade específica do gênero *Lippia* localizados no México e no Brasil (OLIVEIRA et al.; 2007).

Segundo Troncoso (1974), o gênero *Lippia* apresenta hábito arbustivo ou subarbustivo (Figura 1C), caracterizado por apresentar folhas decussadas, geralmente com indumento glandular, florescências parciais capituliformes ou espiciformes (Figura 1D), congestas, axilares, brácteas membranáceas ou cartáceas, verdes ou coloridas, amarelas, róseas ou vináceas, ultrapassando ou não o comprimento das flores; flores sésseis, cálice comprimido, alado, induplicado, membranáceo, inconspícuo, persistente no fruto; corola hipocraterimorfa, alva, rósea, magenta, lilás ou amarelas, tubo reto ou curvo, limbo de quatro a cinco lobados, lábio superior ou adaxial lobado, lábio inferior ou abaxial único, dois lobos laterais; quatro estames; ovário monocarpelar, bilocular, ovulado e estigma lateral. Possui fruto dividido na maturidade em dois mericarpos.

O gênero apresenta aproximadamente 200 espécies de ervas, arbustos e pequenas árvores em três centros de dispersão, sendo o Brasil o maior deles, distribuindo-se no cerrado e caatinga, com 111 espécies, onde se destacam por seu aspecto chamativo no período da floração e por seu aroma forte e geralmente agradável (PASCUAL, 2001; TERBLANCHÉ; KORNELIUS, 1996; GOMES, 2009).

Inúmeras espécies de *Lippia* são empregadas na medicina popular no tratamento de diversas patologias e, como resultado, muitas têm sido investigadas do ponto de vista farmacológico revelando importantes propriedades. *L. alba* (Mill.) N. E. Brown tem ação sedativa, antiespasmódica, estomática, anti-inflamatória e antipirética (GOMES et al., 1993); *L. sidoides* Cham e *L. gracilis* contem óleo essencial cujos constituintes majoritários são timol e carvocrol, que conferem a esta planta forte ação antimicrobiana contra fungos e bactérias (COSTA et al., 2002); *L. multiflora* Moldenke tem ação contra a malária, no tratamento de hipertensão e combate à sarna (VALENTIN et al., 1995); *L. dulcis* Trevir é eficiente no tratamento da tosse e bronquite (COMPADRE et al., 1986). Destas espécies, a *L. alba* (Mill.) N. E. Brown (erva cidreira ou falsa melissa) é a mais conhecida e utilizada devido as suas propriedades medicinais (OLIVEIRA et al.; 2006).

No Nordeste do país as espécies de *Lippia* são usadas na medicina popular para o tratamento de resfriados, gripes, bronquites e tosse, além de disfunções gastrointestinais ou respiratórias e hipertensão (PASCUAL et al., 2001). Em muitos casos, as partes usadas são as folhas e flores na forma de infusão ou decocto administradas oralmente ou através de emplastos (PASCUAL et al., 2001; LORENZI & MATOS 2002; OLIVEIRA et al.; 2006).

Algumas espécies de *Lippia* têm sido utilizadas também no reflorestamento de áreas mineradas, tais como *Lippia origanoides* H.B.K., que são utilizadas como espécie pioneira em regiões de minério de ferro que foram desativadas ou abandonadas na Venezuela (GUEVARA et al.; 2005).

Os principais constituintes químicos encontrados nos óleos essenciais das espécies deste gênero são: limoneno, β -cariofileno, *p*-cimeno, cânfora, linalol, α -pineno, carvacrol e timol. Dentre os componentes não-voláteis, foram registrados flavonóides, naftoquinonas, iridóides, alcalóides, triterpenos e saponinas (PASCUAL et al., 2001).

Os óleos essenciais extraídos de plantas deste gênero têm revelado um perfil químico semelhante, com a presença frequente dos componentes: limoneno, β -cariofileno, *p*-cimeno, cânfora, linalol, α -pineno e timol (GOMES, 2009). Santos & Innecco (2003) afirmam que a presença, no óleo essencial, de sesquiterpenos e monoterpênicos,

monocíclicos ou acíclicos, característicos do gênero *Lippia*, são os que fornecem as propriedades fitoterapêuticas das espécies.

Embora seja determinada geneticamente, a composição química dos óleos essenciais pode variar em função de fatores ambientais como a umidade do ar, disponibilidade hídrica, condições de solo, intensidade luminosa, temperatura e período de coleta (VIDO, 2009).

3.5. Caracterização morfológicas e químicas de *Lippia gracilis* Schauer

Lippia gracilis Schauer, planta aromática endêmica do Nordeste brasileiro conhecida popularmente como alecrim-de-tabuleiro e alecrim-de-serrote, apresenta-se como um arbusto de aproximadamente de 1,0 a 2,5 m de altura, bem ramificado, com folhas pequenas e flores de coloração branca bastante odoríferas.

O sistema radicular de plantas dessa espécie em geral é superficial e as populações são frequentemente encontradas em solos rasos, com afloramento de rochas calcárias. A constatação da afirmação supracitada foi feita em aula de campo no município de Baraúna.

No que diz respeito à utilização dessa espécie como medicamento, suas infusões de folhas ou decocção e maceração alcoólica são usadas para algumas doenças inflamatórias e dor de cabeça. O óleo essencial desta espécie contém proporções variáveis de fitoquímicos antimicrobianos de ação comprovada, sendo o timol e carvacrol em elevadas concentrações (ALBUQUERQUE et al., 2006; NETO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2008; VIANA, 2009). Os constituintes dos óleos essenciais são muito instáveis à presença de luz, calor e umidade, conseqüentemente o horário de colheita do material vegetal pode influenciar direta ou indiretamente nos processos do metabolismo secundário que resultam em variações quantitativas e qualitativas do óleo essencial. A composição química do óleo de *L. gracilis* Schauer mostra flutuações quantitativas dos componentes majoritários, provavelmente devido a condições genéticas, do local e das condições em que a planta é cultivada.

No entanto são poucos os trabalhos referentes ao efeito do estresse salino em plantas com potencial medicinal, principalmente em relação aos produtos do metabolismo secundário (SILVA et al., 2002). Portanto, a descoberta de novas possibilidades de cultivo de plantas nativas adaptadas às condições de elevadas concentrações de sais no solo e que mantenham seus metabólitos potencialmente ativos, abre perspectivas para pequenos

produtores da região local para o cultivo de espécies com potencial econômico a baixos custos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na casa de vegetação da Universidade do Rio Grande do Norte (UERN), município de Mossoró localizado a latitude de 06°12'43" S e longitude de 37° 20' 39" W. A cidade está situada na região semiárida do Nordeste brasileiro no Estado do Rio Grande do Norte a uma distância de 285 km da capital Natal. A temperatura média anual está em torno de 27,5 °C, umidade relativa de 68,9%, nebulosidade média anual de 4,4 décimos e precipitação média anual de 673,9 mm. Segundo classificação climática de Köppen (1948), o clima de Mossoró-RN é do tipo BSw'h', ou seja, quente e seco, tipo estepe, com estação chuvosa no verão (CARMO FILHO et al., 1987).

4.1. Coleta, enraizamento e plantio de *Lippia gracilis*

Os ramos de *L. gracilis* foram obtidos em dezembro de 2011, numa localidade conhecida como Sítio Boqueirão, latitude de 5° 60' 22" S e longitude de 37° 67'92" W, no município de Felipe Guerra, Estado do Rio Grande do Norte. Segundo IDEMA (2013), a característica climática do município constitui-se por apresentar um clima muito quente, semiárido e temperatura média anual em torno de 27,8°C, com estações chuvosas que podem se estender até o mês de outubro. Sua vegetação é composta predominantemente pelas formações Caatinga Hiperxerófila e carnaubais.

As características ambientais, como tipo de vegetação e tipo de solo no local da coleta dos ramos usados para a propagação, em uma faixa de encosta, com solo raso, com significativa predominância de plantas de *Lippia gracilis* na encosta. Após a execução de três coletas, as plantas apresentavam sinais de final de ciclo, período de senescência vegetal decorrência do período da ausência pluviométrica (figura 1A –B).



Figura 1: Local da retirada dos ramos de *Lippia gracilis* (A-B); *Lippia gracilis* a campo (C); Ramos com folhas e floração (D).

Os propágulos utilizados no trabalho foram estacas cujas bases foram cortadas em forma de bisel com auxílio de uma tesoura de poda. As estacas mediam aproximadamente 20 cm de comprimento e 1,20 mm de diâmetro. Para o enraizamento, os propágulos tiveram suas bases imersas em solução auxínica contendo ácido indolilacético (AIA) a uma concentração de $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ por 10 minutos (Figura 1A). Em seguida, as estacas foram plantadas em sacos de polietileno com capacidade para 2L (Figura 2B), contendo substrato composto de areia lavada, argila e composto orgânico Polifértil® (composição: esterco bovino e esterco de galinha; nitrogênio (1%); carbono orgânico 15%; C/N 18/1 g L^{-1} ; pH 6,0%, CTC 80 MMOL C/DM; Umidade 50%) na proporção de 1:1:1. Após a brotação (Figura 2C).



Figura 2: Preparo das estacas para serem imersas na solução auxínica (A); estacas em sacos para enraizamento (B) e brotação das estacas (C).

As plantas foram transferidas para vasos com capacidade para 8L contendo o mesmo substrato nas mesmas proporções citadas anteriormente. O limite superior d'água disponível no vaso foi previamente determinado e para isso, o vaso com solo seco foi colocado em um recipiente com volume de água conhecido. Quando a água atingiu a superfície do solo, por capilaridade, foi quantificada a quantidade de água retida no mesmo.

4.2. Estabelecimento do experimento com estresse salino

Após a uniformização em tamanho (Figura 3), as plantas foram submetidas a 4 tratamentos de estresse salino resultante da adição 25; 50; 75 e 100 mM de cloreto de sódio (NaCl), além do controle (0mM), correspondendo a condutividade elétrica de 2,97; 5,73; 7,79 e 8,49 mS cm⁻¹ respectivamente, e o controle de 0,49 mS cm⁻¹. A condutividade elétrica das respectivas soluções foi medida com auxílio de um condutivímetro portátil Orion Star™. O tratamento controle correspondeu à irrigação com água.

As soluções salinas foram aplicadas diariamente no período manhã obedecendo à capacidade de campo. O experimento teve duração de 40 dias com diferentes períodos de coleta dos dados (20 e 40 dias). Foram avaliadas as seguintes variáveis: taxa de crescimento relativo (TCR); biomassa seca da parte aérea e raiz; teor relativo de água (TRA); concentração dos níveis de prolina nas folhas e composição química e rendimento do óleo essencial.

4.2.1. Delineamento experimental

O Delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), sendo quatro blocos com cinco tratamentos, totalizando 180 plantas. A parcela experimental constou de nove vasos por tratamento, cada um com uma planta já estabelecida. Seis plantas por tratamento foram selecionadas ao acaso para avaliação do crescimento, teor de prolina e teor relativo de água (3 plantas aos 20 dias e 3 aos 40 dias). As três plantas remanescentes foram utilizadas para verificação da qualidade e quantidade do óleo essencial. Os dados obtidos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 3: Visão geral do experimento conduzido em casa-de-vegetação com plantas de *Lippia gracilis* Schauer submetidas ao estresse salino.

4.2.2. Análise da Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

Para fins de análise de crescimento, seis plantas foram escolhidas ao acaso, sendo três usadas aos 20 dias e três aos 40 dias após o estresse (DAE). Parte aérea e radicular foram separadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70°C. A TCR reflete o aumento de massa seca em um intervalo de tempo e foi calculada pela seguinte equação: $TCR = \left(\frac{\log W_2 - \log W_1}{t_2 - t_1} \right)$ expresso em $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$, onde W_2 e W_1 referem-se ao peso seco aos 40 (t_2) e 20 (t_1) dias respectivamente.

4.2.3. Avaliação da Taxa Relativa de Água (TRA)

Para avaliar o TRA, foram coletadas de três plantas escolhidas aleatoriamente em cada tratamento por bloco, três discos foliares de diâmetro 10 mm foram retirados da 4ª folha abaixo do ápice caulinar com auxílio de um furador de rolha. Os discos foram imediatamente pesados para determinação do peso fresco e em seguida foram colocados em placas de Petri forradas com papel de filtro completamente embebido com água, onde permaneceram em BOD (25°C e 80% de umidade relativa) por 10 horas no escuro. Em seguida, os discos foram pesados para determinação do peso túrgido e

posteriormente foram levados à estufa para secagem a 70°C. O TRA foi quantificado através da seguinte fórmula: $TRA = \frac{Pf - Ps}{Pt - Ps} \times 100$, expresso em percentagem (%), onde Pf, Ps e Pt correspondem respectivamente aos pesos fresco, seco e túrgido. A análise dessa variável foi realizada aos 20 e 40 DAE.

4.2.4. Quantificação dos níveis de Prolina no tecido foliar

Para quantificação dos níveis de prolina foram utilizadas amostras da quarta folha expandida a partir do ápice do ramo principal colhidas entre 5 e 6 horas da manhã, das seis plantas escolhidas aleatoriamente. Para o procedimento, a matéria fresca triturada (750 mg) foi colocada em tubo de ensaio contendo 15 mL de ácido 5-sulfosalicílico e centrifugada a 2000 rpm por 3 minutos. Em seguida, uma mistura de 3 mL do sobrenadante + 3 mL de ácido acético + 3 mL de ninidrina ácida foi aquecida em banho-maria por 1 hora a 100°C. Após o desenvolvimento da cor, as amostras foram resfriadas em banho de gelo, sendo adicionadas às mesmas 6 mL de tolueno para separação das fases. A fração incolor foi desprezada e a leitura das amostras coradas foi realizada em espectrofotômetro a 520 nm. Essa variável foi avaliada aos 20 e 40 DAE.

4.2.5. Análise da composição química e rendimento do óleo essencial (OE)

Para análise do OE, foram utilizadas folhas frescas de *L. gracilis*, de três plantas de cada tratamento de cada bloco coletadas no final do experimento (40 dias). A coleta foi realizada entre as 5 e 6 horas da manhã, em um dia com temperatura de 27°C e sem precipitação pluviométrica. O processo de extração dos óleos essenciais foi realizado através do método de hidrodestilação, utilizando o aparelho de Clevenger modificado. Após a coleta, as folhas foram levadas ao Laboratório de Química de Produtos Naturais do Departamento de Química da UERN, onde foram pesadas e colocadas em balão de fundo redondo com capacidade de 2L, contendo água destilada. O balão foi acoplado ao aparelho de Clevenger modificado e a extração foi realizada pelo período de 2 horas, controlando-se a temperatura para aproximadamente, 100°C. A partir da massa obtida na extração e da massa úmida do material vegetal, os teores dos óleos essenciais

extraídos foram calculados a partir da seguinte equação: $TO = \frac{M_{\text{óleo}}}{M_{\text{folha}}} \times 100$, onde TO se refere ao teor de óleo; $M_{\text{óleo}}$ corresponde à massa do óleo, M_{folha} corresponde à massa fresca das folhas. O resultado foi expresso em % (p/p).

Para a análise cromatográfica dos óleos e a respectiva quantificação dos seus componentes majoritários: timol, carvacrol e *p*-cimeno, foram utilizados um cromatógrafo líquido Shimadzu Class-VP, constituído de três bombas LC-10ATvp, detector por varredura de espectro ultravioleta por arranjo de fotodiodo SPD-M10Avp, forno CTO-10ASvp, injetor automático SIL10AF, coletor automático FRC10A e degaseificador em linha CTO10AS. Para separação dos compostos do óleo utilizou-se uma coluna cromatográfica analítica em fase reversa *Hyperclone ODSIC*₁₈, 3 μm, tamanho de 4,6 x 150 mm e um sistema em gradiente com variação 50% de acetonitrila/50% de água para 90% acetonitrila /10% água em 20 min. com fluxo de 0,8mL/min e volume de injeção de 1 μL.

Foram realizadas injeções de soluções de concentração conhecida de cada óleo em triplicata, para verificar a reprodutibilidade do método cromatográfico desenvolvido. A quantificação do timol, carvacrol e *p*-cimeno foram realizadas utilizando o método do padrão externo através da construção de curvas de calibração, descrito por Ciola (1998), a partir da média aritmética das áreas dos picos correspondentes aos metabólitos e as respectivas concentrações nas condições descritas acima. Os solventes utilizados para as análises cromatográficas foram de grau HPLC.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de crescimento relativo (TCR) apresentou acentuado decréscimo com o aumento da salinidade. Na concentração máxima (100 mM), verificou-se uma redução de cerca de 30% no crescimento em relação ao controle (Figura 3). Os dados numéricos apresentados na tabela 1 comprovam que até 25 mM de NaCl o crescimento diário não foi afetado, no entanto, a medida que a concentração de sal aumentava, o crescimento diminuía. Resultados semelhantes foram obtidos por Hendawy & Khalid (2005) que constataram uma redução de 34 a 48% na biomassa seca de *Salvia officinalis* cultivadas a 50 mM de NaCl. Decréscimos mais drásticos (61%) foram observados por Taarit et al. (2010) no crescimento dessa mesma espécie cultivadas a 100 mM de NaCl.

O estresse salino inibe o crescimento das plantas por reduzir o potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade de água e/ou pela acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, podendo ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos (TESTER & DAVENPORT, 2003). Aliado a esse fato, a eficiência fotossintética é comprometida, visto que diante desse tipo de estresse os estômatos fecham-se para evitar a transpiração, limitando a absorção de CO₂ (TAARIT et al., 2010).

O dispêndio de energia para a absorção de água e ajustamento osmótico também é um fator que explica a redução do crescimento das plantas submetidas à salinidade (GHEYI et al., 2005). No presente trabalho observou-se acréscimo na concentração foliar de prolina nas plantas sob influência salina. De acordo com a tabela 2 aos 20 dias de cultivo sob estresse, a concentração de prolina diferiu estatisticamente do controle apenas aos 75 mM de NaCl, porém aos 40 dias as plantas cultivadas a 25 mM já apresentavam valores de prolina mais elevados em relação ao controle, indicando que o tempo de exposição influenciou para o acúmulo desse osmorregulador. Esse fato reforça a hipótese de que o ajustamento osmótico, observado pela elevação de prolina, tenha afetado o crescimento das plantas de *Lippia*.

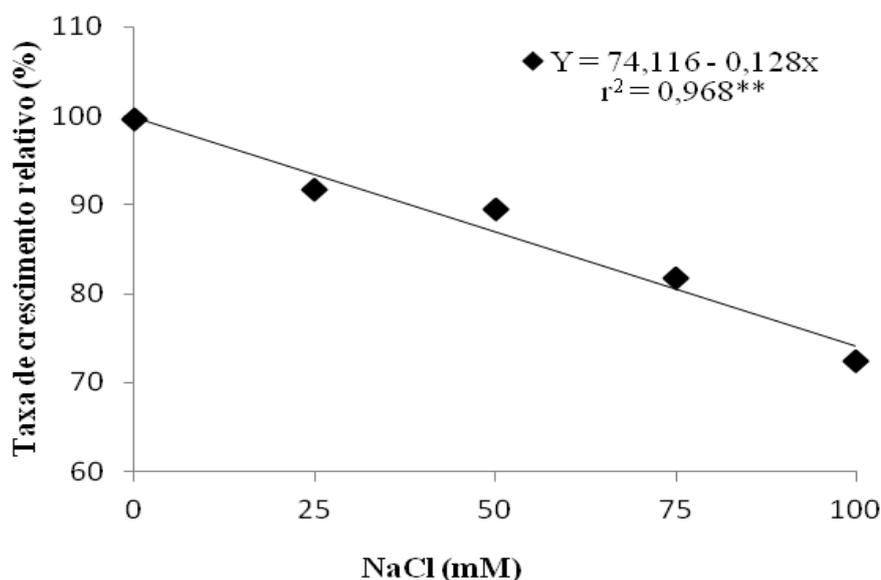


Figura 4 – Taxa de crescimento relativo (TCR) em relação ao controle de plantas de *Lippia gracilis* entre 20 e 40 DAE. UERN, Mossoró, RN, 2012.
** Significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 1 - Taxa de crescimento relativo (TCR) de plantas de *Lippia gracilis* entre 20 e 40 DAE sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012.

NaCl	TCR (g.g ⁻¹ dia ⁻¹)
0 mM L	1,824 a
25 mM L	1,674 ab
50 mM L	1,633 b
75 mM L	1,491 bc
100 mM L	1,321 c
DMS	0,18
CV	5,19
Desvio Padrão	0,08

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Níveis de prolina em folhas de *Lippia gracilis* aos 20 e 40 dias de cultivo sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012.

	Prolina ($\mu\text{mol/gMF}$)	
	Aos 20 dias	Aos 40 dias
0 mM L	1,0333 a	1,6865 a
25 mM L	0,9033 a	5,5583 b
50 mM L	1,9744 a	5,9569 b
75 mM L	4,2631 b	6,5478 b
100 mM L	4,1782 b	7,5652 b
DMS	1,87	2,44
CV	12,30	19,82
Desvio Padrão	0,83	1,08

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando avaliados separadamente, parte aérea e raiz apresentaram redução na biomassa seca quando submetidas a elevadas concentrações salinas e o tempo de exposição ao sal também contribuiu para um maior decréscimo de biomassa tanto da parte aérea quanto da raiz (Figura 5A e B). O crescimento linear, bem como o acúmulo de biomassa nos órgãos vegetativos depende da intensidade dos processos de divisão e diferenciação celular, os quais são afetados pela salinidade (GONZÁLEZ, 2001). Tanto aos 20 quanto aos 40 dias o crescimento radicular foi mais afetado que o de parte aérea pela exposição ao sal (Figura 5A e B). Alguns relatos contradisseram aos obtidos nesse trabalho, pois comprovaram que o sistema radicular é menos afetado pela salinidade que a parte aérea, embora as raízes estejam mais expostas ao ambiente salino (CAVALCANTI et al., 2005; SILVA et al., 2011). Provavelmente a limitação de espaço para o desenvolvimento radicular tenha contribuído para essa resposta.

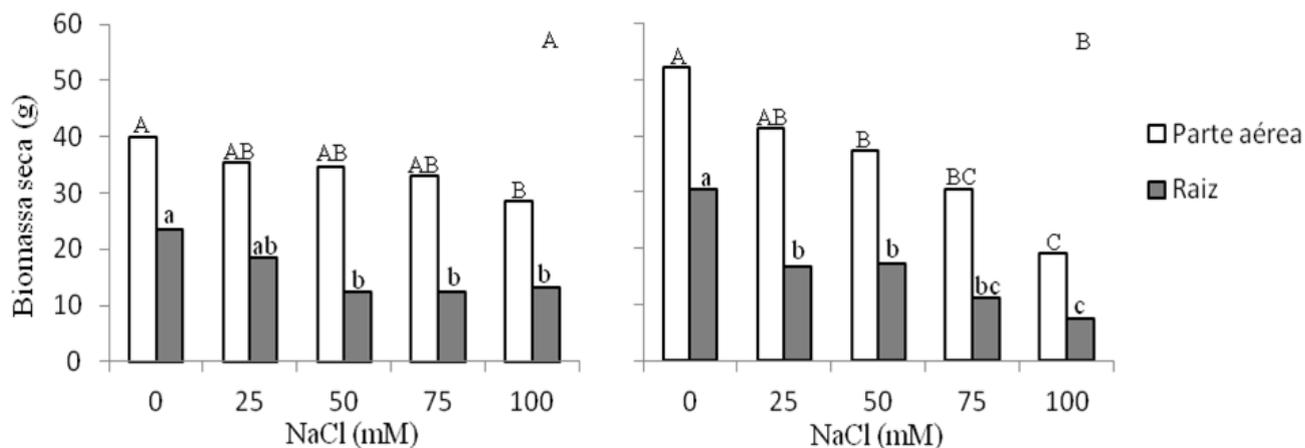


Figura 5 - Biomassa seca da parte aérea e raiz de plantas de *Lippia gracilis* aos 20 (A) e 40 (B) dias de cultivo sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012. Letras maiúsculas iguais nas barras sem preenchimento e minúscula nas barras preenchidas não diferem entre si pelo teste de Tukey (** $P \leq 0,01$).

O teor relativo de água não diferiu estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos avaliados (Tabela 3). Isso significa que as plantas não foram afetadas na sua capacidade de absorver água quando submetidas ao estresse salino. É muito provável que a manutenção no TRA reflita o acúmulo de prolina (Tabela 2), possibilitando o ajustamento osmótico e a manutenção da hidratação. Resultados contrários foram obtidos por Távora et al. (2001), os quais observaram decréscimo no TRA de plantas de goiabeira submetidas à crescentes concentrações de NaCl. Não se observou diferença significativa no TRA com relação ao tempo de estresse decorrente da exposição da *Lippia* ao sal e esse fato deve-se provavelmente à adaptação em ambiente com escassez de água. Fumis & Pedras (2002) testando duas cultivares de trigo, verificaram aumento na concentração de prolina na cultivar mais tolerante ao estresse hídrico, enquanto o TRA manteve-se constante. A permanência da TRA elevada aos 40 dias indica uma maior adaptação ao déficit hídrico através de uma maior capacidade de ajustamento osmótico (FUMIS & PEDRAS, 2002; MAIA, 2007).

Tabela 3 – Teor relativo de água (TRA) em plantas de *Lippia gracilis* aos 20 e 40 dias de cultivo sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012.

NaCl	TRA (%)	
	Aos 20 dias*	Aos 40 dias*
0 mM L	62,1282 a	69,5238 a
25 mM L	60,2974 a	73,6071 a
50 mM L	69,2924 a	73,4375 a
75 mM L	62,6992 a	70,3681 a
100 mM L	68,0117 a	66,5173 a
DMS	13,74	9,67
CV	9,45	6,07
Desvio Padrão	6,09	4,28

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Apesar da TCR ter sido comprometido pela salinidade, não observou-se variações no rendimento do óleo essencial em função do aumento na concentração de NaCl (Tabela 4). Contrastando com essa afirmação, relatos na literatura afirmam que estresses, tais como o hídrico e o salino favorecem o incremento no rendimento de óleos essenciais (NEFFATI & MARZOUK, 2008; TAARIT, et al., 2010). Os estresses de uma maneira geral podem estimular a produção de óleos essenciais por induzir a produção de tricomas glandulares, local no qual os óleos ficam armazenados e essa afirmação foi comprovada por Opitz et al. (2008). Embora não se tenha quantificado o número de tricomas nesse trabalho, esse fato pode explicar o motivo pelo qual as plantas estressadas, apesar de terem apresentado crescimento reduzido mantiveram o rendimento do óleo semelhante às plantas não estressadas. Contudo, outros relatos revelaram que o estresse salino provocou redução tanto no conteúdo quanto no rendimento do óleo essencial de três gêneros de *Cymbopogon* (ANSARI et al., 1998).

Trinta e um componentes foram quantificados dos 99,99% do total de constituintes do óleo essencial de *L. gracilis*. A análise do óleo no tratamento controle mostrou que o Carvacrol foi o maior constituinte com 42,07%, seguido pelo timol (32,35%) e p-cimeno (17,12%) (Tabela 5). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Albuquerque et al. (2012), que verificaram percentuais semelhantes para o

carvacrol e p-cimeno em plantas da mesma espécie. Os níveis de NaCl avaliados nesse trabalho não influenciaram as concentrações dos componentes majoritários (Tabela 5). Porém, muitos outros fatores podem influenciar na resposta quanto ao conteúdo de compostos químicos das plantas expostas à salinidade, tais como: forma de extração dos compostos, ambiente no qual as plantas estavam inseridas, dentre outros e esse fato é reforçado pelos diferentes resultados detectado por diversos autores. Segundo Neffati & Marzouk (2008), a concentrações de compostos químicos pode aumentar ou diminuir em função de níveis menores e maiores de salinidade, respectivamente. Esses mesmos autores verificaram que os componentes majoritários de *Coriandrum sativum* aumentaram em baixas concentrações de NaCl, porém, quando a concentração desse sal subia para 75 mM, os mesmos componentes decresciam. Resultados contrários foram verificados por Taarit et al. (2010), os quais afirmaram que até 75 mM de NaCl, tanto o rendimento quando a composição do óleo de sálvia foram favorecidos.

Tabela 4. Rendimento do óleo essencial de *Lippia gracilis* cultivadas sob condições de salinidade com NaCl. UERN, Mossoró, RN, 2012.

NaCl	Rendimento do óleo (%)
0 mM	1,23 A
25 mM	1,90 A
50 mM	1,04 A
75 mM	1,13 A
100 mM	1,07 A
CV	25,9
Desvio padrão	0,29

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Médias do percentual dos principais constituintes do óleo essencial de plantas de *Lippia gracilis* sob cultivo em condições de salinidade. UERN, Mossoró, RN, 2013.

NaCl	Óleo essencial (%)			Média
	Timol	Carvacrol	P-cimeno	
0 mM L	32,35	42,07	17,12	30.51 a
25 mM L	34,72	45,67	22,10	34.17 a
50 mM L	23,62	46,70	25,75	32.02 a
75 mM L	34,12	38,12	17,45	29.90 a
100 mM L	22,82	49,65	17,02	29.83 a
Média	29,53 AB	44,45 A	19,89 B	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Nas condições avaliadas, a salinidade influenciou negativamente o crescimento de *L. gracilis*, provavelmente porque as plantas ajustaram-se osmoticamente devido a crescentes concentrações de prolina detectadas nos níveis mais elevados de NaCl. Em função da manutenção do rendimento e estabilidade na composição química do óleo essencial diante do estresse salino, recomenda-se estudos posteriores em condições de campo para comprovação dos dados obtidos nesse trabalho. Visto que *L. gracilis* é um arbusto, é possível que no campo, mesmo sob estresse salino, as raízes possam se desenvolver melhor vindo a influenciar positivamente no crescimento de biomassa.

6. CONCLUSÕES

- A salinidade afetou o crescimento de parte aérea e radicular das plantas de *L. gracilis*.
- O teor relativo de água não foi alterado em nenhum tratamento salino.
- Os níveis de prolina aumentaram em decorrência do estresse salino e do tempo de exposição ao mesmo. Provavelmente porque a *Lippia* ajustou-se osmoticamente aos níveis mais elevados de NaCl.
- O rendimento e a composição química dos óleos essenciais não foram afetados significativamente pelo estresse promovido pelo NaCl, embora o carvacrol tenha sido numericamente superior.
- Os resultados do presente trabalho são de fundamental importância para o conhecimento das respostas fisiológicas induzidas por estresse salino em *Lippia gracilis*, podendo ser uma possibilidade econômica a região Oeste Potiguar, em função das características climáticas do semiárido, percentual de NaCl nos solos e por ser uma planta endêmica e ricamente medicinal. Evidentemente, é necessário ensaio em campo salinizado desta espécie para resultados mais aprofundados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. C.; CAMARA, T. R.; MARIANO, R. L. R.; WILLADINO, L.; MARCELINO JÚNIOR, C.; ULISSES, C. **Antimicrobial Action of the Essential Oil of *Lippia gracilis* Schauer**. Brazilian Archives of Biology and Technology. v. 49, n. 4, p. 527-535, 2006.

ALBUQUERQUE, C.C.; CAMARA, T.R.; SANT'ANA, A.E.G.; ULISSES, C.; WILLADINO, L.; MARCELINO JÚNIOR, C. **Effects of the essential oil of *Lippia gracilis* Schauer on caulinary shoots of heliconia cultivated *in vitro***. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. 14 (1): 26-33, 2012.

ANSARI, S.R., ABAD-FAROOQI, A.H., SHARMA, S. **Interspecific variation in sodium and potassium ion accumulation and essential oil metabolism in three *Cymbopogon* species raised under sodium chloride stress**. Journal Essential Oil Research. 10 (4): 413–418, 1998.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils: Science, technology, and applications**. Taylor and Francis Group. Boca Raton/Florida. p.994, 2010.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Viçosa: Imprensa Universitária, p.625 2006.

BERTELI, F.; CORRALES, E.; GUERRERO, C.; ARIZA, M.J.; PILEGO, F.; VALPUESTA, V. **Salt stress increases ferredoxin-dependent glutamate synthase activity and protein level in the leaves of tomato**. Physiologia Plantarum, Copenhagen, v. 93, n. 2, p. 259-264, 1995.

BRANDÃO, A.D. **Citogenética comparativa do gêneros *Lippia*, *Lantana* e *Aloysia* (Verbenaceae, Lamiales)**. Tese Dissertação (de Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Assistência farmacêutica na atenção básica: instruções técnicas para sua organização**. Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

CAMARA, T.R.; WILLADINO, L.; TORNÉ, J.M.; RODRIGUEZ, P.; SANTOS, M.A. **Efeito da putrescina e do estresse salino em calos de milho**. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v. 10, n. 2, p. 153-156, 1998.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; AMORIM, A. P. **Dados meteorológicos de Mossoró** (janeiro de 1898 a dezembro de 1986). Mossoró: ESAM/FGD, v. 341, 325p. (Coleção Mossoroense), 1987.

CASTRO, N.E.A.; CARVALHO, G.J.; CARDOSO, M.G.; PIMENTEL, F.A.; CORREA, R.M.; GUIMARÃES, L.G.L. **Avaliação de rendimento e dos constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. colhidas em diferentes épocas**

do ano em municípios de Minas Gerais. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais. 10 (1): 70-75, 2008.

CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BARROS JÚNIOR G.; SOARES, F. A. L.; SIQUEIRA, E. C. **Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Suplemento, p. 57-61, 2005.

CIOLA, R. **Fundamentos da cromatografia a líquido de alto desempenho: HPLC.** São Paulo: Edgard Blucher, p.179, 1998.

COMPADRE, C.M., ROBBINS, E.F. & KINGHORN, A.D. **The intensely sweet herb, *Lippia dulcis* Trev.: historical uses, field inquires, and constituents.** Journal Ethnopharmacology 15:89-106, 1986.

CORDELL, G. A. **Biodiversity and drug discovery: a symbiotic relationship.** Phytochemistry. 55, 1371-1373, 2000.

COSTA, S. M. O., LEMOS T. L. G., PESSOA, O. D. L., ASSUNÇÃO, J. C. C.; BRAZ-FILHO, R. **Constituintes químicos de *Lippia sidoides* (Cham.) Verbenaceae.** Revista Brasileira de Farmacognia. Paraíba, v. 12, supl., p. 66-67, 2002.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C. DE OLIVEIRA, V. R. DE; ALBUQUERQUE, S. G. DE; NASCIMENTO, C. E. DE S.; CAVALCANTI, J. **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga.** In: SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Org.). Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, p. 329-340, 2004.

FERREIRA, D. M., MELO, J. V., NETO, L. X. C. **Influência da carcinicultura sobre a salinização do solo em áreas do município de Guamaré/RN.** I Congresso de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Natal/RN, v.2, p. 14-22, 2008.

FLOWERS, T. J. **Improving crop salt tolerance.** Journal of Experimental Botany. 55 (396): 307-319, 2004.

FREIRE, A. L. O. F.; SOUZA FILHO, G. M.; MIRANDA, J. R. P.; SOUTO, P. C.; ARAÚJO, L. V. C. **Crescimento e nutrição mineral do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e cinamono (*Melia azedarach* Linn.) submetidos à salinidade.** Ciência Florestal, v. 20, n.2, p. 207-215, 2010

FUMIS, T. F. & PEDRAS, J. F. **Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos.** Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 37: 449-453, 2002.

GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G. FERNANDES, P. D. **Salinidade do solo e crescimento e desenvolvimento das plantas.** In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. DE L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (ed.). Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas. Recife: UFPE. p. 138-154, 2005.

- GOBBO-NETO, L. & LOPES, N. P. **Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários.** Química Nova. 30 (2): 374-381, 2007.
- GOMES, R. F.; MACEDO, A. M.; SILVA, S. O.; PENA, S. D. J. & MELO, M. N., **Genetic relationships between *Leishmania (Viannia) braziliensis* isolated from different areas of Brazil.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 88 (suppl.): 168, 1993.
- GOMES, S. V. F. **Desenvolvimento de método por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência para diferenciação de genótipos de *Lippia gracilis* Schauer.** Dissertação (Mestrado) – Núcleo de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 163 f. 2009.
- GONZÁLEZ, L. M. **Apuntes sobre la fisiología de las plantas cultivadas bajo estrés de salinidad.** Cultivo Tropicales. 23 (4): 47-57. 2001.
- GUEVARA, R.; ROSALES, J.; SANOJA, E. **Pioneer vegetation on rocks a biological potential for revegetation of degraded areas by iron-ore mining.** Interciencia; 30(10):644-652, 2005.
- HAYES P.M., CASTRO A., MARQUEZ-CEDILLO L., COREY A., HENSON C., JONES B.L., KLING J., MATHER D., MATUS I., ROSSI C., SATO K. **Genetic diversity for quantitatively inherited agronomic and malting quality traits.** In: BOTHMER R., HINTUM T., KNUPFFER H., SATO K., editors. Diversity in barley (*Hordeum vulgare*), The Netherlands. Elsevier p.201-226, 2003.
- HENDAWY S. F& KHALID K. A. **Response of sage (*Salvia officinalis* L.) plants to zinc application under different salinity levels.** Journal of Applied Sciences Research. 1: 147-155. 2005.
- HOLANDA, A. C. DE; SANTOS, R. V. DOS; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais.** Revista Biologia e Ciência da Terra, Campina Grande v. 7, n. 1, p. 39-50, 2007.
- IBAMA. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.** Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/caatinga.htm>> Acesso em: 25 de abril de 2011.
- IDEMA. **Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte.** Disponível<http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/enviados/perfil_f.asp> Acesso em: 29 de julho de 2013.
- JACOBY, B. **Mechanisms involved in salt tolerance by plants.** In: PESSARAKLI, M. (Ed.). Handbook of plant and crop stress. New York: Marcel Dekker, p. 97-123, 1994.
- KENNEDY, A.; DORAN, J. **Sustainable agriculture: role of microorganisms.** In: BITTON, G. (Org.) Encyclopedia of Environmental Microbiology. New York: John Wiley & Sons, p. 3116-3126, 2002.
- LAS, M. **Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais.** Horticultura Brasileira. v.27, p. 50-63, 2009.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. **Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil**. Megadiversidade, v.1, n.1, Julho 2005.

LEITE, E. M.; SANTOS, R. V.; SOUTO, P. C.; VITAL, A. F. M.; ARAÚJO, J. L. **Crescimento inicial de espécies arbóreas em solo degradado do semiárido tratado com corretivos**. Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável grupo verde de agricultura alternativa (GVAA) issn 1981-8203 Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.3, p.179 – 187 julho/setembro/ 2010.

LIMA JÚNIOR, J. A.; SILVA, A. L. P. **Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos**. Enciclopédia Biosfera. 6 (11): 1-21, 2010.

LIMA, H. R. P.; KAPLAN, M. A. C.; CRUZ, A. V. **Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas**. Floresta e Ambiente. 10 (2): 71-77, 2003.

LIU J., ZHU J. K. **Proline accumulation and salt-stress-induced gene expression in a salt-hypersensitive mutant of Arabidopsis**. Plant Physiol 114:591–596, 1997.

LANGDALE, G.W.; THOMS, J.R.; LITTLETON, T.G. **Nitrogen metabolism of stargrass as affected by nitrogen and salinity**. Agronomy Journal, Madison, v.65, n.3, p.468-470, 1973.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

MAIA, P. S. P.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CASTRO, D. S.; FREITAS, J. M. N.; LOBATO, A. K. S.; COSTA, R. C. L. **Conteúdo relativo de água, teor de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de duas cultivares de milho submetidas a estresse hídrico**. Revista Brasileira de Biociências. 5 (supl. 2): 918-920, 2007.

MEDEIROS J. F. de; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA Jr, M. J.; ALVES, L. P. **Caracterização das águas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 07, n. 04, p. 469-472, 2003.

MELO, H. N. S.; MIRANDA, R. J. A.; NETO, C. O. A.; FILHO, M. L. **Salinização no pós-tratamento de esgotos por disposição controlada no solo**. João Pessoa: Abes, 2001.

MORAIS, L. A. S. **Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais**. Horticultura Brasileira. v. 27, n. 2 (Suplemento CD Rom), p. 4050 – 4063, 2009.

MUNNS, R. **Comparative physiology of salt and water stress**. Plant, Cell & Environment 25: 239–250, 2002.

MUNNS, R. **Genes and salt tolerance: bringing them together**. New Phytologist, v. 167, n. 03, p. 645-663, 2005.

NEFFATI, M. & MARZOUK, B. **Changes in essential oil and fatty acid composition in coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves under saline conditions.** Industrial Crops and Products. 28: 137-142, 2008.

NETO, R. M.; MATOS, F. J. A.; ANDRADE, V. S.; MELO, M. C. N.; CARVALHO, C. B. M.; GUIMARÃES, S. B.; PESSOA, O. D. L.; SILVA, S. L.; SILVA, S. F. R.; VASCONCELOS, P. R. L. **The essential oil from *Lippia gracilis* Schauer, Verbenaceae, in diabetic rats.** Rev. Bras. Farmacognosia. v. 20, n. 2, p. 261-266, 2010.

OLIVEIRA, D. R.; LEITÃO, G. G.; SANTOS, S. S.; BIZZO, H. R.; LOPES, D.; ALVIANO, C. S.; ALVIANO, D. S.; LEITÃO, S. G. **Ethnopharmacological study of two *Lippia* species from Oriximiná, Brazil.** J Ethnopharmacol. 108:103-8, 2006.

OLIVEIRA, D. R.; LEITAO, G. G.; BIZZO, H. R.; LOPES, D.; ALVIANO, D. S.; ALVIANO, C. S.; LEITAO, S. G. **Chemical and antimicrobial analyses of essential oil of *Lippia organoides* HBK** FOOD CHEMISTRY 101: 236-240, 2007.

OLIVEIRA, O. R.; TERAPO, D.; CARVALHO, A. C. P. P.; INNECCO, R.; ALBUQUERQUE, C. C. **Efeito de óleos essenciais de plantas do gênero *Lippia* sobre fungos contaminantes encontrados na micropropagação de plantas.** Revista Ciência Agronômica. v. 39, n. 1, p. 94-100, 2008.

OPITZ, S.; KUNERT, G.; GERSHENZON, J. **Increased Terpenoid Accumulation in Cotton (*Gossypium hirsutum*) Foliage is a General Wound Response.** Journal Chemistry Ecology. 34: 508-522, 2008.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. **Salt tolerance and salinity effects on plants: a review.** Ecotoxicology and Environmental Saafey, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

PASCUAL, M. E., SLOWING, K., CARRETERO, E., SÁNCHEZ MATA, D. & VILLAR, A. ***Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review.** Journal of Ethnopharmacology 76:201-214, 2001.

RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S. **Química dos solos salinos e sódicos.** In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (ed.). Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.449-484, 2009.

SAIRAM, R. K.; TYAGI, A. **Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants.** Current Science, v. 86, n. 3, p. 407-421, 2004.

SANTOS, M. R. A.; INNECCO, R. **Influência de períodos de secagem de folhas no óleo essencial de erva-cidreira (quimiotipo limoneno-carvona).** Revista Ciência Agronômica. 34: 5-11, 2003.

Silva, E.N. da; Ribeiro, R.V.; Ferreira-Silva, S.L.; Viégas, R.A.; Silveira, J.A.G. **Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants.** Scientia Agricola. 68: 62-68, 2011.

SILVA, J. V.; LACERDA, C. F.; COSTA, P. H. A.; FILHO, J. E.; FILHO, E. G.; PRISCO, J. T. **Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in**

nutriant solution supplemented with CaCl₂ . Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 15, n. 02, p. 99-105, 2003.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J.; DUDA, G. P. **Características químicas de quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31. Gramado. Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira: anais. Porto Alegre: SBCS, 2007.

SILVA, S. R. S.; DEMUNER, A. J.; BARBOSA, L. C. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A.; PINHEIRO, A. L. **Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel.** Acta Scientiarum. 24 (5): 1363-1368, 2002.

SOLOMON, A.; BEER, S.; WAISEL, G.; JONES, P.; PALEG, L.G. **Effects of NaCl on the carboxylating activity of Rubisco from *Tamarix jordanis* in the presence and absence of proline-related compatible solutes.** Physiologia Plantarum, Copenhagen, v.90, n.1, p.198-204, 1994.

STANEV, S. **Evaluation of the stability and adaptability of the Bulgarian lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) sorts yield.** Agricultural science and Technology. v.3, p.121-123, 2010.

SULTANA, N.; IKEDA, T.; ITOH, R. **Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains.** Environmental and Experimental Botany, Amsterdam, v.42, n.3, p.211-220, 1999.

TAARIT, M. B.; MSAADA, K.; HOSNI, K.; MARZOUK, B. **Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress.** Food Chemistry. 119: 951–956, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed. 2009.

TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. **Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl.** Revista Brasileira de Fruticultura. 23 (2): 441-446, 2001.

TERBLANCHÉ, F. C.; KORNELIUS, G. **Essential oil constituents of the genus *Lippia* (Verbenaceae) – A literature review.** Journal of Essential Oil Research, 8: 471-485, 1996.

TESTER, M. & DAVENPORT, R. J. **Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants.** Ann. Bot. (Lond.) 91: 503–527, 2003.

TRONCOSO, N. S. **Los gêneros de Verbenáceas de Sudamérica extratropical (Argentina, Chile, Bolívia, Paraguay, Uruguay y sur de Brasil).** Darwiniana 18: 295-412, 1974.

VALENTIN, A., PÉLISSIER, Y., BENOIT, F., MARION, C., KONE, D., MALLIE, M. & BASTIDE J.M. **Composition and antimalarial activity *in vitro* of volatile components of *Lippia multiflora*.** Phytochemistry 40:1439-1442, 1995.

VIANA, M. G. **Avaliação de produtos naturais sobre biofilmes formados em sistemas dinâmicos**. 2009. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

VICINI, L.F.; PIERRE, P.M.O.; PRAÇA, M. M., COSTA, D.C.S., ROMANEL, E.C., SOUSA, S.M., PEIXOTO, P.H.P. & SALIMENA, F.R.G. **Chromosome numbers in the genus *Lippia* (Verbenaceae)**. *Plant Systematics and Evolution*, v. 256, n. 1-4, p. 171-178, 2006.

VIDO, D. L. R. **Comparação da composição química e das atividades biológicas dos óleos essenciais de folhas de populações de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. provenientes da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira (Mata Atlântica)**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais) – Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. 92 f. 2009.

VIÉGAS, R. A.; QUEIROZ, J. E.; SILVA, L. M. DE M.; SILVEIRA, J. A. G.; ROCHA, I. M. A. & VIÉGAS, P. R. A. **Plant growth, accumulation and solute partitioning of four forest species under salt stress**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 07, n. 02, p. 258-262, 2001.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. **Origen y naturaleza de los ambientes salinos**. In: Reigosa, M.J.; Pedrol, N.; Sánchez, A. (eds). *La Ecofisiología Vegetal*. Unaciencia de síntesis. Madrid. Thomson. p.303-330, 2004.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. **Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos**. *Enciclopédia Biosfera*. 6 (11): 1-23, 2010.

WILLANDINO, L., ALVES, R. O. F., ARCANJO, E. S. J., GOUVEIA, A. N., RANGEL, T. C. **Estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar: enzimas do sistema antioxidativo e fluorescência da clorofila**. *Revista Ciência Agronômica*. 42 (2): 417-422, 2011.

APÉNDICE

De: Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos <acta@botanica.org.br>

Data: 3 de julho de 2013 10:47

Assunto: [ABB] Agradecimento pela Submissão

Para: Cynthia Cavalcanti Cavalcanti de Albuquerque

Prezado(a) Cynthia Cavalcanti Cavalcanti de Albuquerque,

Informamos que o processo de submissão do manuscrito "Efeito do estresse salino no crescimento e qualidade do óleo essencial de *Lippia gracilis* Schauer" no Sistema de Submissões Eletrônicas da Acta Botanica Brasilica foi concluído com sucesso.

A partir de agora sempre que precisar consultar a situação de seu manuscrito, basta se logar no sistema utilizando os dados oferecidos:

URL do Manuscrito:

<http://acta.botanica.org.br/index.php/acta/author/submission/3253>

Em caso de dúvidas, ou algum tipo de dificuldade, por favor, pedimos que encaminhe um e-mail para a srta. Queila Cardoso, assistente da editoria, por meio do endereço acta@botanica.org.br.

Agradecemos pela confiança na escolha da Revista Acta Botanica Brasilica para submeter o seu trabalho e ratificamos que nossa Equipe Editorial tomará todas as providências para que a tramitação de seu manuscrito ocorra sem nenhum tipo de dificuldade.

Cordialmente,

Prof. Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos

Editor Chefe da Acta Botanica Brasilica

Departamento de Ciências Biológicas – UEFS

Feira de Santana - BA, Brasil

tel. + 55 75 3226-1113

acta@botanica.org.br

Acta Botanica Brasilica

acta.botanica.org.br

ou

www.scielo.br/abb