

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS de *Lippia alba*
EM RESPOSTA A DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS E
COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS

MARCELA BRITE ALFAIATE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
ABRIL - 2017

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS de *Lippia alba*
EM RESPOSTA A DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS E
COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS

MARCELA BRITE ALFAIATE

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof.Dr. Silvério de Paiva Freitas

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

ABRIL - 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCH / UENF**

061/2017

A385 Alfaiate, Marcela Brite.

Crescimento e produção de óleos essenciais de *Lippia alba* em resposta a diferentes inensidades luminosas e competição de plantas daninhas / Marcela Brite Alfaiate – Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.

65 f.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2017.

Orientador: Silvério de Paiva Freitas.

Bibliografia: f. 44 - 54.

1. Planta Medicinal. 2. Manejo. 3. Erva Cidreira. 4. Luminosidade. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 633.88

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS de *Lippia alba*
EM RESPOSTA A DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS E
COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS

MARCELA BRITE ALFAIATE

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 12 de abril de 2017

Comissão Examinadora:

Pós – Doutorando Ismael Lourenço de Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) - UFES

TNS Herval Martinho Ferreira Paes (D.Sc., Produção Vegetal)- UENF

Prof. Marcelo Vivas (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) - UENF

Prof. Silvério de Paiva Freitas (D.Sc., Fitotecnia) - UENF

(Orientador)

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por ter me guiado em todos os momentos, por ter me dado saúde, paciência, força e perseverança para conclusão de mais uma etapa da minha vida;

Aos meus pais, pela confiança, pelo otimismo, pelo incentivo, pelo amor, pelas palavras amigas e pelos momentos de apoio tão necessários para a conclusão desse trabalho;

Ao João Lenon por todo amor, toda paciência, todo carinho, toda compreensão, todo suporte, por sempre estar ao meu lado, por toda ajuda na condução dos experimentos. Obrigada por tudo!

Ao Professor Silvério, pela orientação, confiança e oportunidade de realizar este projeto;

Aos amigos de curso e do Laboratório de Plantas Daninhas e Medicinais, Rosana, Deyse, Tamara, Leonardo e Patrícia pelo aprendizado, pela amizade, pelo apoio e pela convivência agradável;

Ao engenheiro agrônomo e técnico de laboratório Herval Martinho F. Paes, pela paciência, por toda ajuda e sugestões para o enriquecimento do trabalho que foram fundamentais na concretização deste;

Aos componentes da banca de defesa: Ismael Lourenço de Jesus Freitas, Herval Martinho Ferreira Paes e Marcelo Vivas pela disponibilidade de participar e compartilhar comigo este momento tão importante na vida profissional;

Ao CNPq. pelo apoio financeiro;

Agradeço à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e ao Laboratório de Plantas Daninhas e Medicinais, pela oportunidade de realização deste curso.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Plantas medicinais	3
2.1.1. <i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Brown	4
2.2. Óleo essencial	6
2.3. Efeito da competição de plantas daninhas	8
2.3.1. <i>Bidens pilosa</i> L.	9
2.3.2. <i>Panicum maximum</i> Jacq.....	10
2.4. Intensidade luminosa	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. Localização e condições ambientais.....	13
3.2. Delineamento experimental.....	14
3.3. Variáveis climáticas e intensidade luminosa.....	14
3.4. Material biológico.....	16
3.5. Medidas de crescimento.....	16
3.6. Análise estatística.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

RESUMO

ALFAIATE, M.B; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Abril de 2017. Crescimento e produção de óleos essenciais de *Lippia alba* em resposta a diferentes intensidades luminosas e competição de plantas daninhas. Orientador: Prof. Silvério de Paiva Freitas.

A erva-cidreira encontra-se numa posição de destaque no rol das plantas medicinais devido à sua importância fitoterapêutica. Esta espécie é utilizada para controlar crises nervosas, taquicardia, melancolia, histerismo e ansiedade. Algumas plantas apresentam melhor crescimento e aumento de produção quando são submetidas às condições de luminosidade modificada. A luz é considerada o fator controlador dos processos vitais das plantas, que por sua vez, são afetadas pela sua intensidade, duração e qualidade. Quando se trabalha com plantas medicinais um dos objetivos é alcançar altos rendimentos de material vegetal e elevados conteúdos de princípios ativos, estes, por sua vez, têm alta capacidade de interagir com os estímulos externos proporcionados pelo ambiente de cultivo, e a luz é primordial para o crescimento vegetal, pois fornece energia para a fotossíntese. Com base no exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento e produção de óleos essenciais de *Lippia alba* em resposta a diferentes intensidades luminosas e competição de plantas daninhas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. O delineamento foi casualizado em esquema fatorial (4x2) e 4 experimentos independentes, 4 intensidades luminosas de radiação solar 47%, 58,5%, 73,5% e

82,5%, 2 espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq., 4 densidades de plantas daninhas (00, 05, 10, 15) por vaso com 4 repetições, totalizando 128 plantas. As características avaliadas foram altura do ramo principal (ALT), diâmetro do caule (DIC), número de folhas (NF), número de ramificações (NR), matéria fresca total (MFT), matéria seca de folhas (MSF), matéria seca de raiz (MSR), índice SPAD, área foliar (AF) e teor do óleo essencial (TO). Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão com o auxílio do Programa Genes. As características de *L. alba* avaliadas que apresentam efeito significativo para o sombrite de 58,5% de intensidade luminosa e para as densidades de plantas daninhas foi (DIC), (NF), (NR), (AF) e (MSF), os resultados demonstraram que, à medida que aumentava a densidade de plantas daninhas, houve queda nos valores. No sombreamento de 73,5% os resultados demonstram que houve competição entre *L. alba* e *Bidens pilosa* L., sendo que a planta daninha influenciou negativamente as análises de crescimento e o teor de óleo essencial de *L. alba*. No sombreamento de 47% apenas as características MFT, AF e MSF de *L. alba* apresentaram r^2 significativo para as densidades. As demais características que sofreram interação não obtiveram modelo adequado para análise de regressão, para o sombrite de 47%. O sombrite de 82,5% de interceptação de radiação solar foi o único sombrite que obteve resposta para a (ALT) de *L. alba*. Para as densidades de plantas daninhas, houve uma diminuição na altura de *L. alba*, à medida que aumentava a densidade de plantas daninhas, os resultados evidenciaram que as características biométricas de *L. alba* descessem, isso é devido à competição que há entre a planta medicinal e a planta daninha.

Palavras-chave: Planta medicinal, manejo, erva-cidreira, luminosidade.

ABSTRACT

ALFAIATE, M.B; M. Sc .; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; April 2017. Growth and production of *Lippia alba* essential oils in response to different light intensities and weed competition. Advisor: Prof. Silvério de Paiva Freitas.

The lemongrass is in a prominent position in the role of medicinal plants due to its phytotherapeutic importance, this species is used to control nervous attacks, tachycardia, melancholia, hysteria and anxiety. Some plants show better growth and increase of production when it is submitted to the conditions of modified luminosity, light is considered the controlling factor of the vital processes of the plants, which in turn, are affected by its intensity, duration and quality. When working with medicinal plants one of the objectives is to achieve high yields of plant material and high contents of active ingredients, which in turn have a high capacity to interact with external stimuli provided by the growing environment, and light is paramount for The plant growth, because it provides energy for photosynthesis, based on the above the objective was to evaluate the growth and production of essential oils of *Lippia alba* in response to different light intensities and weed competition. The experiment was conducted in a greenhouse at the State University of Northern Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) located in the city of Campos dos Goytacazes - RJ. The design was randomized, in a factorial scheme (4x2) and 4 independent experiments, 4 luminous intensities of solar radiation 47%, 58.5%, 73.5% and 82.5%, 2 weed species *Bidens pilosa* L. *Panicum maximum* Jacq., 4 weed

densities (00, 05, 10, 15) per pot with 4 replications, totaling 128 plants. The evaluated characteristics were height of the main branch (ALT), stem diameter (DIC), number of leaves (NF), number of branches (NR), total fresh matter (MFT), leaf dry matter (SPS), leaf area (FA) and essential oil content (TO). Data were submitted to analysis of variance and regression analysis with the help of the Genes Program. The characteristics of *L. alba* evaluated were significant (DIC), (NF), (NR), (AF) and (MSF), which had a significant effect on shade intensity of 58.5% light intensity and on weed densities. The results showed that as the weed density increased, the values decreased. In the 73.5% shading, the results show that there was competition between *L. alba* and *Bidens pilosa* L., and the weed adversely influenced the growth analyzes and the essential oil content of *L. alba*. In the shade of 47%, only the MFT, AF and MSF characteristics of *L. alba* presented significant r^2 for the densities, and the other characteristics that were not interacted did not obtain a suitable model for regression analysis, for sombrite of 47%. The sombrite of 82.5% of solar radiation interception was the only sombrite that obtained response to *L. alba* (ALT) for weed densities, there was a decrease in *L. alba* height, as the Weed density, the results evidenced that the biometric characteristics of *L. alba* decreased this and due to the competition that exists between the medicinal plant and the weed.

Keywords: Medicinal plant, handling, lemon balm, luminosity.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, o uso de plantas medicinais e aromáticas, por parte da população mundial tem aumentado. Isso se deve ao fato de as pessoas buscarem nas plantas nutrientes e as substâncias necessárias para a melhoria na qualidade de vida. De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (2014), 80% da população mundial fazem uso de medicamentos provenientes de plantas.

São várias as plantas medicinais e aromáticas conhecidas que são de alta aceitabilidade por parte da população mundial, dentre estas está a erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown), da família *Verbenaceae*, que é tida como uma das plantas mais populares para preparação de chá (Maciel et al., 2002).

É importante considerar que, quando se trabalha com plantas medicinais, um dos objetivos é alcançar altos rendimentos de material vegetal e elevados conteúdos de princípios ativos, estes, por sua vez, têm alta capacidade de interagir com os estímulos externos proporcionados pelo ambiente de cultivo e a luz é primordial para o crescimento vegetal, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por gerar sinais que regulam seu desenvolvimento (Brant et al., 2009).

Souza et al., (2001) relatam que algumas plantas apresentam melhor crescimento e aumento de produção quando são submetidas às condições de luminosidade modificada. Os autores explicam que a luz é considerada o fator controlador dos processos vitais das plantas, que por sua vez, são afetados pela sua intensidade, duração e qualidade.

As culturas agrícolas estão sujeitas aos fatores ambientais, de natureza biótica ou abiótica, que direta ou indiretamente influenciam não só a sua produtividade, como também o sistema de produção empregado. A presença de plantas daninhas constitui um dos principais fatores bióticos, interferindo no crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura (Costa et al., 2012).

Na agricultura, a cultura e as plantas daninhas desenvolvem-se juntas na mesma área e ambas competem por água, luz, nutriente e gás carbônico, de modo que quando estes fatores, ou pelo menos um deles, estão disponíveis em quantidades insuficientes, até mesmo para o próprio desenvolvimento da cultura, se estabelece a competição. Isto ocorre porque, nestas circunstâncias, qualquer planta daninha que se estabelece com cultura vai utilizar parte dos fatores de produção, já limitados no meio, reduzindo não somente a produtividade da cultura, mas também a qualidade de produto colhido, indicando a importância do controle de plantas daninhas (Radosevich et al., 1996).

Com base no exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento e produção de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown (Verbenaceae) em resposta a diferentes intensidades luminosas e competição de plantas daninhas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Plantas Medicinais

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), planta medicinal é todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias com utilidades terapêuticas (Aschwanden, 2001). Utilizadas como matéria-prima para a fabricação de medicamentos, as plantas medicinais são também utilizadas como remédios caseiros em práticas populares. O vasto acervo de conhecimentos sobre o uso destas plantas é passado de geração a geração, resultando no conhecimento da medicina tradicional (Brasil, 2006).

É uma prática muito antiga o uso de plantas medicinais, e para muitas comunidades o conhecimento sobre essas plantas simboliza o único recurso terapêutico na cura de enfermidades (Maciel et al., 2002). Dos medicamentos disponíveis, cerca de 60% foram desenvolvidos direta ou indiretamente de fontes naturais, sendo as plantas medicinais responsáveis por 19% deste número (Mathe, 2014).

A demanda no mercado brasileiro e mundial de produtos naturais vem crescendo nos últimos anos, assim como os setores ligados à produção destas, como a indústria de medicamentos, higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (Corrêa e Alves, 2008).

A partir da flora nativa é feita exploração de plantas medicinais, em decorrência da alta necessidade e da carência de matéria-prima. O extrativismo pode ocasionar a extinção das espécies vegetais e contribuir para o desequilíbrio ambiental. Sendo que a domesticação, conhecimento e o desenvolvimento de técnicas de cultivo dessas espécies se tornam as melhores opções para a obtenção de plantas medicinais de forma sustentável (Reis e Mariot, 2009).

A produção de plantas medicinais para os pequenos produtores rurais é uma boa alternativa, devido ser uma atividade que não exige grandes áreas e não requer mão-de-obra intensiva, é importante na diversificação da produção e permite crescimento econômico (Lourenzani et al., 2004; Zuanassi e Mayorga, 2010).

Em 2006, foi regulamentada a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos através do decreto 5.813, que estabelece diretrizes e ações visando o desenvolvimento de tecnologias e inovações, o fortalecimento das cadeias produtivas de plantas medicinais e uso sustentável da biodiversidade brasileira, de forma a garantir o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos (Brasil, 2006).

2.1.1. *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown

De acordo com Joly (1993), *lippia alba* é classificada como: reino: Plantae; ordem: Lamiales; família: Verbenaceae; gênero: *Lippia*; espécie: *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown e nome comum: erva-cidreira.

A família Verbenaceae possui duas tribos, aproximadamente 90 gêneros, amplamente espalhados, com distribuição tropical e subtropical, e em torno de 3000 espécies. Apresenta como constituintes químicos: compostos fenólicos, óleos voláteis, iridóides, triterpenos, saponinas, taninos e quinonas (Trease e Evans, 1983).

O gênero *Lippia* compreende cerca de 200 espécies crescendo nas Américas do Sul e Central, e África (Trease e Evans, 1983; Gomes et al., 1993).

Característica botânica: Planta arbustiva ou subarbustiva, perene, penduladas quando adultas, com as brotações novas eretas, que tendem a ficar arqueadas com o

crescimento, chegando a encostar no solo, onde normalmente enraizam, chegando a 1,5 a 2 metros de altura. O caule é muito ramificado.

As folhas são oblongo-agudas, opostas. Inflorescências axilares, solitárias ou raras vezes em pares, de 2-6 cm de comprimento por 1,2 - 4,5 cm de largura, cuneadas em pecíolo curto, regularmente serradas, rugosas, subtriplinévias, hirtas-ásperas na face adaxial, velutino-tomentosas ou vilosas e resinosas-pontuadas na face abaxial, esta, reticulada-venosa e com nervuras marcadamente proeminentes. As inflorescências em capítulos axilares, 1 ou, mais raramente, 2 por axila, pubescente, globosos (invólucro de cerca de 8 milímetros de diâmetro), cilíndricos até 2,5 centímetros de comprimento, brevemente pedunculados.

As flores são hermafroditas e reunidas em capítulos fortemente zigomorfas, são violáceas, com face amarela e branca; brácteas imbricadas, pluriseriadas, ovadas, de 5 a 6 milímetros de comprimento, largamente acuminadas, sericeo-pubescentes e ciliadas. O florescimento da planta ocorre o ano todo. O cálice é bipartido, de 1,5 a 1,7 milímetros de comprimento, pubescentes. A corola marcadamente zigomorfa, de lábio inferior notavelmente desenvolvido, com o lóbulo médio maior e tubo ensanchado na metade superior, pubescente exteriormente. Estames inseridos na metade superior do tubo corolino, inclusos. O ovário é globoso, estilete curto (1,8 milímetros de comprimento), estigma lateral. O fruto é uma cápsula seca, esquizocárpico subgloboso a obovóide, de 2,8-3,0 milímetros de diâmetro, coberto pelo cálice acrescente. A raiz é axial e atinge 30 centímetros de comprimento. Sua propagação é por sementes e estacas, e seu uso é medicinal e aromática (Silva Junior, 2012) (Gomes et al., 1993).

A folha é anfiestomática e pilosa. Frontalmente as células epidérmicas são irregulares e de paredes anticlinais pontuadas. Células com paredes anticlinais delgadas e curvas constituem a epiderme adaxial, enquanto que a abaxial possui células com paredes levemente espessadas e sinuosas. Os estômatos podem ser paracítico, diacítico e anomocítico. Estão presentes tricomas tectores, bem como secretores. Um corte transversal denota que as células epidérmicas da face adaxial são maiores e possuem cutícula e estratos cuticulares mais espessados do que as da abaxial. O mesófilo é representado pelo parênquima paliádico e lacunoso. A nervura central é proeminente em ambas as faces e o sistema vascular colateral apresenta-se na forma de um arco central com feixes vasculares menores voltados à face adaxial (Gomes et al., 1990).

Lippia alba é usada em todo Brasil por sua propriedade analgésica, antiespasmódica, calmante, sedativa e citostática; seus efeitos terapêuticos já foram comprovados cientificamente (Ming et al., 1992). As folhas são empregadas na medicina popular na forma de chá (Corrêa, 1992a); como infuso (Corrêa, 1992a); compressas, macerados, banhos (Corrêa, 1992a); inalação, xarope (Klüeger et al., 1997); tintura (Gomes et al., 1993); solução oleosa a 10%, extrato alcoólico (Gupta, 1995). As raízes são usadas no Nordeste como aperitivo e em afecções hepáticas (Corrêa, 1992a).

Popularmente a *Lippia alba* Brown é denominada também de alecrim, alecrim do mato, alecrim do campo, camará, capitão do mato, cidrão, cidreira, cidreira brava, capim cidreira, cidreira crespá, cidreira falsa, cidreira melissa, erva-cidreira, erva-cidreira-do-campo, erva-cidreira brasileira, falsa melissa, a planta vegeta em solos arenosos e nas margens dos rios, açudes, lagos e lagoas, em regiões de clima tropical, sub-tropical e temperado (Ming et al., 1992).

2.2. Óleos Essenciais

O óleo essencial é proveniente do metabolismo secundário e, em algumas plantas, esse produto caracteriza-se como sendo de alto valor, pois, apresentam-se em pequenas quantidades nos vegetais, além disso, é de difícil obtenção, devido a sua alta volatilidade (Souza et al., 2001).

Em relação à produção de óleo essencial de plantas da família *Verbenaceae*, pesquisas vêm sendo desenvolvidas em que há alteração no ambiente de cultivo, com o uso de malhas coloridas para melhorar a qualidade da luz a que as plantas são expostas (Costa et al., 2012; Chagas et al., 2013), buscando, assim, aumentar a concentração de compostos químicos nas espécies medicinais e aromáticas. A qualidade do óleo essencial depende do estágio de desenvolvimento da planta, como também dos micronutrientes fornecidos, qualidade do solo ou meio de cultura, temperatura, entre outros fatores (Panique et al., 1997).

O óleo essencial é um dos produtos do metabolismo secundário, que representa o resultado da interação entre a planta e o ambiente, logo, a produção do metabólito secundário é afetada pelas modificações ambientais (Gobbo-Neto e Lopes, 2007) são compostos naturais incolores ou amarelados, instáveis na presença de luz, ar, temperatura, umidade e metais. São caracterizados por um forte odor sendo sintetizados por plantas aromáticas, apresentando propriedades químicas específicas como: alta volatilidade e baixa solubilidade em água, tendo como precursor o isopentenil difosfato (IPP) (Freitas et al., 2004; Machado e Junior, 2011).

O metabolismo vegetal origina produtos denominados metabólitos primários e secundários. O metabolismo primário são processos metabólicos que desempenham um papel fundamental no vegetal, tais como o transporte de solutos, a fotossíntese e a respiração. Os compostos envolvidos possuem uma distribuição universal nas plantas, é o caso dos aminoácidos, dos nucleotídeos, dos lipídios, carboidratos e da clorofila. O metabolismo secundário origina compostos que não possuem uma distribuição universal, pois não são necessários para todas as plantas, são derivados dos metabólitos primários. Possuem ação biológica que garante vantagens adaptativas às plantas e estão restritas a determinados grupos vegetais (Cardoso et al., 2001).

O metabolismo secundário desempenha uma função importante na influência mútua das plantas com o meio ambiente. Os produtos secundários apresentam função como a defesa contra-ataque de patógenos, herbívoros, competição entre plantas e atração de organismos benéficos como polinizadores, dispersores de semente e microrganismos simbiotes e também possuem ação protetora em relação a estresses abióticos, como aqueles associados com mudanças de temperatura, conteúdo de água, níveis de luz (Peres, 2004).

O óleo essencial da *Lippia alba* é obtido por hidrodestilação e seu baixo rendimento (0,2 a 0,3%) o torna pertencente a uma das classes mais valiosas de óleos essenciais. Aliado ao baixo rendimento, importantes propriedades farmacológicas, fazem com que a *Lippia alba* ocupe um lugar de destaque no rol de plantas medicinais, tornando o preço de seu óleo extremamente alto quando comparado aos óleos essenciais de rosas e de flor de laranjeira (Sanguinetti, 1989; Sorensen, 2000).

A *Lippia alba* sobrevive bem em solos ricos em matéria orgânica e locais ensolarados (Martins et al., 2000). Apesar de ser uma planta com alto potencial de adaptação, o controle de alguns fatores é crucial na quantidade de metabólito

produzido, por exemplo, um solo bem drenado e com pH maior 5,5 acelera a biossíntese (Furlan, 2010).

O óleo essencial encontra-se principalmente nos tricomas glandulares peltados que se localizam em ambas as superfícies da planta, abaxial e adaxial. Os tricomas do tipo capitados apresentam alguns lipídeos e carboidratos, porém não possuem o óleo essencial (Martins e Pastori, 2004). Consta-se que as folhas mais velhas produzem quantidade relativamente menor de óleo essencial quando comparadas às mais jovens (Singh et al., 1991; Campos e Filho, 1975).

Seguindo as características gerais dos óleos voláteis, a presença de citral também é mais acentuada nas folhas jovens (Singh, 1989; Carriconde et al., 1996).

2.3. Efeito da competição de plantas daninhas

Nos ecossistemas agrícolas, a cultura e as plantas daninhas desenvolvem-se juntas na mesma área. Como ambas possuem demanda por água, luz, nutrientes e CO₂ e, na maioria das vezes, estes fatores de crescimento (ou pelo menos um deles) estão disponíveis em quantidade insuficiente, até mesmo para o próprio desenvolvimento da cultura, estabelece-se a competição. Nessas circunstâncias, qualquer planta estranha que se estabelecer no meio da cultura vai usar parte dos fatores de produção já limitados, reduzindo a produtividade da cultura e a qualidade do produto colhido (Silva et al., 2009).

A competição imposta pelas plantas daninhas é um dos fatores que limitam a produtividade de uma cultura. A intensidade da competição normalmente é avaliada por meio de decréscimos de produção e/ou pela redução no crescimento da planta cultivada, em consequência à competição pelos recursos disponíveis no ambiente, como CO₂, água, luz, nutrientes e espaço (Agostinetto et al., 2008), da liberação de substâncias alelopáticas e, de forma indireta, pelo fato de as plantas daninhas atuarem como hospedeiras de pragas, doenças e nematoides, além de dificultarem a realização dos tratos culturais e da colheita (Oliveira Jr. et al., 2011).

Quanto maior a população da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os recursos do meio e mais intensa será a competição com a

cultura. Além disso, espécies morfológica e fisiologicamente próximas apresentam exigências semelhantes em relação aos recursos, tornando ainda mais intensa a competição e causando maiores perdas no rendimento (Silva e Durigan, 2006).

O manejo das plantas daninhas em agroecossistemas, além da correta identificação botânica e do próprio controle dessas plantas, implica na viabilização das práticas culturais que favoreçam o estabelecimento e desenvolvimento da espécie cultivada de forma a evitar, ao máximo possível, os efeitos prejudiciais da competição com outras espécies. Em uma comunidade de plantas daninhas, nem todas as espécies daninhas têm a mesma importância ou participação na interferência imposta ao desenvolvimento e à produtividade da cultura. Normalmente, existem três ou quatro espécies dominantes, que ocasionam a maior parte dos danos. Além dessas espécies, existem as secundárias, presentes em uma menor densidade e cobertura, e as acompanhantes, cuja presença é ocasional e, portanto, não resultam em problemas econômicos aos cultivos (Fernández-Quintanilla et al., 1991).

O grau de interferência depende de características da cultura, como variedade ou espécie, espaçamento e densidade de plantio; de características da comunidade infestante, como composição florística, densidade e distribuição; de características do ambiente, referentes às condições edáficas, climáticas e de manejo do sistema agrícola e da época e duração do período de convivência entre planta daninha e cultura (Bleasdale, 1960).

2.3.1 *Bidens pilosa* L.

Bidens pilosa L., vulgarmente conhecida como picão-preto, é uma planta originária da América tropical, largamente dispersa em várias regiões do mundo, ocorrendo em maior quantidade na América do Sul. No Brasil, é encontrada em praticamente todo o território, com maior concentração nas áreas agrícolas da região Centro-Sul, onde se constitui numa das mais importantes plantas infestantes, tanto de culturas anuais como de perenes (Kissmann e Groth, 1992).

Lorenzi (2012) descreve o gênero *Bidens* como uma planta de porte herbáceo, a maioria com hábitos ruderais, distribuídos ao longo de toda a zona intertropical do planeta. Sendo uma espécie de ciclo anual, ereta, com altura entre 40 e 120 cm, propagada via sementes, muito prolífera, de ciclo curto e com capacidade de produzir até três gerações por ano. As folhas são glabras, inteiras ou lobadas, sendo as superiores eventualmente internas, de 5 a 10 cm de comprimento. O fruto é um aquênio linear-tetragonal, de 5 a 9 mm de comprimento, coloração marrom-escuro e com extremidade superior provida de 2-3 aristas e pertencente à família das Asteraceas.

A formação de sementes é intensa, podendo chegar a 3.000 por planta, e, após a maturação, poucas sementes têm germinação imediata (Kissmann, 1997). Essa latência das sementes de *Bidens pilosa* ocorre devido ao fenômeno da dormência, o que proporciona a sobrevivência e a viabilidade do banco de sementes em condições externas adversas (Voll et al., 1997).

Dentre as várias espécies de plantas com reputação de medicinais que se encontram distribuídas de forma ampla pelo território brasileiro, uma das mais comuns é o carrapicho ou picão-preto (*Bidens pilosa* L.), destaca-se não só por ser considerada ruderal e, portanto, de alta adaptabilidade aos ambientes, a ponto de ser considerada invasora severa de lavouras econômicas, como também pelos usos bastante diversos nos quais esta espécie tem reputação de ser ativa. O gênero *Bidens* apresenta espécies com usos etnofarmacológicos muito diversos, com informações provenientes principalmente do continente africano. Dentre estes usos, destacam-se as indicações como afrodisíaco feminino, antifebril, analgésico para o ouvido e vias urinárias, além de ajudar na eliminação de cálculos renais e ser benéfico ao fígado (Morton, 1981; Jager et al., 1996; Adjanohoun et al., 1996); contra tumores de mama, esplenomegalia, esclerose, dores de garganta, problemas de estômago e asma (Hartwell, 1968).

2.3.2 *Panicum maximum* Jacq.

Espécies dos gêneros *Panicum*, por apresentarem sistema radicular vigoroso e profundo, possuem elevada tolerância à deficiência hídrica e absorção de nutrientes em camadas mais profundas do solo, desenvolvendo-se em condições ambientais desfavoráveis para a maioria das culturas produtoras de grãos e de espécies utilizadas

para cobertura do solo (Barducci et al., 2009). Por isso, essas espécies constituem-se em excelentes opções para o consórcio com a cultura do milho. Severino et al. (2005, 2006) verificaram que no sistema de consórcio de milho com *P. maximum* houve maior produção de grão se as plantas dessa espécie acumularam maior matéria fresca do que as de *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*. Esse fato pode ser explicado pela forma de crescimento cespitoso da planta, que forma densas touceiras (Kissmann e Groth, 1997).

Dentre as poaceas exóticas invasoras, destaca-se o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), uma espécie de planta com flor pertencente à família Poaceae perene e heliófita, essa poacea é oriunda da África e foi introduzida no Brasil para se criar pastagens para o gado na época da colonização. A espécie forma touceiras resistentes e propaga-se de forma vegetativa e por dispersão de sementes pelo vento e por aves granívoras (Silva, 1969), sendo considerada uma espécie invasora agressiva que, além de reservas naturais, prejudica certas culturas como a da cana-de-açúcar (Kissmann e Groth, 1997). É verificada sua invasão e permanência no sub-bosque de áreas com presença elevada de espécies decíduas, especialmente em área de restauração (Souza et al., 2006).

2.4. Intensidade Luminosa

Pela intensidade, qualidade e duração da luz o desenvolvimento e crescimento de uma planta pode ser regulado. Em geral as respostas de uma planta à luz são, denominadas fotomorfogênese, sendo o estímulo luminoso percebido por um pigmento fotorreceptor (Taiz e Zeiger, 2004).

Plantas que crescem sob forte radiação apresentam folhas mais espessas, e, além disso, apresentam metabolismo mais ativo; como consequência, essas plantas apresentam maior produção de massa seca (Lancher, 2004).

Experimentos sobre condições bem controladas têm demonstrado que variações no ambiente (temperatura, irradiação e fotoperíodo) podem influenciar positivamente ou negativamente no rendimento da biomassa e no óleo essencial em plantas aromáticas (Brant et al., 2009).

Plantas de *Hyptis pectinata*(L.) Poit., *Ocimum basilicum* L., *Rosmarinus officinalis* L. e *Salvia officinalis* L. apresentam acúmulos mais elevados de fitomassa seca de folhas quando cultivada sob sombrite em maiores níveis de intensidade luminosa (Castrillo et al.,2005).

Silva (2006), estudando *Braccharis trimera* (carqueja amarga), verificou que a intensidade de luz causou grandes modificações na morfologia interna e externa da planta. Consequentemente houve diferença na produção de biomassa e no rendimento de óleo essencial.

Com relação a aspectos anatômicos, é característico que folhas de sombra tenham cloroplastos maiores, com desenvolvimento muito maior de grana do que as folhas de sol de mesma planta (há mais clorofila por cloroplasto, e a razão de clorofila b:a é maior). Todas as mudanças resultam de utilização mais eficiente de luz menos intensa e mais esverdeada, característica de condições de sombra. Com mais clorofila por cloroplasto, os pigmentos disponíveis para captar luz e os centros fotoquimicamente ativos são mais numerosos, e a banda de absorção dos pigmentos expande-se em direção à parte verde do espectro (Taiz e Zeiger,2004).

Sabe-se que o tamanho e a espessura de uma folha podem ser influenciados pela duração e pelo comprimento de onda da luz, mas as diferenças na intensidade de irradiância são os responsáveis pelas maiores variações no tamanho da folha. Dentro de certos limites quanto maior a intensidade de irradiância, menor e mais grossa será a folha, embora a resposta dependa da espécie. De maneira geral, folhas de sol são pequenas e grossas, enquanto folhas de sombra grandes e finas. A luz desempenha um papel fundamental na vida das plantas, influenciando na fotossíntese e em outros fenômenos fisiológicos, como crescimento, desenvolvimento e forma das plantas. A falta de luminosidade adequada provoca o estiolamento, problema comum em sementeiras e viveiros muito adensados ou sombreados (Watley e Watley,1982).

Durante os meses mais frios e com menor número de horas de luz, há, muitas vezes, um nítido decréscimo na produção de óleo essencial. Em *Pinus elliotii*, o aumento de temperatura, entre 20°C e 46°C, induziu um aumento exponencial na emissão de α - e β - pineno, mirceno, limoneno e β - felandreno (Tingey et al., 1980). Os mesmos autores não observaram, no entanto, influência da luz no rendimento de emissão desses compostos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização e condições ambientais

O experimento foi realizado em casa de vegetação no campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ (latitude 21° 44' 47" S/Longitude: 41° 18' 26"O), no período de junho a novembro de 2016. Segundo Köeppen (1948), o clima da região é classificado como Aw, ou seja, quente e úmido, com temperaturas superiores a 18 °C no mês mais frio. O verão é chuvoso, estando a temperatura média anual em torno de 24°C. A precipitação anual média é de 1023 mm.

A casa de vegetação apresenta forma em arco, coberta com plástico de 150 µm de espessura, fechada nas laterais com tela de sombrite (30% de transmitância).

3.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental é inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4x2 e quatro experimentos independentes, ou seja, sendo quatro níveis de intensidades luminosas: com sombrite de 58,5%, 73,5% e 82,5% de sombra e cobertura do plástico da casa de vegetação com 47% de intercepção da radiação solar, duas espécies de plantas daninhas (*Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq.) em

quatro densidades (0, 5, 10 e 15 plantas daninhas por vaso), totalizando 128 plantas de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown.

3.3. Variáveis climáticas e Intensidade luminosa

Dados climatológicos (mínimos, médios e máximos) de temperatura (T°) e umidade relativa (UR) do ar foram monitorados, em intervalos de uma hora, pelo Data Logger[®] (modelo: RHT10, marca Extech) instalado na casa de vegetação. O valor máximo de cada variável representa o maior valor observado no dia, o mínimo representa o menor valor e o médio representa a soma dos dados coletados no dia dividido pelo número de dados coletados.

As condições climáticas durante o período experimental em termos de valores máximo, médio e mínimo da temperatura, umidade relativa estão apresentadas na Figura 1 e 2 respectivamente.

Observou-se que durante o experimento a temperatura média manteve-se entre 18,8 a 42,6°C, a umidade relativa média entre 60,5 a 89,1%.

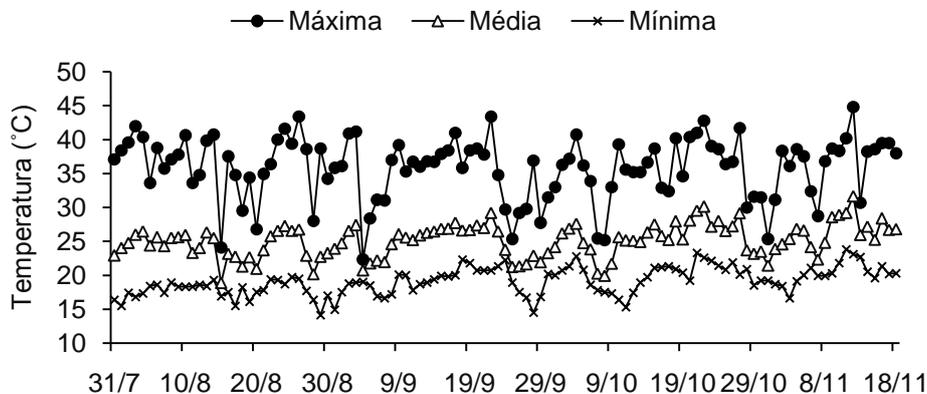


Figura 1. Temperatura ambiente (máxima, média e mínima) na casa de vegetação durante a condução do experimento.

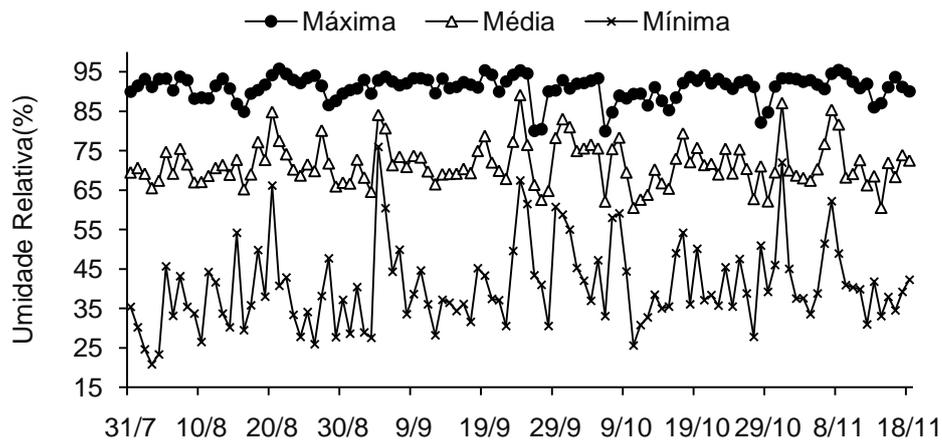


Figura 2. Umidade relativa (máxima, média e mínima) na casa de vegetação durante a condução do experimento.

Para medir a intensidade luminosa, foram utilizados piranômetros, que são sensores para realizar a mensuração da radiação solar, sobre uma superfície plana horizontal. A mensuração é feita a partir da densidade do fluxo de radiação, em comprimentos de ondas, que vão desde o ultravioleta até ao infravermelho do espectro eletromagnético. Os piranômetros foram instalados em quatro mesas dentro da casa de vegetação embaixo dos sombrites, onde cada sombrite tinha uma intensidade luminosa respectivamente de 47%, 58,5%, 73,5% e 82,5% de interceptação de radiação solar, os piranômetros foram instalados acima das plantas de *Lippia alba*(Mill.) N.E. Brown para evitar o sombreamento do mesmo pelas plantas durante seu crescimento.

3.4. Material biológico

As mudas de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown foram fornecidas pelo Setor de Plantas Daninhas e Medicinais, do Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da UENF. As mudas foram obtidas por corte de estacas de planta matriz, padronizadas em altura e cultivadas em vasos (5,5 L) com substrato composto de solo, esterco bovino curtido e areia (1:1:1). Utilizou-se uma planta por vaso. As análises do substrato foram realizadas no laboratório de Análises Químicas e Físicas de Solo da FUNDENOR – Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento

Regional, Campos dos Goytacazes – RJ. O resultado da análise física e química do substrato são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Análise química do substrato (solo, areia, esterco bovino curtido; 1:1:1 v/v)

Análise química do substrato																
pH H ₂ O	Macronutrientes (mg.dm ⁻³)		Macronutrientes (mmol _c .dm ⁻³)					Micronutrientes (mg.dm ⁻³)					(g.dm ⁻³)		(mmol _c .dm ⁻³)	
	P	S-SO ₄	K	Ca	Mg	H+Al	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	B	C	MO	CTC	SB
7,0	200	68	52,5	23,3	19,5	11,6	15,4	102,54	0,59	8,01	74,01	0,45	15,9	27,51	122,30	110,70

A análise foi realizada pelo Laboratório de Análise de Solos da FUNDENOR, Campos dos Goytacazes, RJ.

Tabela 2 - Análise física do substrato (solo, areia, esterco bovino curtido; 1:1:1 v/v)

Análise física do substrato		
Areia (g/DM ⁻³)	Silte (g/dm ⁻³)	Argila (g/dm ⁻³)
720	150	130

A análise foi realizada pelo Laboratório de Análise de Solos da FUNDENOR, Campos dos Goytacazes, RJ.

Após um mês de estabelecimento da *Lippia alba* nos vasos, as sementes foram semeadas com as diferentes densidades para cada vaso.

3.5. Medidas de crescimento

Foram realizadas avaliações aos 120 dias após o plantio da *Lippia alba* (juntamente com os tratamentos estabelecidos de *Bidens pilosa* L. (Picão preto) e *Panicum maximum* Jacq. (Capim colômbio), as respectivas avaliações foram:

- altura do ramo principal, feito com ajuda de régua graduada (ALT) (cm);
- diâmetro do caule do ramo principal, com ajuda de paquímetro digital (DIC) (mm);
- índice SPAD (estimativa do teor de clorofilas) (SPAD);
- área foliar (AF) (cm²);
- número de folhas do ramo principal (NF);

- número de ramificações (NR);
- determinação da massa seca das raízes (MSR) (g);
- determinação da massa fresca total da parte aérea (MFT) (g);
- determinação da massa seca das folhas (MSF) (g) e;
- determinação do teor de óleo essencial (TO) (g).

Ao final do experimento, aos 120 dias, as plantas foram colhidas pela manhã, a parte aérea foi cortada rente ao solo e pesada para a determinação da massa fresca total da parte aérea (MFT). A área foliar (AF) foi determinada com auxílio do aparelho modelo Licor 3100, onde o valor é obtido no momento em que a folha passa pelo sensor do aparelho, em seguida os materiais foram acondicionados em sacos de papel tipo Kraft, identificados e submetido à secagem artificial em estufa com circulação de ar forçada a 40°C por 72 horas, para a determinação da massa seca das folhas (MSF). As raízes foram lavadas em água corrente sobre peneiras de 2 mm para posterior determinação da massa seca das raízes (MSR).

A estimativa do teor de clorofilas foi feita no terceiro par de folhas da região mediana de cada planta, com quatro repetições por folha, sendo avaliada por meio dos valores do índice SPAD, os quais foram obtidos por meio do Medidor Portátil de Clorofila, modelo SPAD-502 (Minolta, Japão). Este equipamento é considerado não destrutivo, rápido e simples, que fornece leituras que se correlacionam com o teor de clorofila presente na folha (Bonfim-Silva et al., 2011).

Para extração do óleo essencial, foram utilizadas folhas secas de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown, foi feita hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger (Martinazzo et al., 2013), o tempo de extração foi de aproximadamente de 2 horas e 30min, a partir do início da recondensação. Após o término da extração, a fase oleosa (óleos essenciais), formada na porção superior do tubo coletor, foi recolhida com pipeta Pasteur, em seguida o óleo foi pesado.

Após a pesagem, este foi armazenado em micro tubo eppendorf e mantido em freezer (-18 °C) até a realização da análise cromatográfica. O teor de óleo essencial foi calculado através da fórmula:

$$\text{Teor do óleo essencial (\%)} = \frac{\text{Óleo essencial extraído (g)} \times 100}{\text{Matéria seca das folhas (g)}}$$

Todo processo foi realizado no Setor de Plantas Daninhas e Medicinais, do Laboratório de Fitotecnia, do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

3.6. Análise estatística

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o auxílio do Programa Genes (Cruz et al.,2013).Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo ainda, submetidos à análise de regressão em função das densidades estudadas.

4. Resultados e Discussão

Na tabela 3 foi observado que sob competição de espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq. e intensidades luminosas de 58,5% e 73,5% as avaliações biométricas avaliados em *Lippia alba* apresentaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

As características de *Lippia alba* avaliadas que apresentaram efeito significativo para o sombrite de 58,5% de interceptação de radiação solar para as densidades de plantas daninhas foi diâmetro do caule do ramo principal (DIC), número de folhas (NF), número de ramificações (NR), área foliar (AF) e massa seca de folhas (MSF) (Tabela 3). Devido ao efeito significativo para as 04 (quatro) densidades de plantas daninhas foi feita a análise regressão, porém as únicas características de *Lippia alba* que obtiveram um modelo de regressão com r^2 significativo foram as características DIC e AF, demonstrando que ambas características, à medida que aumenta a densidade de plantas daninhas, há uma queda em seus valores, quando a densidade de plantas daninhas é (zero) o DIC inicia com o valor 14 mm e à medida que a densidade vai aumentando para 05 e 10 plantas daninhas o valor diminui para 13mm e 10mm respectivamente, e quando a densidade aumenta para 15 plantas daninhas houve um aumento no DIC para aproximadamente o valor de 12,5mm (Figura 3A). Na AF temos um resultado similar, pois quando a densidade é (zero) temos um valor aproximado de 3000 cm e quando as densidades passam para 05, 10 e 15 há um decréscimo na AF, chegando a um valor de aproximadamente 2000 cm (Figura 3B).

As variáveis de *Lippia alba* que apresentaram efeito significativo para as diferentes espécies de plantas daninhas no sombreamento de 58,5% foi massa fresca total (MFT) e área foliar (AF)(Tabela 3) e (figura 4).A MFT de *Lippia alba* apresentou um valor de 220g quando em competição com *Panicum maximum* Jacq., e quando foi colocada em competição com *Bidens pilosa* L., apresentou o valor 260gde MFT, os resultados demonstram que o *Panicum maximum* afeta a produção de MFT de *Lippia alba* (Figura 4A) mostrando que houve uma interferência da planta daninha.Para a AF temos um efeito similar da MFT, *Panicum maximum* quando em competição com a *Lippia alba* apresentou menor área foliar, de aproximadamente 2600 cm, enquanto que com a competição de *Bidens pilosa* L.a *Lippia alba* teve um área foliar de 3100cm (Figura 4B), esses resultados demonstram que *Panicum maximum* Jacq.compete diretamente com a espécie *Lippia alba* no sombreamento de 58,5%,afetando a AF e a MFT,obtendo menores valores do que quando em competição com *Bidens pilosa*, demonstrando que *Bidens* não compete diretamente com *Lippia alba*.

Quando as variáveis são comparadas pelo teste de média no sombreamento de 58,5% a única característica de *Lippia alba* que obteve diferença entre os tratamentos foi o número de folhas (NF) para a densidade (zero) e (cinco) plantas daninhas por vaso com os valores de 32,167 e 22,167. As demais características avaliadas não obtiveram diferença entre as densidades de plantas daninhas (Tabela 4).

Para o sombrite de 73,5% de interceptação de radiação solaras características de *Lippia alba* que obtiveram resultados significativos para densidade de plantas daninhas foi diâmetro do caule (DIC), número de ramificações (NR), área foliar (AF), e massa seca de folhas (MSF) (Tabela 3) e (Figura 5).

Devido ao efeito significativo para as 04 (quatro) densidades de plantas daninhas foi feita a análise regressão, porém, as únicas características de *Lippia alba* que obtiveram um modelo de regressão com r^2 significativo foram as características DIC e NR. O resultado para o DIC foi similar ao que ocorreu no sombrite de 58,5% à medida que aumenta-se a densidade de plantas daninhas menores serão os valores para DIC de *Lippia alba*. Quando a densidade for de(zero) de planta daninha tem se um DIC de 15mm e quando as densidades vai aumentando para 05,10 e 15 plantas daninhas por vaso tem-se decréscimo nos valores de DIC correspondendo a 11, 11,5 e 12,5 mm aproximadamente (Figura 5A). E para o NR temos um resultado contrário, pois à medida que aumenta a densidade de plantas daninhas temos um aumento na

quantidade de ramificações em *Lippia alba*, quando a densidade é (zero) temos um valor de aproximadamente 06 ramificações por planta e quando a densidade de plantas daninhas aumenta para as densidades 05, 10 e 15 temos um número aproximado de 7, 9 e 7 ramificações por planta (Figura 5B).

As características de *Lippia alba* que apresentaram resultados significativos para as diferentes espécies de plantas daninhas no sombreamento de 73,5% foi massa fresca total (MFT), área foliar (AF), massa seca de raiz (MSR), massa seca de folhas (MSF) e teor de óleo essencial (TO) (Tabela 3) e (Figura 6). Para as variáveis analisadas, os resultados são semelhantes para a espécie *Bidens pilosa* L., demonstrando que houve competição entre *Lippia alba* e *Bidens pilosa* L., sendo que a planta daninha influenciou negativamente as análises de crescimento e o teor de óleo essencial de *Lippia alba*, no sombreamento de 73,5%, a planta daninha *Panicum maximum* Jacq. não demonstrou competição com *Lippia alba*, obtendo os maiores valores para características de crescimento de *Lippia alba* e o teor do óleo essencial. O TO de *Lippia alba* foi maior quando a espécie *Panicum maximum* Jacq. estava presente apresentando um valor de 0,3 g, enquanto quando na presença de *Bidens pilosa* L. tem a quantidade de 0,2 g de óleo essencial de *Lippia alba*.

A MFT de *L. alba*, quando em competição com *Panicum maximum* Jacq. foi de aproximadamente de 230g, enquanto que quando em competição com *Bidens pilosa* L. foi de aproximadamente 180g. Para a AF temos o valor aproximado de 3250 cm em competição com *Panicum maximum*, enquanto que quando em competição com *Bidens pilosa* L. temos um valor de 2800cm de AF de *L. alba*. A MSR de *L. alba* em competição com *Panicum maximum* obteve um valor de 24 g de MSR enquanto *Bidens pilosa* não passou de 15 g de MSR de *L. alba*, e para MSF de *L. alba* em competição com *Panicum maximum* obteve um valor aproximado de 20 g enquanto a competição com *Bidens pilosa* foi de 15 g (Figuras 6A, B, C, D, E), esses resultados demonstram que o sombreamento de 73,5% influencia na competição de *Bidens pilosa*, fazendo que a *L. alba* seja prejudicada em relação as características avaliadas.

No sombreamento de 73,5% as médias que obtiveram diferença entre os tratamentos foi a variável diâmetro do caule (DIC) com 13,4 mm para a densidade (zero) e para densidade (cinco) 10,6 mm para o DIC. Para as densidades de (zero) e (quinze) plantas daninhas por vaso, o número de ramificações (NR) obteve valores médios 6,6 e 9,7 ramificações por planta. A área foliar (AF) obteve diferença para as

densidades de (dez) e (quinze) plantas daninhas por vaso com os respectivos valores de 2385,4cm e 3763,9 cm. As demais características de *Lippia alba* avaliadas não diferiam entre as densidades de plantas daninhas (Tabela 4).

Meleiro & Graziano (2007) observaram resultados na interferência entre tratamentos para o cultivo de tapeinóquilo (*Tapeinochilos ananassae*) em diferentes níveis de sombreamento, telado sombrite 25%, telado duplo sombrite 50% e a pleno sol, nas características matéria fresca total, área foliar, e apresentaram similaridade na produção. Estes resultados evidenciam que a planta cultivada sob tela tipo sombrite de 25% de sombreamento teve maior produtividade em comparação ao mesmo nível de 50% sombreamento.

Aguildera et al. (2004) em cultivo de botão-de-ouro (*Siegesbeckia orientalis*) sob duas condições luminosas (pleno sol e sombrite) observaram que as plantas apresentaram área foliar três vezes superior à planta mantida em plena luz. Este mecanismo desenvolvido pelas plantas é para alcançar rápido aumento da superfície fotossintetizante, como forma de assegurar o aproveitamento das baixas intensidades luminosas (Costa et al. , 2012).

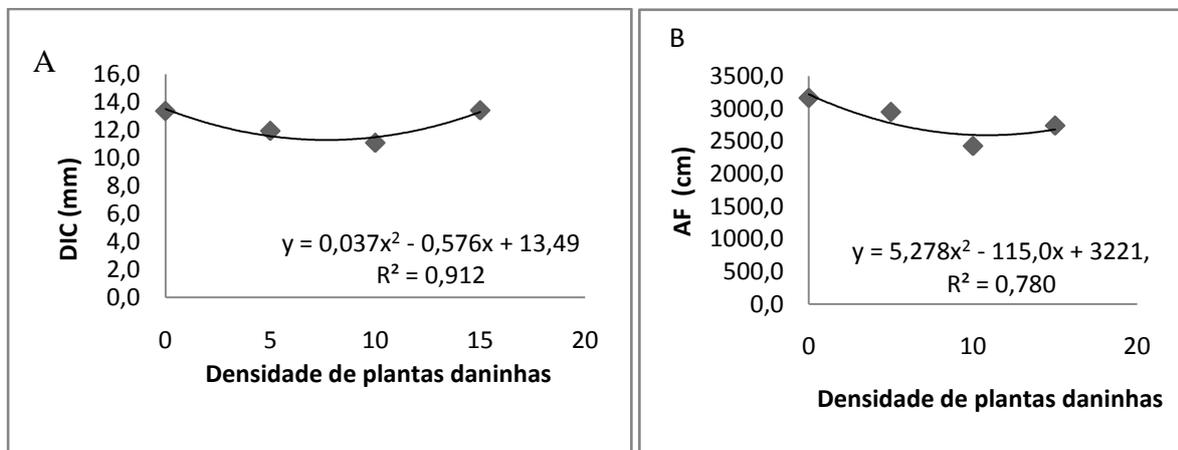


Figura 3. Análise de regressão para as variáveis diâmetro do caule do ramo principal (DIC) (mm) (A) e área foliar (AF) (cm) (B) de *Lippia alba* em sombrite de 58,5% de interceptação de radiação solar em diferentes densidades de plantas daninhas.

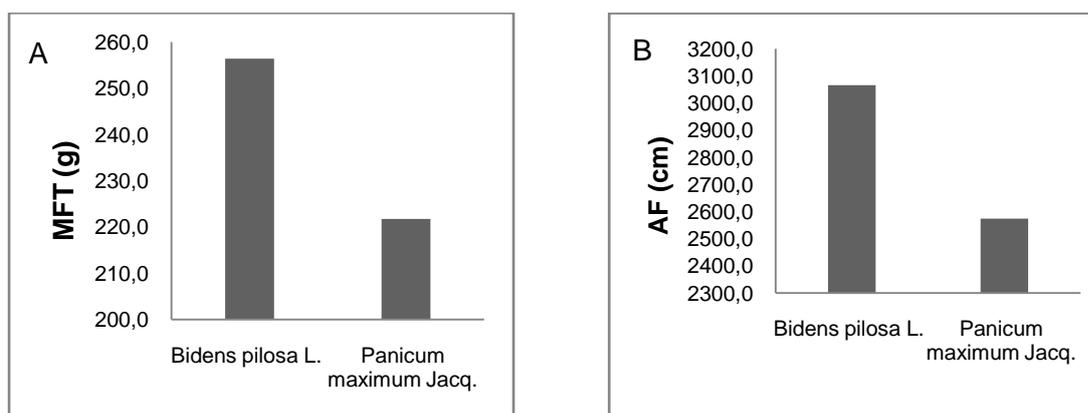


Figura 4. Dados de matéria fresca total (MFT) (g) (A), área foliar (AF) (cm)(B) de *Lippia alba* em sistema competitivo com duas espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq. em sombreamento de 58,5% de interceptação de radiação solar.

Em trabalhos com plantas da família de *melissa officinalis* (erva-cidreira verdadeira) (Lamiaceae), Castrillo et al. (2005) obtiveram resultados semelhantes. Plantas de *Hyptis pectinata* (L.) Poit., *Ocimum basilicum* L., *Rosmarinus officinalis* L. e *Salvia officinalis* L. apresentaram acúmulos mais elevados de massa seca de folhas quando cultivadas sob sombrite em maiores níveis de intensidade luminosa. Neste mesmo trabalho Castrillo et al. (2005), verificaram que a biomassa radicular de melissa mostrou-se maior nos tratamentos de 60% e 100% de intensidade luminosa. Pode-se inferir que uma grande intensidade de luz incidente nas plantas destes tratamentos aumenta a evapotranspiração das folhas, induzindo ao crescimento radicular à busca de água. E, ainda, as plantas submetidas ao alto sombreamento com malha termo-refletora (80%), com apenas 20% de luz, priorizaram a produção de parte aérea, principalmente folhas (em número e tamanho), em detrimento de raízes, para melhor captação da energia luminosa. Além disso, pôde-se observar que quanto maior o sombreamento com malha termo-refletora, menor é essa eficiência.

Thompson et al. (1992) e Walters et al. (1993) sugerem que quando as plantas são submetidas a condições de menor luminosidade, possivelmente revela uma resposta adaptativa que proporciona maiores ganhos de carbono, como, por exemplo, um aumento na área foliar. Segundo Benincasa (2004), a área foliar expressa a área útil para a fotossíntese, de modo que o sombreamento favorece a produção das folhas em área, pois, quanto menor a intensidade de luz, menor é a eficiência produtiva de folhas em área, em relação ao peso da planta, isso mostra a capacidade adaptativa da

espécie de *Lippia alba*, por investir na expansão das folhas, que é um órgão fotossintético (Patterson, 1980). Larcher (2004) observou que plantas crescidas sob forte radiação têm maior produção e um maior conteúdo energético da massa seca, este comportamento pode variar entre as espécies.

Somente no sombrite de 73,5% de intercepção de radiação solar o teor de óleo essencial de *Lippia alba* obteve resultado significativos, em competição de *Panicum maximum* Jacq., com uma média de 0,3 g de óleo essencial, enquanto que em competição com *Bidens pilosa* L. obteve um rendimento de 0,2 g, demonstrando que *Bidens pilosa* L. interfere na produção de óleo essencial. De acordo com Gomes et al. (2009), ao trabalharem com *Lippia citriodora*, observaram que os tratamentos em pleno sol e com 30% de sombreamento apresentaram maiores teores de óleo essencial, 0,16% e 0,11%, respectivamente. Infere-se a este resultado que o aumento no teor de óleo é devido ao elevado número de tricomas glandulares na epiderme, na qual é produzido pela ativação das rotas do metabolismo secundário da planta quando exposta a intensidade luminosa e competição de plantas daninhas (Pinto et al., 2007).

Li et al. (1996), ao trabalharem com *Thymus vulgaris*, observaram que as plantas cultivadas sob luz plena apresentaram maiores teores de óleo essencial. Resultados similares foram encontrados para as espécies *Lippia alba* (Ventrella & Ming, 2000) e *Bacharis trimera* (Silva, 2006). O presente resultado evidencia que o desenvolvimento e a produção de óleo essencial de muitas espécies aromáticas como citadas pelos autores são influenciadas por fatores intrínsecos e extrínsecos como luz, água, temperatura foliar, quantidade de fótons irradiados e condições edáficas, influenciando nos níveis fotossintéticos de cada espécie (Gobbo-Neto e Lopes, 2007; Morais, 2007).

Tabela 3 –Análise de variância das variáveis: Altura (ALT)(cm), diâmetro do caule do ramo principal (DIC)(mm), número de folhas do ramo principal (NF), número de ramificações (NR), índice de clorofila das folhas (SPAD), massa fresca total (MFT)(g), área foliar (AF)(cm), massa seca da raiz (MSR)(g), massa seca das folhas (MSF)(g) e teor de óleo essencial (TO) de *Lippia alba* em sistema competitivo com diferentes densidades de plantas daninhas, *Bidens pilosa* L.e *Panicum maximum* Jacq.em sombrites de 58,5% e 73,5% de intercepção de radiação solar. Campos dos Goytacazes, RJ. 2017. Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM), sombrite (SOM).

SOM	FV	GL	QM									
			Variáveis									
			ALT	DIC	NF	NR	SPAD	MFT	AF	MSR	MSF	TO
58,5%	Espécie	1	1119,827 ^{ns}	3,380 ^{ns}	13,005 ^{ns}	0,090 ^{ns}	20,640 ^{ns}	9618,845*	1931251,18**	54,340 ^{ns}	0,945 ^{ns}	0,0200 ^{ns}
	Densidade	3	359,019 ^{ns}	10,372*	133,812**	10,336**	1,364 ^{ns}	935,445 ^{ns}	787131,11**	4,697 ^{ns}	17,881*	0,0108 ^{ns}
	Interação	3	148,128 ^{ns}	3,512 ^{ns}	31,037 ^{ns}	0,749 ^{ns}	6,814 ^{ns}	1425,968 ^{ns}	169742,38 ^{ns}	30,993 ^{ns}	4,171 ^{ns}	0,0225 ^{ns}
	Resíduo	24	602,083	2,294	13,448	2,142	9,695	1498,436	162037,51	15,211	5,106	0,0083

SOM	FV	GL	QM									
			Variáveis									
			ALT	DIC	NF	NR	SPAD	MFT	AF	MSR	MSF	TO
73,5%	Espécie	1	197,001 ^{ns}	2,645 ^{ns}	14,580 ^{ns}	9,031 ^{ns}	4,805 ^{ns}	15303,75**	2143278,08**	335,405**	129,605**	0,0903*
	Densidade	3	177,520 ^{ns}	13,901**	25,431 ^{ns}	15,338**	12,572 ^{ns}	2181,36 ^{ns}	2624440,90**	54,671 ^{ns}	31,019**	0,0178 ^{ns}
	Interação	3	959,937 ^{ns}	3,734 ^{ns}	72,405 ^{ns}	1,781 ^{ns}	14,767 ^{ns}	2301,01 ^{ns}	515579,77 ^{ns}	42,286 ^{ns}	7,994 ^{ns}	0,0120 ^{ns}
	Resíduo	24	404,035	2,012	26,962	2,524	7,426	1583,48	329041,44	24,593	5,257	0,0136

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} = Não significativo.

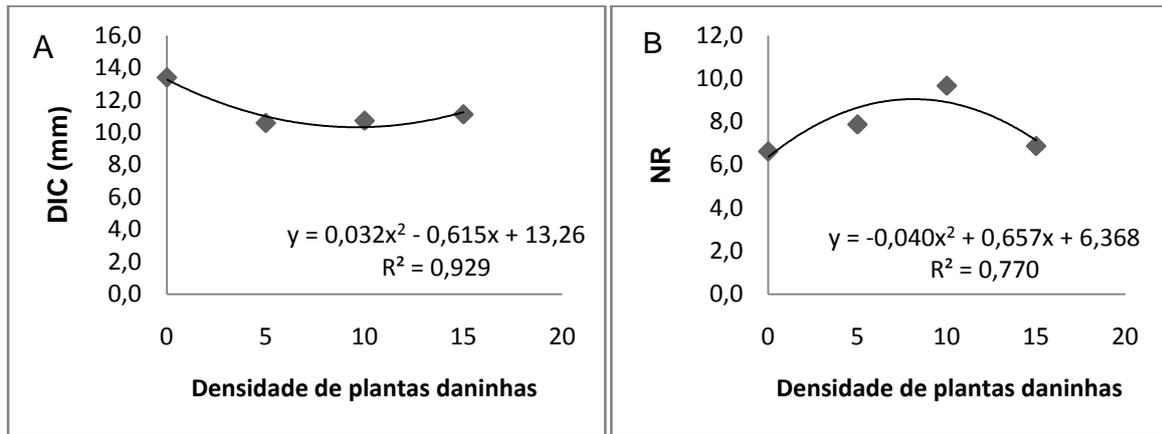
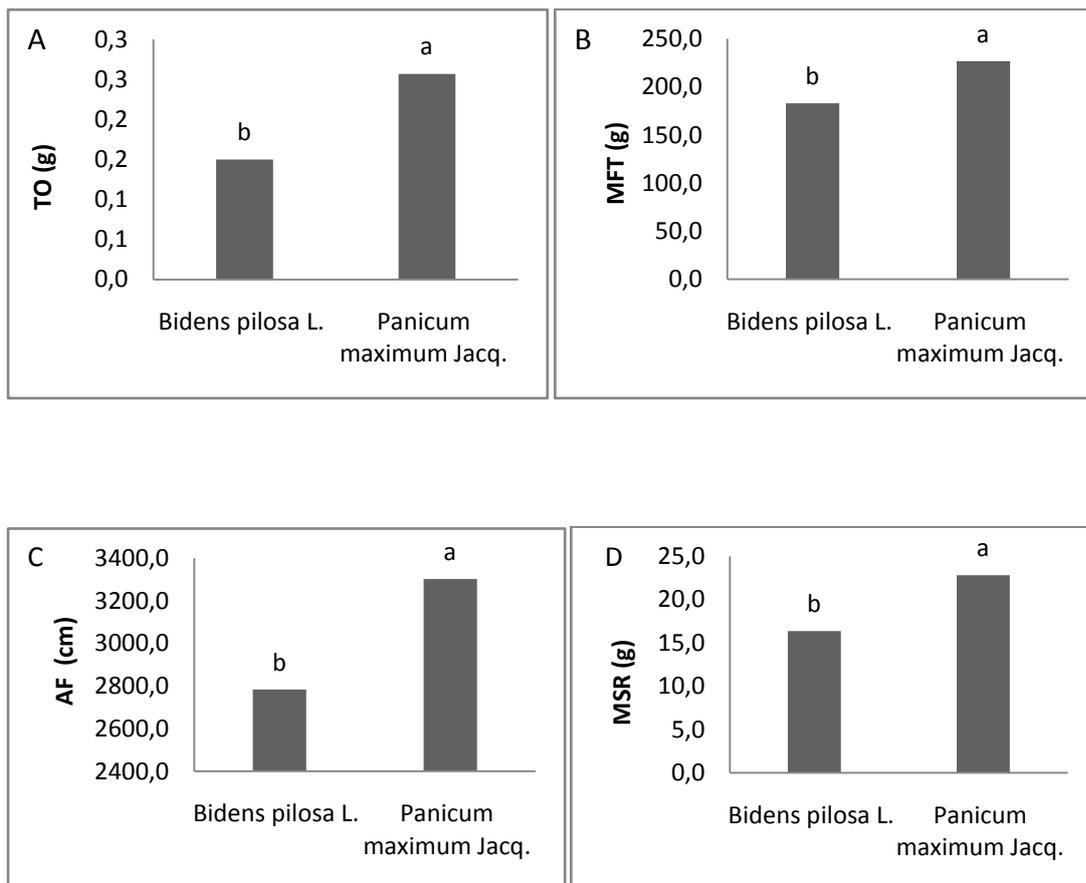


Figura 5. Análise de regressão para as variáveis diâmetro do caule do ramo principal (DIC) (mm) (A); número de ramificações (NR) (B) de *Lippia alba* em sombrite de 73,5% de interceptação de radiação solar em diferentes densidades de plantas daninhas.



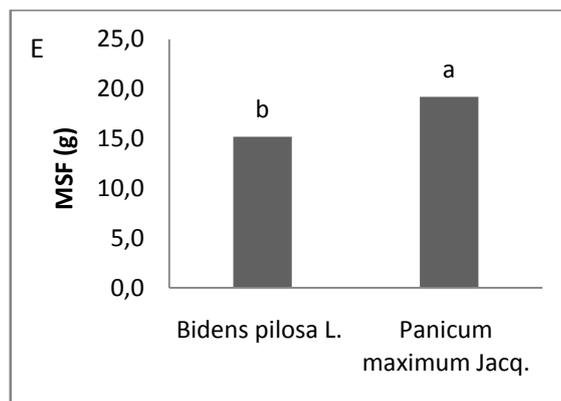


Figura 6. Dados de teor de óleo essencial (TO) (g) (A); massa fresca total (MFT) (g) (B); área foliar (AF) (cm) (C), massa seca de raízes (MSR) (g) (D) e massa seca de folhas (MSF) (g) (E) de *Lippia alba* em sistema competitivo com duas espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq. em diferentes densidades com sombreamento de 73,5% de interceptação de radiação solar.

Na literatura, há relatos do aumento do teor de óleo essencial em plantas aromáticas com o aumento da taxa de luminosidade (Chang et al., 2008; Costa et al., 2010), isso ficou evidenciado, pois esse aumento foi observado no cultivo a pleno sol, quando comparado ao cultivo sob malha, o que parece estar mais relacionado a algum tipo de resposta associada à intensidade luminosa do que à qualidade da luz incidente.

A quantificação do óleo essencial varia com a espécie e condições de cultivo. Oliveira et al., (2006) trabalhando com plantas de *Artemisia vulgaris* L. (*Asteraceae*) cultivadas a pleno sol obtiveram maior teor de óleo essencial em relação às plantas cultivadas sob malhas coloridas; entretanto neste trabalho houve diferença de teor de óleo para plantas cultivadas sob telas azul e vermelha. Costa et al. (2012), avaliando o teor de óleo essencial da espécie *Mentha piperita*, observaram também que o teor e o rendimento de óleo essencial foram maiores nas plantas cultivadas a pleno sol.

Tabela 4 - Valores médios das variáveis: Altura (ALT) cm, diâmetro do caule do ramo principal (DIC) (mm), número de folhas do ramo principal (NF), número de ramificações (NR), índice de clorofila das folhas (SPAD), massa fresca total (MST) (g), área foliar (AF) (cm), massa seca da raiz (MTR) (g), massa seca de folhas (MSF) (g) e teor de óleo essencial (TO) (g) de *Lippia alba* em sistema competitivo com diferentes densidades de plantas daninhas (DENS.) 0, 05, 10, 15 plantas por vaso de *Bidens pilosa* L.e *Panicum maximum* Jacq. Em sombrites (SOM) de 58,5% e 73,5% de interceptação de radiação solar. Campos dos Goytacazes, RJ. 2017.

SOM	DENS	VARIÁVEIS									
		ALT	DIC	NF	NR	SPAD	MFT	AF	MSR	MSF	TO
58,5%	00	192.0 a	13.361 a	32.167 a	7.167 a	28.963 a	252.015 a	3164.122 a	24.408 a	20.648 a	0.223 a
	05	180.167 a	13.409 a	22.167 b	9.875 a	28.213 a	227.558 a	2948.647 a	25.708 a	20.462 a	0.175 a
	10	195.833 a	11.085 a	26.5 ab	8.0 a	28.0 a	243.404 a	2740.188 a	25.968 a	17.885 a	0.163 a
	15	188.0 a	11.937 a	27.042ab	8.5 a	28.414 a	233.425 a	2427.784 a	26.03 a	21.25 a	0.19 a
73,5%	00	145.3 a	13.4 a	23.9 a	6.6 b	32.3 a	222.0 a	3134.0 ab	20.2 a	17.6 a	0.2 a
	05	146.3 a	10.6 b	21.0 a	7.9 ab	32.0 a	183.1 a	2888.9 ab	19.0 a	15.6 a	0.2 a
	10	153.8 a	11.1 ab	19.7 a	6.9 ab	32.8 a	211.4 a	2385.4 b	22.7 a	19.8 a	0.2 a
	15	149.8 a	10.7 ab	20.9 a	9.7 a	29.9 a	203.1 a	3763.9 a	16.5 a	15.8 a	0.2 a

Medias seguidas por uma mesma letra maiúscula e minúscula não diferem estatisticamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tuckey.

Quando as plantas estão em condições de sombreamento, a reação natural é favorecer o alongamento da planta em vez do acúmulo de massa (Prado, 2011), porém no presente trabalho não houve essa diferença na altura nas plantas, mas obteve na MSF e MFT (Tabela 3). Essa resposta está diretamente associada ao balanço de radiação percebidos pelos fitocromos que se interconvertem, fazendo com que a planta se alongue para escapar do sombreamento e, após, assuma crescimento mais generalizado e homogêneo, com acúmulo de massa proporcional ao seu tamanho.

No sombrite de 47% de interceptação de radiação solar a planta medicinal *Lippia alba* obteve resultados significativos para a interação entre as duas espécies de plantas daninhas e as suas respectivas densidade são nível de 1% e 5% de probabilidade.

As variáveis que responderam significativamente às interações foi o número de ramificações (NR), massa fresca total (MFT), área foliar (AF), massa seca de raízes (MSR), massa seca de folhas (MSF) e teor de óleo essencial (TO), realizou-se o desdobramento dessas interações avaliando-se o efeito de espécie e densidade (Tabela 5). Os desdobramentos da análise de variância podem ser verificados na figuras 7 e 8.

Na análise de regressão para o sombreamento de 47% apenas as características MFT, AF e MSF de *Lippia alba* apresentaram r^2 significativo para as densidades, as demais características que sofreram interação não obtiveram modelo adequado para análise de regressão (Figura 7). Observa-se que a MFT de *Lippia alba* teve interação para as duas espécies de plantas daninhas, porém só houve modelo de regressão para a espécie *Bidens pilosa* L., neste modelo verificou-se que a densidade da planta daninha *Bidens pilosa* diminuiu valor de MFT, com densidade 00 (zero) de plantas daninhas a MFT ficou em torno de 110 g, e com as densidades 05, 10 e 15 de plantas daninhas por vaso, os valores foram de aproximadamente de 90, 60 e 50g de MFT de *Lippia alba*, observando que a *Bidens pilosa* competiu com a *Lippia alba*(Figura 7A).

A AF de *Lippia alba* obteve uma resposta semelhante, pois à medida que aumenta da densidade de *Bidens pilosa* diminuiu a AF de *L. alba*. Quando a densidade de *Bidens pilosa* foi igual a (zero) a AF estava em torno 3000cm² com as densidades de 05, 10 e 15 plantas daninhas por vaso os valores foram de aproximadamente 2000,

1500 e 1000 cm de AF de *L. alba*. Os resultados demonstram que houve um decréscimo na AF (Figura 7B).

Na MSF de *Lippia alba*, a espécie em competição *Bidens pilosa* demonstra que a densidade de 00(zero) obteve resultados de 13 g e quando as densidades aumentam para 05, 10 e 15 ela varia entre 10 g e 7g de MSF de *L. alba* (Figura 7C). Para o sombrite de 47%,TO obteve efeito da interação, porém quando se analisou as significâncias pela decomposição da soma dos quadrados, não houve efeito significativo para as fontes de variações testadas (Tabela 5).

No sombrite de 47% de intercepção de radiação solar a espécie *L. alba* obteve diferentes resultados para as espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq., para as quatro densidades, o NR de *L. alba* apenas a densidade de 05 plantas daninhas obteve diferença entre as espécies, sendo que a *L. alba* quando em competição com *Bidens pilosa* apresenta 10 ramificações por planta, enquanto quando em competição com *Panicum maximum* ficou um valor aproximado de apenas 4 ramificações por planta. As demais densidades não tiveram diferenças entre si (Figura 8A).Os resultados demonstram que *Panicum maximum* interfere negativamente no NR de *Lippia alba*.

Para MFT de *Lippia alba* os resultados que obtiveram diferenças foram as densidades de 05 e 10 plantas daninhas por vaso, sendo que para a densidade de 05 plantas daninhas *Panicum maximum*,a MFT ficou em torno e 50 g enquanto que para *Bidens pilosa* a MFT teve um resultado de 150g, demonstrando que a competição com *Panicum maximum* traz menores valores de MFT de *Lippia alba*, porém para densidade de 10 plantas daninhas os resultados se inverteram, sendo que para essa densidade a *Bidens pilosa* que interferiu negativamente a MFT com o valor de 100(g)de MFT, enquanto *Panicum maximum* os resultados foram de 150g de MFT de *Lippia alba* (Figura 8B).

As densidades que obtiveram diferenças para AF de *Lippia alba* foram de 00(zero) e 10 plantas por vaso. Os resultados demonstram que a espécie *Bidens pilosa* afetou a AF de *Lippia albana* densidade de 10 plantas daninhas sendo a AF menor de 1500 cm, em comparação com *Panicum maximum* que obteve uma AF de 2500 (cm)(Figura 8C).

A MSR obteve diferença apenas para a densidade de 05plantas daninhas, observa-se que a MSR teve um menor resultado quando em competição com *Panicum*

maximum com um valor de 5 g de MSR, enquanto que quando em competição com *Bidens pilosa* a MSR alcançou um valor de 10g.

Os resultados para MSF obtiveram diferenças para as densidades 00 (zero), 05 e 10 plantas daninhas por vaso, sendo que a densidades 05 plantas por vaso *Panicum maximum* interferiu negativamente na MSF com um valor de 6 g, enquanto quando em competição com *Bidens pilosa* os valores foram de 12g de MSF de *Lippia alba*. Para a densidade 10 plantas daninhas por vaso, o resultado foi contrário. *Bidens pilosa*, que interferiu negativamente na MSF, tendo um valor de 6 g, enquanto que para mesma densidade de *Panicum maximum* o resultado foi de 10 g de MSF de *Lippia alba* (Figura 8E).

Devido à interação entre espécie e densidade, as médias para o sombrite de 47% de intercepção da radiação solar os resultados foram divididos em diferentes densidades e espécies de plantas daninhas para avaliar se houve diferença significativa (Tabela 6). Para a espécie *Bidens pilosa* as diferenças ocorreram entre as características MFT, AF e MSR de *Lippia alba*. Os valores médios de MFT para as respectivas densidades de 00, 05, 10, e 15 plantas daninhas por vaso foram de 114,27; 139,85; 87,50 e 68,65 g. A diferença foi entre as densidades de 05 e 15 plantas daninhas. A densidade 15 obteve o menor valor de MFT de *Lippia alba*. Para a variável AF as médias para as densidades de 00, 05, 10 e 15 foram respectivamente de 2724,30; 2405,80; 1615,17 e 1222,65 g. Como na variável anterior o menor resultado da AF de *Lippia alba* foi para a densidade de 15 plantas daninhas por vaso, e para MSR de *Lippia alba* as densidades de 00, 05, 10e 15 apresentaram a seguintes médias: 7,62; 10,40; 6,87e 5,00g. Observando que como nas demais variáveis anteriores apresentadas, a densidade de 15 plantas daninhas por vaso interferiu na MSR de *Lippia alba*, obtendo os menores valores (Tabela 6).

Para a espécie *Panicum maximum* no sombrite de 47% de intercepção de radiação solar e para as diferentes densidades, as características analisadas que apresentaram diferenças entre si foram NR, MFT, MSR. Os valores médios para NR de *Lippia alba* para as densidades 00, 05, 10, e 15 de plantas daninhas foram de 6,75; 4,00; 8,50e 7,00, sendo que a menor média foi na densidade de 05 plantas daninhas. Na MFT de *Lippia alba* as médias para as densidades de 00, 05, 10 e 15 plantas daninhas foram de 77,5, 67,97; 135,85 e 94,45 g, sendo as densidades que diferiam entre si foram as densidades de 05 e 10 plantas daninhas por vaso. A MSR de *Lippia*

alba obteve as seguintes médias para as respectivas densidades de 00,05, 10,15 plantas daninhas por vaso foram de 6,67; 4,82;9,15 e 5,02 g. A densidade que diferiu das demais foi a 05 plantas por vaso, apresentando a menor média(Tabela 6).

Para o sombreamento de 82,5% de interceptação de radiação solar, as variáveis que obtiveram efeito significativo para a densidade de plantas daninhas foram ALT, NR, MFT, AF e MSF ao nível de 1% e 5% de probabilidade e para a espécie de planta daninha, apenas MSR obteve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 5).

Como houve efeito significativo para as densidade de plantas daninhas para as características de *Lippia alba*, os resultados são demonstrados em gráficos para a análise de regressão. Como nos sombrites anteriores, somente as características que obtiveram o r^2 significativo foi feita análise de regressão no caso a ALT, MFT e AF. As demais características, não foi encontrado modelo adequado (Figura 9A). O sombrite de 82,5% de interceptação de radiação solar foi o único sombrite que obteve resposta para a ALT de *Lippia alba* para as densidades de plantas daninhas, o resultado da ALT evidencia uma queda, à medida que aumenta a densidade de plantas daninhas, quando a densidade de plantas daninhas está em zero tem um valor aproximado de 210cm de altura e quando a densidade aumenta para 05 e 10 plantas daninhas esse valor diminui chegando em um valor aproximado 160cm. Quando a densidade chega a 15 plantas daninhas o valor cai para aproximadamente 150 cm. Os resultados evidenciam que as características biométricas de *L. alba* descessem à medida que aumenta a densidade de plantas daninhas. Isso é devido à competição que há entre a planta medicinal e a planta daninha (Figura 9A).

O mesmo ocorre com a MFT de *Lippia alba*, quando a planta medicinal está em zero de competição de plantas daninhas, o valor chegar a aproximadamente 200(g) de MFT, e à medida que se acrescenta as densidades de plantas daninhas a MFT de *Lippia* tende a cair, chegando num valor aproximado de 100g quando a densidade é de 10 e 15 plantas daninhas (Figura 9B). A AF, em competição com plantas, apresentou um dos menores resultados em comparação com os demais sombrites. Quando não há competição de plantas daninhas tem-se uma AF de *Lippia alba* de 2000 cm e quando as densidades de plantas daninhas são colocadas a uma queda brusca, na densidade de 10 plantas daninhas tem-se um resultado aproximado de 900 cm de AF de *Lippia alba*(Figura 9C).

No sombrite de 82,5% de interceptação de radiação solar, apenas MSR apresentou efeitos significativos para as espécies de plantas daninhas, sendo que a planta daninha que trouxe os menores resultados para MSR de *Lippia alba* foi *Bidens pilosa* L. O efeito com a competição de *Bidens pilosa* foi de uma MSR de *Lippia alba* de 15g, enquanto quando em competição com *Panicum maximum* os valores de MSR foram superiores a 20g, demonstrando que em local mais sombreado a *Bidens pilosa* tem maior interferência na MSR de *Lippia alba* (Figura 10).

As características de *Lippia alba* que obtiveram diferença para médias no sombrite de 82,5% de interceptação de radiação solar e para as densidades de plantas daninhas foram MFT, AF e MSF (Tabela 6). A MFT obteve as seguintes médias de 188,83; 121,35; 110,34 e 133,71 g para as respectivas densidades 00, 05, 10, e 15. A única média que diferiu das demais foi a densidade de 00 (zero) de plantas daninhas, proporcionando a maior média de MFT de *Lippia alba*. A AF de *Lippia alba* obteve os respectivos valores de médias para as densidades 00, 05, 10 e 15 de plantas daninhas por vaso, os valores foram de 1797,01; 1059,49; 1214,27 e 850,66 (cm) a densidade que apresentou a maior média foi para a densidade 00 (zero) e a menor média foi para densidade de 15 plantas daninhas por vaso. Para MSF os valores médios para as densidades de 00, 05, 10 e 15 plantas daninhas por vaso foram de 16,07; 9,25; 7,06 e 8,71g. A densidade que obteve maior média foi a densidade 00 (zero). As médias no sombreamento de 82,5% demonstraram que *Lippia alba* obteve melhores resultados quando a competição foi zero, apresentando as maiores médias (Tabela 6).

Tabela 5 – Análise de variância das variáveis: Altura (ALT) (cm), diâmetro do caule do ramo principal (DIC)(mm), número de folhas do ramo principal (NF), número de ramificações (NR), índice de clorofila das folhas (SPAD), massa fresca total (MFT)(g), área foliar (AF)(cm), massa seca de raiz (MSR)(g), massa seca das folhas (MSF)(g) e teor de óleo essencial (TO)(g) de *Lippia alba* em sistema competitivo com diferentes densidades de plantas daninhas, *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq. em sombrites de 47% e 82,5% de interceptação de radiação solar. Campos dos Goytacazes, RJ. 2017. Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM), sombrite (SOM).

		FV	GL	QM VARIÁVEIS								
			ALT	DIC	NF	NR	SPAD	MFT	AF	MSR	MSF	TO
SOM	Espécie	1	2538,28 ^{ns}	3,850 ^{ns}	0,0528 ^{ns}	2,475 ^{ns}	8,201 ^{ns}	593,401 ^{ns}	4248,11 ^{ns}	8,925 ^{ns}	14,580 ^{ns}	0,0253 ^{ns}
	Densidade	3	127,531 ^{ns}	1,490 ^{ns}	47,624 ^{ns}	1,224 ^{ns}	35,800 ^{ns}	1324,39 ^{ns}	591390,67 ^{ns}	14,298 ^{ns}	5,496 ^{ns}	0,0061 ^{ns}
	Interação	3	154,53 ^{ns}	6,168 ^{ns}	28,236 ^{ns}	21,519**	3,098 ^{ns}	6147,60**	2098770,70**	21,798**	43,072**	0,0545*
47%	Esp./Dens.00	1				0,361 ^{ns}		2697,45 ^{ns}	2164968,36**	1,805 ^{ns}	43,245*	0,0612 ^{ns}
	Esp./Dens.05	1				56,711**		10332,03**	1155428,01 ^{ns}	62,161**	63,281**	0,0612 ^{ns}
	Esp./Dens.10	1				9,461 ^{ns}		4675,44*	191428,80*	10,351 ^{ns}	36,551*	0,0050 ^{ns}
	Esp./Dens.15	1				0,500 ^{ns}		1331,28 ^{ns}	1065435,03 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,720 ^{ns}	0,0612 ^{ns}
	Dens./Bidens	3				8,680 ^{ns}		3872,64**	1921853,64**	20,085 ^{ns}	33,522*	0,0223 ^{ns}
	Dens./Panicum	3				14,062*		3599,36**	768307,72 ^{ns}	16,011 ^{ns}	15,047 ^{ns}	0,0383 ^{ns}
	Resíduo	24	657,197	3,243	17,924	4,198	25,416	747,185	274829,88	6,734	8,030	0,0176

		FV	GL	QM VARIÁVEIS								
			ALT	DIC	NF	NR	SPAD	MFT	AF	MSR	MSF	TO
SOM	Espécie	1	1431,12 ^{ns}	0,5253 ^{ns}	6,125 ^{ns}	3,125 ^{ns}	44,180 ^{ns}	826,21 ^{ns}	67969,84 ^{ns}	464,363*	0,633 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
	Densidade	3	3924,25**	0,8053 ^{ns}	122,042 ^{ns}	5,250**	62,061 ^{ns}	9715,50**	1319245,64**	116,571 ^{ns}	126,926**	0,2436 ^{ns}
	Interação	3	202,37 ^{ns}	0,8228 ^{ns}	19,542 ^{ns}	0,875 ^{ns}	26,197 ^{ns}	597,14 ^{ns}	265519,50 ^{ns}	118,286 ^{ns}	3,914 ^{ns}	0,3111 ^{ns}
	Resíduo	24	804,85	4,1488	51,875	1,021	25,895	515,42	228419,53	62,609	10,678	0,1259

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} = Não significativo.

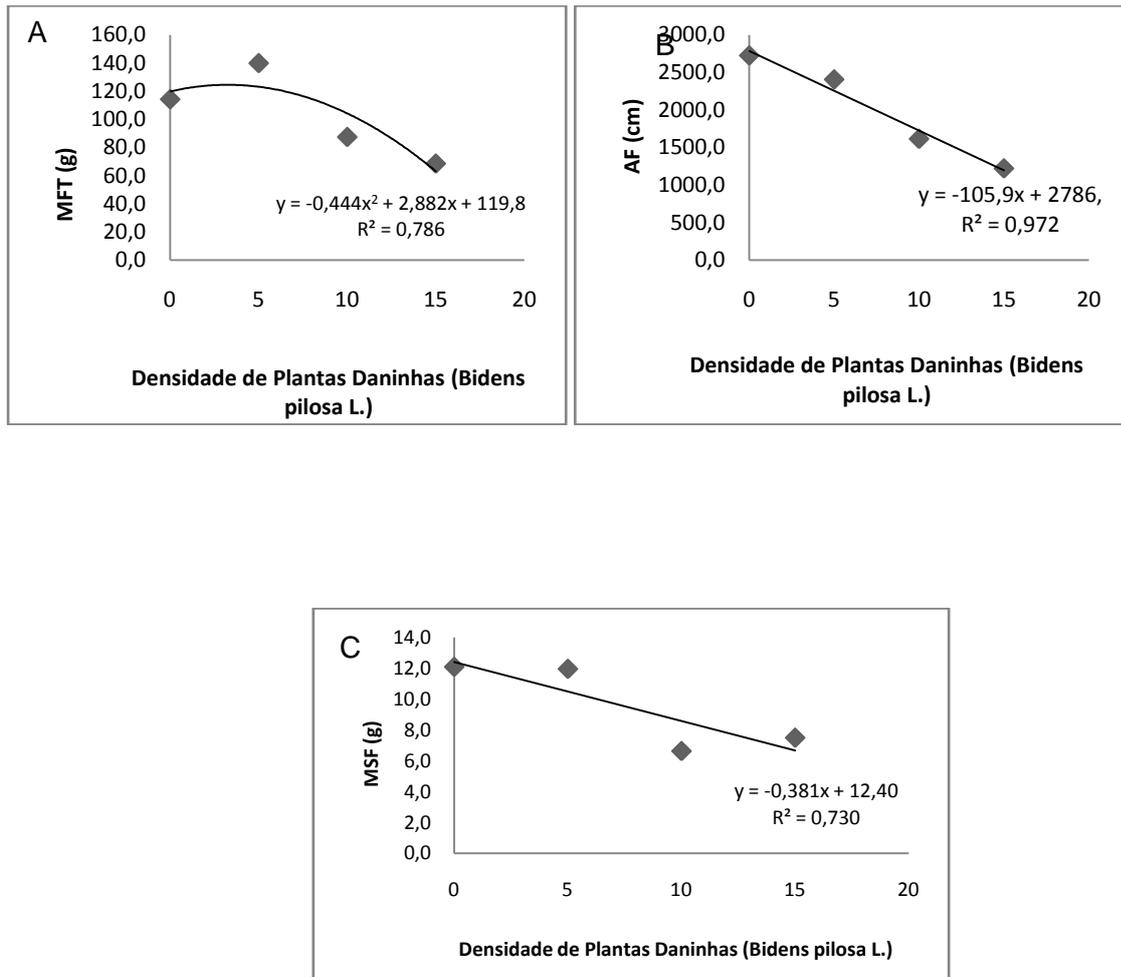
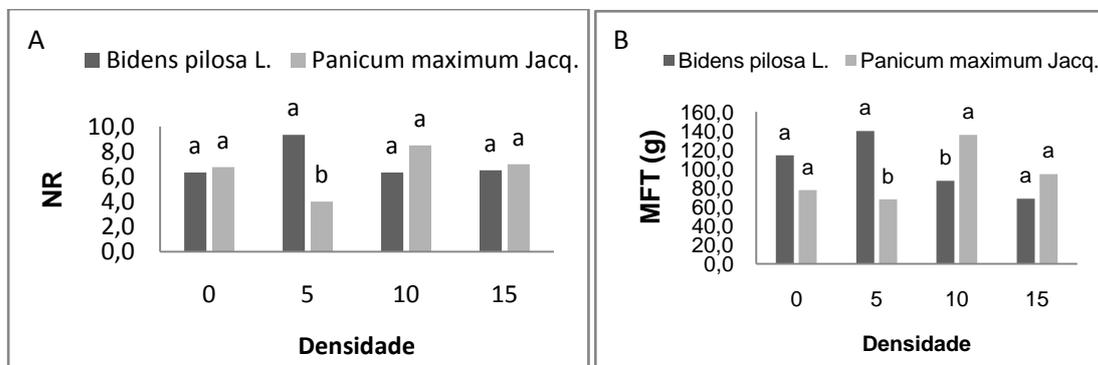


Figura 7. Análise de regressão para as variáveis massa fresca total (MFT) (g) (A); área foliar (AF) (cm) (B) e massa seca de folhas (MSF) (g) (C) de *Lippia alba* em sombrite de 47% de interceptação de radiação solar em diferentes densidades de plantas daninhas.



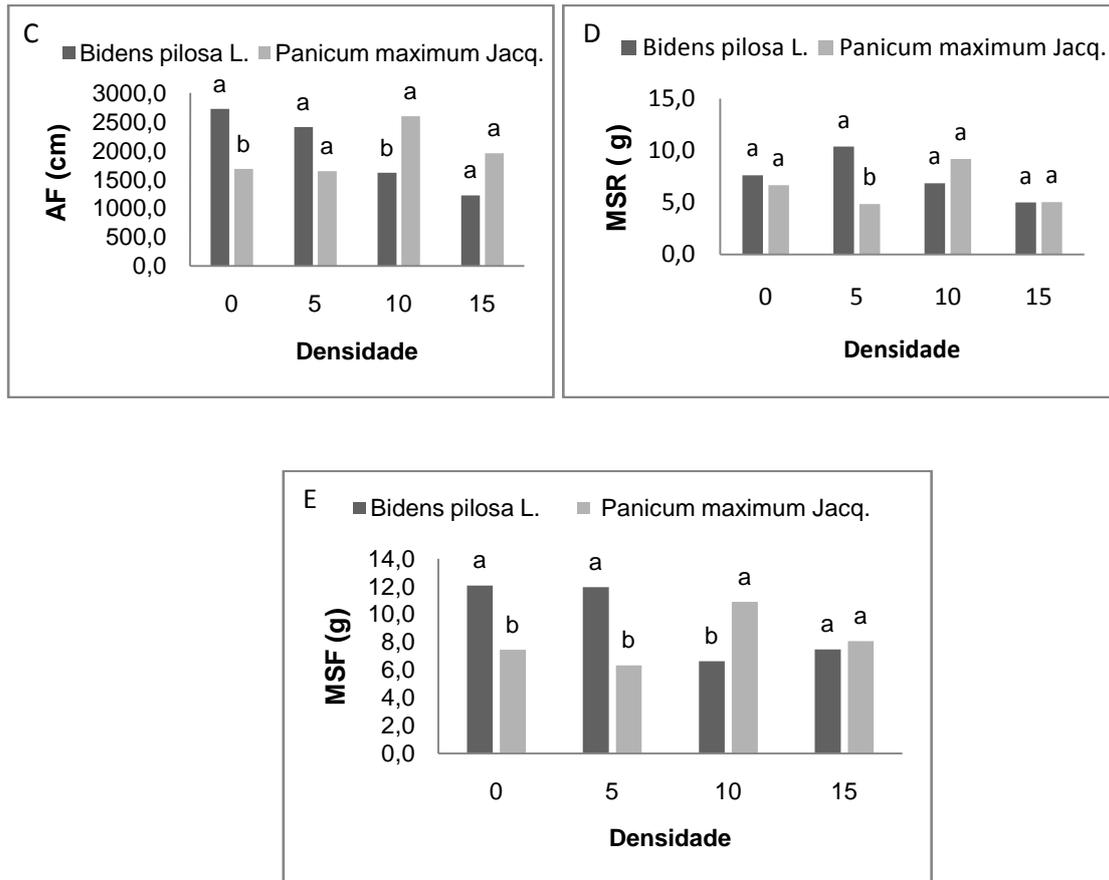
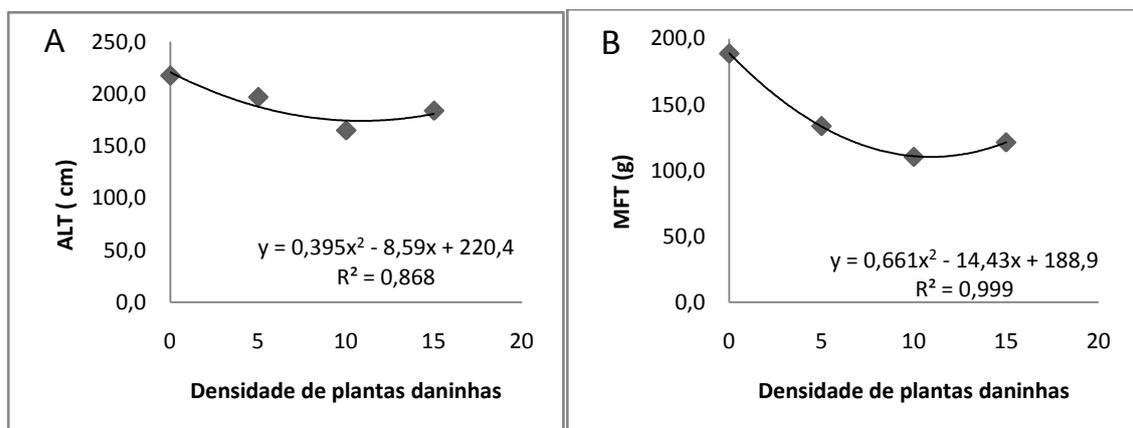


Figura 8. Dados do número de ramificações (NR) (A); massa fresca total (MFT) (g) (B); área foliar (AF) cm(C); massa seca de raízes (MSR) (g) (D) e massa seca de folhas (MSF) (g) (E) de *Lippia alba* em sistema competitivo com duas espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq. com diferentes densidades em sombreamento de 47% de interceptação de radiação solar.



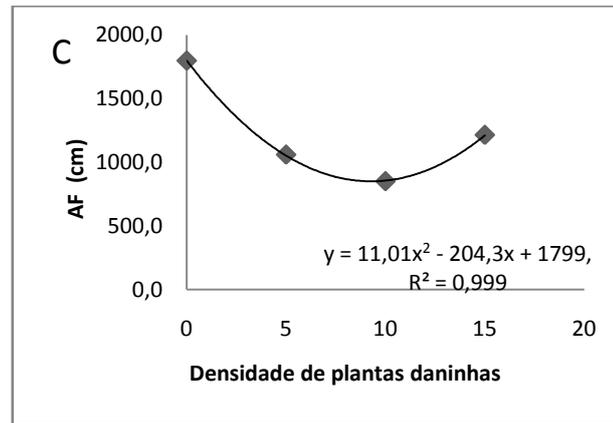


Figura 9. Análise de regressão para as variáveis altura (ALT) (cm) (A); massa fresca total (MFT) (g) (B); área foliar (AF) (cm) (C) de *Lippia alba*, em sombrite de 82,5% de interceptação de radiação solar em diferentes densidades de plantas daninhas.

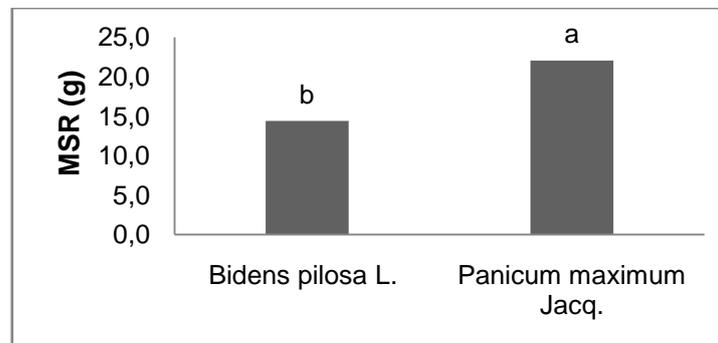


Figura 10. Dados da massa seca de raízes (MSR) (g) de *Lippia alba* em sistema competitivo com duas espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq. com diferentes densidades, em sombreamento de 82,5% de interceptação de radiação solar.

Tabela6 - Valores médios das variáveis: Altura (ALT) (cm), diâmetro do caule do ramo principal (DIC) (mm), número de folhas do ramo principal (NF), número de ramificações (NR), índice de clorofila das folhas (SPAD), massa fresca total (MST) (g), área foliar(AF) (cm), massa seca raiz (MTR) (g), massa seca folhas (MSF) (g) e teor de óleo essencial (TO) (g) de *Lippia alba* em sistema competitivo com diferentes densidades de plantas daninhas (DENS.)0, 05, 10, 15 plantas por vaso de *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq. em sombrites (SOM) de 47% e 82,5% de intercepção de radiação solar. Campos dos Goytacazes, RJ. 2017.

		VARIAVEIS									
	DENS./ ESP.	ALT	DIC	NF	NR	SPAD	MFT	AF	MSR	MSF	TO
SOM 47 %	0/ <i>Bidens</i>	128.5 Aa	7.67 Aa	19.50 Aa	6.3250 Aa	32.37 Aa	114.27 ABa	2724.30 Aa	7.6250 ABa	12.10 Aa	0.17 Aa
	5/ <i>Bidens</i>	119.25Aa	7.30 Aa	19.00 Aa	9.3250 Aa	30.17 Aa	139.85 Aa	2405.80 ABa	10.40 Aa	11.97 Aa	0.05 Aa
	10/ <i>Bidens</i>	132.0 Aa	6.42 Aa	19.67 Aa	6.3250 Aa	31.77 Aa	87.50 ABb	1615.17 BCb	6.87 ABa	6.62 Aa	0.05 Aa
	15/ <i>Bidens</i>	118.0 Aa	9.47 Aa	18.25 Aa	6.5000 Aa	35.85 Aa	68.65 Ba	1222.65 Ca	5.00 Ba	7.50 Aa	0.00 Aa
	0/ <i>Panicum</i>	148.25Aa	8.80 Aa	24.2500 Aa	6.75 ABa	31.00 Aa	77.55 Ba	1683.87 Ab	6.67 Aa	7.45 Ab	0.00 Aa
	5/ <i>Panicum</i>	139.75Aa	8.42 Aa	17.0000ABa	4.00 Bb	29.00 Aa	67.97 Bb	1645.72 Aa	4.82 Ab	6.35 Ab	0.22 Aa
	10/ <i>Panicum</i>	137.25Aa	8.75 Aa	21.0000ABa	8.50 Aa	32.50 Aa	135.85 Aa	2593.62 Aa	9.15 Aa	10.90 Aa	0.10 Aa
	15/ <i>Panicum</i>	143.75Aa	7.67 Aa	14.5000 Ba	7.00 ABa	33.62 Aa	94.45 ABa	1952.52 Aa	5.02 Aa	8.10 Aa	0.17 Aa
		VARIAVEIS									
	Dens.	ALT	DIC	NF	NR	SPAD	MFT	AF	MSR	MSF	TO
SOM 82,5%	0	217.38a	10.57a	24.38 a	3.5 a	32.84 a	188.83 a	1797.01 a	16.45 a	16.07a	0.7 a
	5	196.75 a	10.03 a	18.5 a	2.88 a	32.63 a	121.35 b	1059.49ab	21.44 a	9.25 b	0.62 a
	10	183.63 a	10.05 a	20.38 a	4.25 a	28.35 a	110.34 b	1214.27 ab	21.33 a	7.06 b	0.35 a
	15	164.75 a	9.81 a	15.0 a	2.38 a	27.54 a	133.71 b	850.66 b	13.71 a	8.71 b	0.39 a

Medias seguida por uma mesma letra maiúscula e minúscula não diferem estatisticamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tuckey.

Alvarenga et al. (2003) obtiveram resultados de trabalhos com 65% de sombreamento, apresentado menor desenvolvimento para as características massa seca, fresca e teor de óleo essencial, oposto foi observado em cultivo de cróton (*Croton urucurana*). Segundo os autores, a maior produção de massa seca foi observada no tratamento com 30% de luminosidade. Os resultados observados nesse trabalho mostram que plantas de *Lippia alba* têm a produção de massa influenciada pela radiação. O tratamento 82,5% de sombreamento apresentou as menores médias e nem todas as variáveis estudadas obtiveram interação entre a espécie de planta daninhas e as diferentes densidades.

Andriolo (2000) observando o cultivo em estufa, verificou que as plantas são protegidas de condições adversas do clima e solo, evapotranspiração, radiação solar, efeito direto das chuvas, lixiviação de nutrientes, entre outros, permitindo aumento da lâmina foliar como resposta a proteção, portanto, o cultivo protegido fornece condições favoráveis de luz, temperatura e umidade, para ganho em produtividade.

Para Martins et al. (2000) em práticas empíricas de cultivo, observaram que a espécie apresenta bom desenvolvimento em meia sombra, em cultivo experimental de *Jacaranda puberula*, fizeram a mesma observação, onde o melhor desempenho e sobrevivência das mudas foram em ambientes sombreados, similar ao submetido a espécie em ambiente natural devido a ocorrência de clareira em estágios sucessionais.

Silva e Marengo (2001), em experimento como capim-macho (*Ischaemum rugosum*), verificaram maior produção de massa seca ao menor nível de sombreamento (10%). Dousseau et al. (2007) não observaram diferença estatística para massa seca no cultivo de *Tapirira guianensis* submetida aos níveis 0, 30, 50 e 70% de sombreamento.

Pinto et al. (2007) encontraram resultados similares para alfazema-do-brasil (*Aloysia gratissima*) sob duas condições de cultivo (pleno sol e 40% de sombreamento). Em guaco (*Mikania glomerata*) (Castro et al. 2005) observaram maior produção de massa seca em cultivos sob sombreamento de 50%. Para esses autores a resposta sobre o crescimento das plantas demonstra que as espécies respondem de maneira distinta ao sombreamento. O aumento da massa seca é devido à variação das divisões celulares e o padrão de expansão celular. Contudo, a deficiência de radiação no cultivo a 75% de sombreamento proporciona alongamento celular e estiolamento, sem alterar as massas fresca e seca (Alvarenga et al., 2003; Pinto et al., 2007).

Segundo Ventrella & Ming (2000), o aumento da radiação luminosa incrementa a taxa fotossintética, aumentando a produção de carboidrato e o teor de massa seca. Maior área foliar proporciona interceptação da energia solar disponível no sistema e, portanto, maior capacidade fotossintética nas plantas. Walters et al. (1993) afirmam que plantas sombreadas distribuem menos matéria seca para raízes, indicando uma resposta adaptativa que proporciona maiores ganhos de carbono, como um aumento na razão de área foliar, ou que reflita numa estratégia em busca de luminosidade.

Martins et al., (2008) trabalhando com alfavaca (*Ocimum gratissimum*) cultivada sob diferentes malhas coloridas, observaram que a quantidade de biomassa total foi maior nas plantas a pleno sol. Em *Cymbopogon nardus* o comportamento também foi semelhante, havendo redução significativa da massa seca quando cultivadas sob sombreamento (Perini et al. 2011). Em *Artemisia vulgaris* a maior quantidade de biomassa seca total foi observada nas plantas cultivadas a pleno sol e sob tela azul, evidenciando que a produção de biomassa nessas plantas foi influenciada tanto pela intensidade quanto pela qualidade espectral da luz solar. De acordo com o aumento da radiação luminosa incrementa a taxa de fotossintética, aumentando a produção de carboidratos e teor de massa seca Ventrela e Ming (2000).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A erva-cidreira encontra-se numa posição de destaque no rol das plantas medicinais devido à sua importância fitoterapêutica, esta espécie é utilizada para controlar crises nervosas, taquicardia, melancolia, histerismo e ansiedade. Algumas plantas apresentam melhor crescimento e aumento de produção quando são submetidas às condições de luminosidade modificada. A luz é considerada o fator controlador dos processos vitais das plantas, que por sua vez, são afetadas pela sua intensidade, duração e qualidade. Quando se trabalha com plantas medicinais um dos objetivos é alcançar altos rendimentos de material vegetal e elevados conteúdos de princípios ativos, estes, por sua vez, têm alta capacidade de interagir com os estímulos externos proporcionados pelo ambiente de cultivo, e a luz é primordial para o crescimento vegetal, pois fornece energia para a fotossíntese. Com base no exposto objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento e produção de óleos essenciais de *Lippia alba* em resposta a diferentes intensidades luminosas e competição de plantas daninhas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. O delineamento foi casualizado, em esquema fatorial (4x2) e 4 experimentos independentes, 4 intensidades luminosas de radiação solar 47%, 58,5%, 73,5% e 82,5%, 2 espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L. e *Panicum maximum* Jacq., 4 densidades de plantas daninhas (00, 05, 10, 15) por vaso com 4 repetições, totalizando 128 plantas. As características avaliadas foram altura do ramo principal

(ALT), diâmetro do caule (DIC), número de folhas (NF), número de ramificações (NR), matéria fresca total (MFT), matéria seca de folhas (MSF), matéria seca de raiz (MSR), índice SPAD, área foliar (AF) e teor do óleo essencial (TO). Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão com o auxílio do Programa Genes. As características de *L. alba* avaliadas que apresentam efeito significativo para o sombrite de 58,5% de intensidade luminosa e para as densidades de plantas daninhas foi (DIC), (NF), (NR), (AF) e (MSF). Os resultados demonstraram que à medida que aumentava a densidade de plantas daninhas, houve queda nos valores. No sombreamento de 73,5% os resultados demonstram que houve competição entre *L. alba* e *Bidens pilosa* L., sendo que a planta daninha influenciou negativamente as análises de crescimento e o teor de óleo essencial de *L. alba*. No sombreamento de 47% apenas as características MFT, AF e MSF de *L. alba* apresentaram r^2 significativo para as densidades, e as demais características que sofreram interação não obtiveram modelo adequado para análise de regressão, para o sombrite de 47%. O sombrite de 82,5% de interceptação de radiação solar foi o único sombrite que obteve resposta para a (ALT) de *L. alba* para as densidades de plantas daninhas, houve uma diminuição na altura de *L. alba*, à medida que aumentava a densidade de plantas daninhas, os resultados evidenciaram que as características biométricas de *L. alba* descresem. Isso é devido à competição que há entre a planta medicinal e a planta daninha. Os resultados demonstraram que os sombreamentos de 47%, 58,5%, 73,5% e 82,5% de interceptação de radiação solar influenciam as características biométricas da espécie *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown.

No sombreamento de 47% o TO obteve efeito da interação, porém quando se analisou as significâncias pela decomposição da soma dos quadrados, não houve efeito significativo para as fontes de variações testadas.

No sombrite de 58,5% de intensidade luminosa as características de *Lippia alba* avaliadas que apresentam efeito significativo para as densidades de plantas daninhas, demonstrando que as características avaliadas de *Lippia alba* à medida que aumenta a densidade de plantas daninhas há uma queda em seus valores.

No sombreamento de 73,5% as variáveis, demonstraram que houve competição entre *Lippia alba* e *Bidens pilosa* L., sendo que a planta daninha influenciou negativamente as análises de crescimento e o teor de óleo essencial de *Lippia alba*. O TO de *Lippia alba* foi maior quando a espécie *Panicum maximum* Jacq. estava

presente, apresentando um valor de 0,3 g, enquanto quando na presença de *Bidens pilosa* L. tem a quantidade de 0,2 g óleo essencial de *Lippia alba*. Esses resultados demonstram que o sombreamento de 73,5% influencia na competição de *Bidens pilosa*, fazendo que a *Lippia alba* seja prejudicada em relação as características avaliadas.

O sombrite de 82,5% de interceptação de radiação solar foi o único sombrite que obteve resposta para a ALT de *Lippia alba* para as densidades de plantas daninhas. O resultado da ALT evidencia uma queda à medida que aumenta a densidade de plantas daninhas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adjanohoun, J.E.; Aboubakar, N.; Dramane, K.; Ebot, M.E.; Ekpere, J.A.; Enow-Orock, E.G.; Focho, D.; Gbile, Z.O.; Kamanyi, A.; Kamsu-Kom, J.; Keita, A.; Mbenkum, T.; Mbi, C.N.; Mbiele, A.L.; Mbome, L.L.; Mubiru, N.K.; Nancy, W.L.; Nkongmeneck, B.; Satabie, B.; Sofowora, A.; Tamze, V.; Wirmum, C.K. (1996). Traditional Medicine and Pharmacopoeia: Contribution to Ethnobotanical and Floristic Studies in Cameroon. Organisation of African Unity Scientific, Technical and Research Commission. Centre National de Production de Manuels Scolaires, Porto-Novo, pp. 77.

Agostinetto, D., Rigoli, R.P., Schaedler, C.E., Tironi, S.P., Santos, L.S. (2008) Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. *Planta Daninha*, Viçosa, 26 (2):271-278.

Aguildera, D.B. ; Almeida, J.L.; França, N.T (2004). Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Plantas Daninhas**, v.22, n.1, p.43-51,. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v22n1/20144.pdf>>. Acesso em: 15 fevereiro. 2017.

Alvarenga, A.A.; Calixto, M.J.; Vargas, G.T. (2003). Effects of different light levels on

the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. In: southeastern Brazil, **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.53-7.

Andriolo, J.L. (2000). Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.18, s.n., p.26-33.

Aschwaden, C. (2001) Herbs for health, but how safe are they. *Bulletin of the World Health Organ*, Colorado, 79(7):691-692.

Barducci, R.S.; Costa, C.; Crusciol, C.A.C.; Borghi, E.; Putarov, T.C.; Sarti, L.M.N. (2009). Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, p.211-222.

Benincasa, M. M. P.(2004). **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 42p.

Bleasdale, J.K.A. (1960) Studies on plant competition. In: Harper, J.L. (eds.). *The biology of weeds*. Oxford: Backwell Scientific Publication, p.133-142.

Bonfim-Silva, E.; Da Silva, T. J. A.; Cabral, C. E. A.; Kroth, B. E.; Rezende, D. (2011) Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. *Revista Caatinga*, 24(2): 180-186.

Brant, R. Da S.; Pinto, J. E. B. P.; Rosa, L. F.; Albuquerque, C.J.B.; Feri, P. H.; Corrêa, R. M. (2009) Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 1401-1407.

Campos, T., Filho, V.C. (1975) Principais culturas. 2. ed., Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, v.2, p.633-664.

Cardoso, M.G, Shan,A.Y.K.V, Souza,J.A. (2001) Fotoquímica e químicos de produtos naturais. Lavras:UFLA/ FAEPE.

- Carriconde, C., Mores, D., Von Fritschen, M., Júnior., E.L.C. (1996) Plantas medicinais e alimentícias. Olinda: Centro Nordestino de Medicina Popular; Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1: 45-47.
- Castrillo, M., Vizcaino, D., Moreno, E., Latorroca, Z. (2005) Specific leaf mass, fresh:dry weight ratio, sugar and protein contents in species of Lamiaceae from different light environments. *Revista de Biología Tropical*, San José, V.53, n.1/2, p.23-28, mar./jun.
- Castro, E.M. ; Zampilli, L.; Fonte, A.B (2005). Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) submetidas a diferentes fotoperíodos. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.846-50.
- Chagas, J. H., Pinto, J. E. B. P., Bertolucci, S. K.V., Costa, A. G., Jesus, H. C. R., Alves, P. B. (2013) Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. *Horticultura Brasileira*, v.31, n.2, p.297-303.
- Chang, X.; Alderson, P.G.; Wright, C.J. (2008). Solar irradiance level alters the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. **Environmental and Experimental Botany**, v.63, p.216-223.
- Corrêa, C. B. V. (1992a). Contribuição ao estudo de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt.; Wilson—erva—cidreira. **Rev. Bras. Farm.**, Rio de Janeiro, v. 73, n. 3, p. 57–64, jul./set..
- Correa, C.C., Alves, A.F. (2008) Plantas medicinais como alternativa de negócio: caracterização e importância. *XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*. Acre - Rio Branco.
- Costa, A. G. Chagas, J. H.; Pinto, J. E. B. P.; Bertolucci, S. K. V. (2012) Crescimento vegetativo de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 47, n. 4, p. 345-360.

Costa, A. G. Chagas, J. H.; Pinto, J. E. B. P.; Bertolucci, S. K. V. (2012).

Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 534-540.

Cruz, C.D. (2013) Programa Genes: Biometria. Editora UFV. Vicososa (MG). 382p.

Fernández-Quintanilla, C., Saavedra, M.S., Garcia Torres, L. (1991) Ecologia de las malas hierbas. In: Garcia Torres, L., Fernández-Quintanilla, C. *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Madrid: Mundi-Prensa, p.49-69.

Freitas, M.S.M., Martins, M.A., Curcino, I.J. (2004) Produção e qualidade de óleos essenciais de *Mentha arvensis* em resposta à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39(9):887-894.

Furlan, M.R.L. (2010) Variação dos teores de constituintes voláteis de *Cymbopogon citratus* (DC) Staf, Poaceae, coletados em diferentes regiões do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.20, n.5, p.686-691.

Gobbo-Neto, L.; Lopes, N.P. (2007) Plantas Medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v.30, n.2, p.374-81.

Gomes, E. C.; Abreu, H.J.; Frinhani, N. M. (1993). Constituintes do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae). **Rev. Bras. Farm.**, Rio de Janeiro, v. 74, n. 2, p. 29–32, abril/jun.

Gomes, E. C.; Miguel, O. G.; Moreira, E. A. (1990). Contribuição ao estudo anatômico da folha de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.–Verbenaceae. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, XI, 1990, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa, p. 3.15.

- Gomes, I. A. C. Castro, E. M.; Soares, A. M.; Alves, J. D.; Alvarenga, M. I. N.; Alves, E.; Barbosa, J. P. R. A. D.; Fries, D. D. (2009) Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. Oeiras sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 109- 115.
- Gupta, M. P. (1995) (Ed). **270 Plantas medicinales iberoamericanas**. 1. ed. CYTED. Santa Fé de Bogotá: Editorial Presencia,. p. 557–567.
- Hartwell, J.L. (1968) Plants used against cancer. A survey. *Lloydia*, v.31, p.71-170.
- Heitz, A., Carnat, A., Fraisse, D., Carnat, A.P., Lamaison, J.L. (2000) Leotelin 3'-glucoronide, the major flavonoid from *Melissa officinalis* subsp. *officinalis*. *Fitoterapia*, 71: 201-202.
- Jager, A.K.; Hutchings, A.; Van Staden, J. (1996) Screening of Zulu medicinal plants for prostaglandin-synthesis inhibitors *Journal of Ethnopharmacology*, v.52, n.2, p.95- 100.
- Joly, A.B. (1993) **Botânica – Introdução a Taxonomia Vegetal**, Companhia Editora Nacional, 11a Edição, São Paulo.
- Kissmann, K. G.; Groth, D. (1997) **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF,. Tomo I. 825 p.
- Kissmann, K. G.; Groth, D.(1992) **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF. Tomo III. 726 p.
- Kluger, P. A.; Oliveira, M.N.; Moreira. B.H.; Abreu, G.R (1997). Neuropharmacological evaluation of crude and semipurified extracts from *Lippia alba* WILL. N. E. Br. (Verbenaceae). In: International Joint Symposium–Iocd/Cyted, 1997, Panamá. Chemistry, biological and pharmacological properties of medicinal plants from the Americas. Panamá.

Köeppen, W. (1948) *Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra* Publications. *New Jersey: Climatology. Laboratory of Climatology*: 104.

Lancher, W. (2004) *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima , Artes e textos, 531p.

LI, Y.L.; Alburquerque, M.J; Araujo, T.L. (1996) Effect of light level on essential oil production of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). **Acta Horticulturae**, v.426, p.419-27.

Lorenzi, H., Matos, F.J.A. (2012) *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 7.ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, São Paulo, 544 p.

Lourenzani, A.E.B.S., Lourenzani, W.L., Batalha, M.O. (2004) Barreiras e oportunidades na comercialização de plantas medicinais provenientes da agricultura familiar. *Informações Econômicas*, 34(3):15-25.

Machado, B. F. M. T.; Junior, A. F. (2011) Óleos essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais. *Cadernos Acadêmicos*, 3(2): 105-127.

Maciel M.A.M., Pinto, A.C., Veiga Junior, V.F. (2002) Plantas Medicinais: A necessidade de estudos multidisciplinares. *Química nova*, São Paulo, 25(3):429-438.

Martinazzo, A.P., Melo, E.C., Demuner, A.J., Berbert, P.A. (2013) Avaliação do óleo essencial de folhas de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf após o processo de secagem. *Boletim Latino Americano e del Caribe de Plantas Medicinales e Aromáticas*, 12(5):523-536.

Martins, E.R; Alvarenga, A. A.; Castro, E. M.; Pinto, J. E. B. P.; Silva, A. P. O. (2008) *Plantas medicinais*. 3.ed. Viçosa: UFV, p.136-7.

Martins, J. R. Alvarenga, A. A.; Castro, E. M.; Pinto, J. E. B. P.; Silva, A. P. O.

(2000) Avaliação do crescimento e teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum grantissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 102-10.

Martins, M.B.G., Pastori, A.P. (2004) Anatomia foliar com ênfase nos tricomas secretores e análise cromatográfica de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.6, n.2, p.77- 82.

Mathe A. (2014) *Medicinal and aromatic plants*. In: Soils, plant growth and crop production. v.2. Enciclopedia of Life Support Systems. Hungria. Disponível em: <<http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C10/E1-05A-26.pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro 2017.

Ming, L. C.; Motta, M.R.; Almeida, J.T.; Gomes, R.T. (1992). Constituintes do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.– Verbenaceae. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, XII, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1992b. 296 p. p. 111.

Morais, L.A.S. (2007) Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v.27, s.n., p.4050-4063.

Morton, C. (1981) **.Atlas of medicinal plants of middle america**. Mincis. USA. Vol 1. 833p.

Oliveira Jr., R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. (2011) *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 348p.

Oliveira, M. I. Castro, E. M.; Costa, L. C. B.; Oliveira, C. (2006) Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia ulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 56-62.

Organização Mundial De Saúde (OMS), (2014) Traditional medicine strategy 2010-

2014. Genebra, 6 p.

- Panique, E., Kelling, K.A., Schulte, E.E., Hero, D.E., Stevenson, W.R., James, R.V. (1997) Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. *American Potato Journal*, v.74, p.379-398.
- Patterson, D. T. (1980) Light and temperature adaptation. In: Hesketh, J. D.; Jones, J. W. (Eds.). **Predicting photosynthesis for ecosystems models**. Boca Raton: CRC. p. 205-235.
- Peres, L.E.P. (2004) Metabolismo secundário. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p.1-26. Disponível em:<http://docentes.esalq.usp.br/lazaropp/FisioVegGradBio/MetSec.pdf>. Acesso em: 26 de fevereiro 2016.
- Perini, V. B. M.; Castro, H. G.; Cardoso, D. P.; Lima, S. O.; Aguiar, R. W. S.; Momenté, V. G. (2011). Efeito da adubação e da luz na produção de biomassa do capim citronela. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 924-931.
- Pinto, J.E.B.P.; Cardoso, J.C.W.; Castro, E.M.; Bertolucci, S.K.; Melo, L.A.; Douseau, S. (2007) Aspectos morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema do Brasil em função de níveis de sombreamento. *Horticultura Brasileira*, 25: 210-214.
- Radosevich, S. R.; Holt, J. S. (1996) **Weed ecology**: Implications for vegetation management. New York: John Wiley & Sons, 263 p.
- Reis, M.S., Mariot, A. (2009) Diversidade Natural e aspectos agronômicos de plantas medicinais. In: Simões, C. M. O. *Farmacognosia da planta ao medicamento*. 2a ed. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/Ed. Da UFSC, p. 39-60.
- Sanguinetti, E. E. (1989). *Plantas que curam*/ por Emmanuel Sanguinetti – Porto

Alegre. Rigel.. 208p

- Severino, F. J.; Carvalho, S. J. P.; Christoffoleti, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. I - implicações sobre a cultura do milho (*Zea mays*). *Planta Daninha*, v. 23, n. 4, p. 589-596, 2005.
- Severino, F. J.; Carvalho, S. J. P.; Christoffoleti, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio: II - implicações sobre as espécies forrageiras. *Planta Daninha*, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2006a.
- Silva, A. M. A. (1969). Levantamento florístico das plantas daninhas em um parque público de Campina Grande, Paraíba, Brasil. **R. Biot.**, v. 21, n. 4, p. 7-14, 2008.
- Silva, F. (2006). Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, s.n., p.323-328.
- Silva, M.R.M.; Marengo, R.A. (2001). Teor de nitrogênio em *Ischaemum rugosum* sob três níveis de sombreamento. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.33-7, ISSN 0100-8358.
- Silva, A.A., Ferreira, F.A., Ferreira, L.R., Santos, J.B. (2009) Biologia de plantas daninhas. In: Silva, A.A., Silva, J.F. (eds.) Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa: Ed. UFV, p.17-61.
- Silva, M.R.M., Durigan, J.C. (2006) Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I – Cultivar IAC 202. *Planta Daninha*, 24(4):685-694.
- Singh, N., Luthra, R., Sangwan, R.S. (1989) Effect of leaf position and age on the essential oil quantity and quality in lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*).

Planta Medica, 55: 254-256.

Sorensen, J. M. (2000) *Melissa officinalis* – essential oil – authenticity, production and pharmacological activity – areview. *The International Journal of Aromatherapy*, Amesterdam, v. 10, n. 1-2, p. 7-15.

Souza, G. S.; Silva, J. S.; Santos, A. R.; Gomes, D. G.; Oliveira, U. C. (2001) Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em alfavaca cultivada sob malhas coloridas e adubação fosfatada. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p.296-306.

Souza, G.C. De; Santos, M.V.F. Das; Lira, M.A.; Melo A.C.L. De; Ferreira R.L.C (2006). Medidas produtivas de cultivares de *Panicum maximum* jacq. submetido à adubação nitrogenada. **Revista Caatinga, Mossoró**, v.19, n.4, p.339-344.

Taiz, L., Zeiger, E. (2004) *Fisiologia Vegetal*. 3ª ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 719 p.

Tingey DT, M Manning, LC Grothaus, WF Burns (1980) Influence of light and temperature on monoterpene emission rates from slash pine. *Plant Physiol.* 65: 797-801.

Trease, G. E.; Evans, W. C (1983). **Pharmacognosy**. 12 ed. London: Baillière Tindall.

Ventrella, M. C.; Ming, L. C. (2000). Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva-cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 18, p. 972-974.

Voll, E.; Gazziero, D.L.P.; Karam, D. (1997) Dinâmica de populações de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC.) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.32, n.9, p.897-904.

Walters, M. B.; Bernades, L., Frouxo, A.J (1993) Growth, biomass distribution and CO₂ exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationships with successional status and shade tolerance. **Oecologia**, Berlin, v. 94, n. 1, p. 7-16.

Whatley, F.H., Whatley, F.R. (1982) A Luz e a vida das plantas. São Paulo: EPU-EDUSP, 101 p.

Zuanazzi, J.A.S., Mayorga, P. (2010) Fitoprodutos e desenvolvimento econômico. *Química Nova*, 33(6):1421-1428.