

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *OCIMUM
GRATISSIMUM* EM RESPOSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO E DENSIDADES DE PLANTA DANINHA

PATRICIA APARECIDA DE CARVALHO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
FEVEREIRO - 2018

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *OCIMUM
GRATISSIMUM* EM RESPOSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO E DENSIDADES DE PLANTA DANINHA

PATRICIA APARECIDA DE CARVALHO

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. Silvério de Paiva Freitas

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
FEVEREIRO - 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCH / UENF**

011/2018

C331 Carvalho, Patricia Aparecida de.

Crescimento e produção de óleo essencial de *Ocimum gratissimum* em resposta a diferentes níveis de sombreamento e densidades de planta daninha / Patricia Aparecida de Carvalho. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

66 f.: il.

Bibliografia: f. 43 - 54.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2018.

Orientador: Silvério de Paiva Freitas.

1. Alfavacão. 2. Sombreamento nas Plantas - Influências. 3. Competição de Crescimento com Planta Daninha. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 631.5

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE
Ocimum gratissimum EM RESPOSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO E DENSIDADES DE PLANTA DANINHA

PATRICIA APARECIDA DE CARVALHO

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 16 de fevereiro de 2018.

Comissão Examinadora



Prof. Eurico Huziwará (D.Sc., Produção Vegetal) – UNESA



Profª. Cláudia Lopes Prins (D.Sc., Produção vegetal) – UENF



Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF



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

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pelo privilégio de ter me permitido chegar até aqui e à minha família, que é meu porto seguro!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”
Marthin Luther King

AGRADECIMENTOS

Agradecer é reconhecer que sozinha não sou nada.

Agradeço primeiramente a Deus, pois somente Ele esteve ao meu lado em todos os momentos, jamais me deixando cair. Agradeço-o pelo dom da vida, pelo espírito de luta que, em momento algum permitiu a minha desistência, me iluminando ao longo desta caminhada, me proporcionando momentos maravilhosos e, acima de tudo, por me conceder sabedoria para cultivar o conhecimento.

Aos meus pais Sandra e João, que me concederam o direito à vida, pelo amor, pela educação e carinho que me foram dados, bem como pela compreensão, oportunidade e pela base sólida que me proporcionaram. A eles agradeço o esforço que realizaram durante mais essa etapa e por ter, muitas vezes, renunciado os seus sonhos para que pudesse realizar o meu. Sou eternamente grata a vocês e lamento pelos aniversários e datas especiais dos quais não pude comparecer. Sem dúvida vocês são a minha maior fonte de inspiração e fazem de mim uma pessoa melhor a cada dia. A vocês, meu eterno obrigada!

Aos meus irmãos Francislene e Marco Antônio que, de alguma forma, sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e auxiliando em todos os momentos que solicitei suas ajudas. A eles, agradeço pela imensa amizade, companheirismo e amor.

À minha vó Iraci, pelo carinho incondicional, apoio, orações e por preocupar-se verdadeiramente comigo como uma segunda mãe.

E a todos os meus familiares que contribuíram nos mais diversos aspectos para o sucesso desta caminhada.

Ao Marcos Vinicius, por estar sempre do meu lado. Agradeço pelo incentivo, companheirismo, por encher minha vida de alegria, paz e sonhos. Obrigada pelo amor, carinho e por suportar a distância ao longo dessa trajetória.

Aos meus velhos amigos Vanessa, Sebastião e Ana Cláudia, prova viva de que nenhuma distância separa uma grande amizade. Acredito que a distância serve para nos ensinar a valorizar ainda mais nossos amigos, que, mesmo distantes, sempre existirão dentro de nós, passe o tempo que passar. Afinal, uma amizade de verdade não é ser inseparável, é estar separado e nada mudar.

Meus sinceros e especiais agradecimentos ao Professor D.Sc. Silvério pela orientação na construção deste trabalho, pelo apoio, ensinamentos e palavras de esperança nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

Ao D.Sc. Herval por sua importantíssima colaboração neste trabalho. Obrigada por todo o suporte, disponibilidade de tempo e pela disposição em me auxiliar em todas as vezes que solicitei sua ajuda.

A toda a equipe do Laboratório (Rafaela, Marcela, Tamara e Maria Juliana), às minhas amigas da UENF (Deyse e Rosana) e à república “Mineiras” (Andressa e Juliana), que conviveram comigo durante este percurso, vivenciando as minhas alegrias, esforços, dificuldades e que se dispuseram a ajudar na instalação e condução do experimento. Obrigada, pelo companheirismo, conselhos e também pelos momentos de descontração.

Aos componentes da banca de defesa: D.Sc. Eurico, D.Sc. Cláudia e D.Sc. Geraldo Gravina, pela disponibilidade em participar e por todas as sugestões que enriqueceram ainda mais este trabalho.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em especial ao Laboratório de Fitotecnia, pela oportunidade de realização da Pós-graduação.

A todos, meu infinito agradecimento!

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Caracterização botânica de <i>Ocimum gratissimum</i>	4
2.2. Fatores que afetam o crescimento de plantas e a produção de compostos secundários	5
2.2.1. Influência do sombreamento no crescimento de plantas e na produção de óleo essencial	7
2.2.2. Influência da competição com planta daninha no crescimento de plantas e na produção de óleo essencial	9
2.2.2.1. <i>Cyperus rotundus</i> L.	10
2.3. Métodos de manejo de plantas daninhas	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Identificação do material	16
3.2. Variáveis climáticas	17
3.3. Parâmetros avaliados	18
3.4. Procedimento para extração do óleo essencial	19
3.5. Avaliações de rebrota	19
3.6. Procedimentos estatísticos	20

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Parâmetros biométricos e quantificação do óleo essencial	21
4.2. Análises de rebrota	33
5. RESUMO E CONCLUSÕES	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

RESUMO

CARVALHO, Patricia Aparecida de, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, fevereiro de 2018. Crescimento e produção de óleo essencial de *Ocimum gratissimum* em resposta a diferentes níveis de sombreamento e densidades de planta daninha. Orientador: Prof. Silvério de Paiva Freitas.

O alfavacão (*Ocimum gratissimum*), também conhecido como alfavaca ou alfavaca-cravo, caracteriza-se como um subarbusto aromático, originário da Ásia e África e subespontâneo em todo o território brasileiro. É amplamente utilizado na alimentação, produção de cosméticos e na medicina popular, além de ser uma importante fonte de óleos essenciais. No entanto, apesar de sua importância, ainda são precários estudos sobre a influência do sombreamento e da interferência com plantas daninhas para a espécie alfavacão. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento e densidade de planta daninha (*Cyperus rotundus* L.) no crescimento, produção de óleo essencial e rebrota de *Ocimum gratissimum*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no município de Campos dos Goytacazes - RJ. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 5x5, sendo 5 níveis de sombreamento (48%, 75%, 77%, 83% e 90%) e 5 densidades da planta daninha (0, 5, 10, 15 e 20 por vaso), com 4 repetições. As variáveis analisadas foram altura do ramo principal (ALT), diâmetro do caule (DIC), número de folhas

(NF), número de ramificações (NR), índice de clorofila das folhas (SPAD), área foliar (AF), massa seca da parte aérea da espécie medicinal (MSPAm), massa seca da parte aérea da espécie daninha (MSPAd) e teor de óleo essencial (TO). Além disso, também foram feitas análises de rebrota, sendo analisadas a altura do ramo principal (ALTr), massa seca da parte aérea da espécie medicinal (MSPAmr), massa seca do sistema radicular da espécie medicinal (MSRmr), massa seca da parte aérea da espécie daninha (MSPAdr) e massa seca do sistema radicular da espécie daninha (MSRdr). Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e, em caso de diferença significativa, foi aplicada a análise de regressão. Os resultados demonstram que houve interação entre o sombreamento e densidade para a variável MSPAm. As variáveis ALT, DIC, NF, NR, SPAD e MSPAd foram influenciadas pelos níveis de sombreamentos. Por outro lado, o TO não apresentou diferença para nenhum dos fatores em estudo. Em contrapartida, os resultados da avaliação de rebrota demonstraram que houve interação entre o sombreamento e densidade para as variáveis MSRmr, MSPAdr e MSRdr. As variáveis ALTr e MSPAmr foram influenciados pelos níveis de sombreamentos. Diante do exposto, pode-se concluir que as plantas de *O. gratissimum* apresentam respostas compatíveis de tolerância ao sombreamento sendo o limite de 70%. Todavia, para a rebrota, o menor sombreamento proporcionou maiores produções de massa seca de *O. gratissimum*, garantindo um melhor controle da espécie daninha (*Cyperus rotundus* L.).

ABSTRACT

CARVALHO, Patricia Aparecida de, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, february, 2018. Growth and production of *Ocimum gratissimum* essential oil in response to different levels of shading and weed densities. Advisor: Prof. Silvério de Paiva Freitas.

The alfavaca (*Ocimum gratissimum*), also known as alfavaca or alfavaca-clove, is characterized as an aromatic sub-bush, originating in Asia and Africa and subsponaneous throughout the Brazilian territory. It is widely used in food, cosmetics production and in folk medicine, in addition to be an important source of essential oils. However, despite their importance, studies on the influence of shading and interference with weeds for alfavacão are still precarious. The objective of this work was to evaluate the influence of different levels of shade and weed density (*Cyperus rotundus* L.) on growth, production of essential oil and regrowth of *Ocimum gratissimum*. The experiment was conducted in a greenhouse at the State University of Northern Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), located in the municipality of Campos dos Goytacazes - RJ. The experimental design was randomized blocks (DBC), in a 5x5 factorial scheme, with 5 levels of shading (48%, 75%, 77%, 83% and 90%) and 5 weed densities (0, 5, 10, 15 and 20 per pot), with 4 replicates. The analyzed variables were height of the main branch (ALT), stem diameter (DIC), number of leaves (NF), number of branches (NR), leaf chlorophyll index (SPAD), leaf area of the aerial part of the medicinal species (MSPAm), dry matter of the aerial

part of the weed species (MSPAd) and essential oil content (TO). In addition, analyzes of regrowth were also carried out, analyzing the height of the main branch (ALTr), dry mass of the aerial part of the medicinal species (MSPAmr), dry mass of the root system of the medicinal species (MSRmr) of the weed species (MSPAdr) and dry mass of the root system of the weed species (MSRdr). The experimental data were submitted to analysis of variance and, in case of significant difference, the regression analysis was applied. The results show that there was interaction between the shading and density for the variable MSPAm. The ALT, DIC, NF, NR, SPAD and MSPAd variables were influenced by the levels of shading. On the other hand, TO did not present difference for any of the factors under study. In contrast, the results of the regrowth evaluation showed that there was interaction between the shading and density for the variables MSRmr, MSPAdr and MSRdr. The ALTr and MSPAmr variables were influenced by the levels of shading. In view of the above, it can be concluded that the *O. gratissimum* plants present compatible tolerance responses to the shade being the limit of 70%. However, for regrowth, the lower shading provided higher yields of *O. gratissimum* dry matter, guaranteeing a better control of the weed species (*Cyperus rotundus* L.).

1. INTRODUÇÃO

Plantas medicinais são definidas como espécies vegetais, cultivadas ou não, utilizadas com propósitos terapêuticos, podendo estar no estado fresco ou seco (Brasil, 2006). Tais espécies e sua capacidade curativa vêm sendo utilizadas desde os primórdios da humanidade. Foram as primeiras civilizações que perceberam que as plantas podiam ser usadas como alimento, matéria prima para a construção de moradias, confecção de roupas e que, algumas delas, mostravam-se eficientes na cura de doenças (Badke et al., 2011).

Com o passar dos anos, observa-se um aumento da procura por espécies medicinais devido ao seu potencial terapêutico, de tal modo que aproximadamente 50% dos fármacos receitados no mundo são produzidos direta ou indiretamente a partir de plantas (Ferreira e Pinto, 2010). De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 80% da população mundial, principalmente dos países em desenvolvimento, utilizam ervas e produtos naturais no tratamento de diversas enfermidades (Firmo et al., 2011). Segundo Carvalho et al. (2015), o uso de espécies vegetais conecta saberes e tradições e mantém acesa a valorização da natureza, manifestada no caráter farmacobotânico de suas receitas, no registro empírico e individual das experiências.

Diante deste cenário, muitas espécies de plantas medicinais têm sido objeto de pesquisa envolvendo estudos químicos, alimentícios e farmacológicos, principalmente devido às suas propriedades antioxidante, hipoglicêmica e antimicrobiana, visando a obtenção de novos medicamentos (Kaurinovic et al., 2011).

Dentre estes estudos destaca-se a identificação das plantas que apresentam uso medicinal e da composição química dos óleos essenciais obtidos das mais diversas fontes vegetais, sendo considerado um importante produto natural, tanto em função de sua propriedade terapêutica quanto de sua importância econômica.

A flora brasileira é considerada a mais rica em biodiversidade do planeta, apresentando aproximadamente 20% das espécies vegetais existentes em todo o mundo (Brasil, 2017). Segundo Amorim et al. (2012), existem no Brasil mais de 56 mil espécies de plantas, das quais 10 mil podem ser consideradas medicinais e aromáticas.

Neste sentido, diversos estudos com plantas da família Lamiaceae têm sido feitos de forma a identificar seus efeitos biológicos, como antioxidante, antimicrobiano, hipoglicêmico, antidistúrbios digestivos, entre outros (Barros et al., 2010). Dentre as plantas desta família, destacam-se as pertencentes ao gênero *Ocimum*, o qual caracteriza-se por ser amplamente utilizado na alimentação, produção de cosméticos e na medicina popular, além de ser uma importante fonte de óleos essenciais.

A espécie *Ocimum gratissimum* também conhecida como alfavaca, alfavaca-cravo ou alfavacão, caracteriza-se como um subarbusto aromático, originário da Ásia e África e subespontâneo em todo o território brasileiro (Lorenzi e Matos, 2008). A planta apresenta inúmeros compostos, sendo o eugenol o constituinte majoritário do seu óleo essencial e o provável responsável pela sua atividade antimicrobiana (Oliveira et al., 2016).

Em geral, os óleos essenciais podem ser encontrados em todos os órgãos das plantas, seja na casca, nas flores, nas folhas, nos rizomas e nas sementes, constituindo, de uma maneira geral, uma mistura muito complexa de hidrocarbonetos, álcoois e aromáticos (Oliveira et al., 2015). Tem um papel importante na adaptação das plantas aos seus ambientes, constituindo uma forma de defesa contra herbivoria, contribuindo, por sua vez, com o aumento da probabilidade de sobrevivência (Fumagali et al., 2008). Além disso, algumas plantas produzem metabólitos secundários como mecanismo de competição, podendo inibir a germinação e/ou crescimento de outras espécies de plantas que competem por recursos naturais, tais como água, luz, espaço e nutrientes, fenômeno este conhecido como alelopatia (Rice, 1984).

Embora a composição química dos óleos essenciais seja determinada por fatores genéticos, outros fatores podem acarretar alterações significativas na

produção dos metabólitos secundários. Entre os fatores ambientais pode-se citar a luz, a temperatura, a disponibilidade de água, competição com plantas daninhas, entre outros (Morais, 2009).

Em termos médios, 30 a 40% de perda na produtividade mundial é atribuída à interferência das plantas espontâneas (Lorenzi, 1991), variando em função da espécie competidora, do grau de infestação, do período de convivência, bem como do estágio de desenvolvimento da cultura e das condições climáticas durante a convivência (Silva, 2002).

Desta forma, apesar do crescimento do mercado de fitoterápicos, ainda são precários estudos sobre a influência da luz e da interferência com plantas daninhas para grande parte das espécies consideradas medicinais. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de sombreamento associado a diferentes densidades de *Cyperus rotundus* L. sobre o crescimento, produção de óleo essencial e rebrota de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização botânica de *Ocimum gratissimum*

O gênero *Ocimum* pertence à família Lamiaceae e caracteriza-se por ser fonte de óleos essenciais de grande importância econômica (Pereira e Maia, 2007). Compreende aproximadamente 30 espécies de ervas e subarbustos anuais e perenes, distribuídos pelas regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África, Américas Central e do Sul (Paula et al., 2007). Várias espécies de *Ocimum* também são utilizadas como temperos de pratos especiais e aromatizantes de licores e de perfumes finos (Lorenzi e Matos, 2008).

Este gênero tem despertado a atenção de pesquisadores por apresentar espécies ricas em óleos essenciais, com mais de vinte componentes, tais como: eugenol, metil-eugenol, linalol, cineol e α -terpineol, entre outros (Lorenzi e Matos, 2008), podendo ser usadas também na alimentação, produção de cosméticos ou como repelente de insetos (Agra et al., 2008). No Brasil, estas espécies são consideradas ervas aromáticas, restaurativas, utilizadas no alívio de espasmos e febre, e melhoram a digestão, além de serem utilizadas no tratamento de infecções bacterianas e parasitas intestinais (Lorenzi e Matos, 2008).

Dentre os indivíduos que compõem este gênero, destaca-se a espécie alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.), também conhecida como alfavaca ou alfavacão, do qual existem diversos quimiotipos (Lorenzi e Matos, 2008). Caracteriza-

se como um subarbusto aromático com mais de 1,5 m de altura, originário do Oriente e subespontâneo em todo Brasil. Apresenta raiz principal e folhas ovalado-lanceoladas, de bordos duplamente dentados, membranáceas, de 4 cm - 8 cm de comprimento. As flores são pequenas, coloração lilases ou brancas, dispostas em inflorescência abundante e ereta, do tipo cacho de cima tríflora, corola bilabiada, estames didínamos, estilete ginobásico, fruto nuculâneo, formado por 4 núculas (Grandi, 2014).

Medicinalmente, a espécie *Ocimum gratissimum* é utilizada na cura de diversas doenças, tais como: diarreia, cefaleia, problemas respiratórios e febre tifoide, cujos efeitos mais comuns incluem os sudoríferos e diuréticos, principalmente quando consumida na forma de chá (Passos et al., 2009).

Toda a parte aérea da planta possui óleo essencial rico em eugenol (substância muito volátil que se perde com fervura demorada) e eucaliptol, cujas concentrações variam ao longo do dia (Lorenzi e Matos, 2008). Segundo Barbosa et al. (2016), as folhas e inflorescências desta espécie vegetal apresentam respectivamente 3,6% e 0,02% de óleo essencial, cujo teor de eugenol alcança em cada um 77,3% e 50,17%.

Estudos têm demonstrado que o eugenol presente na planta e em seu óleo essencial possui ação antisséptica contra alguns fungos (Cruz et al., 2015; Perini et al., 2013), bactérias (Almeida et al., 2013; Geromini et al., 2012) e leveduras, devido a seus constituintes terpênicos (Pandey et al., 2014). Além disso Ogendo et al. (2008) observaram que o óleo essencial de *O. gratissimum* constitui uma alternativa natural no combate às pragas infestantes de grãos armazenados.

2.2. Fatores que afetam o crescimento de plantas e a produção dos compostos secundários

Embora a composição química dos óleos essenciais seja determinada pelos fatores genéticos, seu conteúdo pode variar consideravelmente de espécie para espécie, em função dos parâmetros climáticos e de fatores agrônômicos como fertilização, irrigação, colheita e, especialmente, a fase de desenvolvimento da planta na época da colheita (Luz et al., 2009), uma vez que, os processos bioquímicos, fisiológicos, evolutivos e ecológicos que coordenam esta síntese são influenciados por fatores bióticos e abióticos (Gobbo-Neto e Lopes, 2007). De fato, os metabólitos

secundários constituem uma conexão química entre as plantas e o ambiente (Morais e Castanha, 2012).

Um dos fatores que interferem na produção de metabólitos secundários é a época em que uma planta é coletada, visto que a quantidade e a natureza dos compostos podem sofrer variações durante o ano (Gobbo-Neto e Lopes, 2007). Silva et al. (2007) estudando a melhor época de colheita, rendimento e qualidade de seus óleos essenciais de *O. gratissimum* L. observaram que os óleos essenciais apresentaram aumento no principal componente (eugenol), com o avanço das épocas de colheita, variando de 27,00%, 49,53% e 50,24%, e nas inflorescências o composto majoritário foi o β -selineno, variando de 22,60% a 23,28%.

Além disso, condições de estresses podem influenciar a produção de princípios ativos. A competição com plantas daninhas pode reduzir o crescimento das plantas vizinhas pela liberação de aleloquímicos, isso pode ter como consequência a maior chance de acesso à luz, à água e aos nutrientes e, portanto, propiciar uma maior adaptação evolutiva (Taiz e Zeiger 2013). Para esse fenômeno dá-se o nome de alelopatia, o qual constitui um importante mecanismo ecológico no que diz respeito à autodefesa (Macías et al., 2007).

Outros fatores que interferem na síntese e rendimento de óleo essencial são a idade e o desenvolvimento da planta, bem como dos diferentes órgãos vegetais. De acordo com estudos, tecidos mais jovens, geralmente, tendem a apresentar uma maior produção destes produtos (Gobbo-Neto e Lopes, 2007). De acordo com Figueiredo et al. (2009), a determinação correta da melhor idade para colheita da planta medicinal permite uma melhor qualidade e o mínimo de perdas pós-colheita do produto.

A temperatura e a luminosidade apresentam papel importante na fotossíntese, de forma que a interação destes fatores poderá garantir um ambiente adequado ao processo fisiológico (Morais, 2009). Estudos mostram que a luminosidade pode influenciar no crescimento das plantas. Tal fato foi demonstrado por Ade-Ademilua et al. (2013) os quais observaram que plantas de *O. gratissimum* L. foram afetadas severamente pela variação luminosa.

A água é um recurso essencial à vida e ao metabolismo das plantas, no entanto, o estresse hídrico pode acarretar consequências significantes nas concentrações de compostos secundários em plantas. Estudos têm verificado que plantas com deficiências hídricas são mais vulneráveis a pragas e doenças, porém a

resposta quanto às defesas químicas de muitas espécies ainda não está bem esclarecida (Prochnow, 2015). Entretanto, chuvas intensas e constantes podem resultar na perda de substâncias hidrossolúveis presentes, principalmente nas folhas e flores (Morais, 2009).

Dentre os insumos que maximizam a produção das culturas, a adubação é uma das responsáveis pela elevação da produtividade e qualidade dos produtos obtidos. As plantas medicinais e aromáticas como qualquer outra cultura, dependem de suprimento adequado de nutrientes para boas produtividades agrícolas (Corrêa et al., 2010). Estudos demonstram que os nutrientes podem afetar tanto a produção de metabólitos primários quanto de diferentes metabólitos secundários (Gobbo-Neto e Lopes, 2007).

2.2.1. Influência do sombreamento no crescimento de plantas e na produção de óleo essencial

A luz, por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese e fenômenos morfogenéticos, é um fator preponderante no crescimento e no desenvolvimento dos vegetais (Corrêa et al., 2012), os quais são afetados por sua intensidade, direção, duração e qualidade (Chang et al., 2008).

Muitas variáveis de crescimento podem ser alteradas de acordo com a intensidade de radiação luminosa disponível, dentre elas destacam-se: i) alocação de biomassa seca na raiz, caule, folha e inflorescência, ii) área foliar, iii) biomassa seca total, iv) razão raiz: parte aérea (Miralles et al., 2011).

Dentre os efeitos da radiação sobre as plantas, a anatomia foliar pode ser fortemente influenciada, o que é primordial para a aclimatação da espécie ao ambiente (Valadares e Niinemets, 2008). As alterações luminosas no ambiente de cultivo proporcionam ajustes do aparelho fotossintético das plantas, os quais resultam em uma maior eficiência na absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos (Martins et al., 2010). Esta é uma estratégia adaptativa que pode proporcionar melhor captura de luz e permitir maior eficiência fotossintética para maiores ganhos de carbono devido à maior área foliar para captação da energia luminosa (Taiz e Zeiger, 2013).

Segundo Lima et al. (2008), a expansão da folha sob baixa luminosidade é resposta frequentemente relatada e indica uma maneira da planta compensar um

melhor aproveitamento à baixa luminosidade. De acordo com Martins et al. (2009), as alterações na intensidade e qualidade da luz também proporcionam profundas alterações na anatomia foliar da alfavaca-cravo, sobretudo na espessura foliar, na densidade de tricomas e nos estômatos. Para Fernandes et al. (2013), o aumento da luz disponível proporcionou o incremento na biomassa de folhas para as plantas de *Ocimum gratissimum*, podendo, ainda, a luminosidade alterar de forma significativa a densidade de estruturas secretoras (Costa et al., 2010).

Com relação aos aspectos anatômicos, folhas de sombra apresentam cloroplastos maiores, com um maior desenvolvimento de grana, em relação às folhas de sol de mesma planta. Isso ocorre devido à existência de mais clorofila por cloroplasto e pela razão de clorofila b:a ser maior. 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, 2013).

Da mesma forma, o ambiente em que o vegetal se desenvolve e o tipo de cultivo podem interferir na produção e composição química dos óleos essenciais (David et al., 2006). A intensidade luminosa, o fotoperíodo, a temperatura, a pluviosidade e a nutrição mineral da planta são alguns dos fatores que podem influenciar diretamente na produção dos metabólitos secundários, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos (Morais, 2009). Assim, diferentes espécies medicinais têm sido estudadas com a finalidade de determinar níveis de irradiância satisfatória para maximizar o rendimento de óleo essencial (Sales et al., 2009a).

Cultivos em diferentes intensidades e qualidade do espectro luminoso incidente podem proporcionar várias modificações relacionadas à produção de biomassa, às características biométricas e à formação de estruturas produtoras de metabólitos (Martins et al., 2009; Oliveira et al., 2009). O uso de telas de sombreamento tem como finalidade combinar a proteção física com a filtração diferencial da radiação solar, para promover respostas fisiológicas específicas que são reguladas pela luz (Brant et al., 2009). Dessa forma, o estabelecimento de técnicas de manejo visando a adequação do nível de luminosidade pode favorecer tanto o crescimento e desenvolvimento de uma determinada planta, como também melhorar a qualidade e a quantidade dos óleos essenciais produzidos pela mesma.

2.2.2. Influência da competição com planta daninha no crescimento de plantas e na produção de óleo essencial

Num amplo sentido, o termo “planta daninha” refere-se a toda e qualquer planta que ocorre em lugar onde não é desejada (Lorenzi, 2008). Essas plantas possuem grande agressividade devido a elevada capacidade de produção de sementes e propágulos de alta viabilidade e longevidade, que permite a essas plantas germinarem em qualquer tipo de ambiente e permanecerem dormentes no solo durante muitos anos, esperando as condições de clima, temperatura e umidade ideais para a retomada do seu desenvolvimento (Vasconcelos et al., 2012).

Estima-se que perdas ocasionadas às culturas de interesse agrícola pela interferência das plantas daninhas sejam em torno de 30-40% (Lorenzi, 2008). Esses prejuízos ocorrem principalmente, devido aos efeitos causados pela competição pelos recursos disponíveis no ambiente, como CO₂, água, luz, nutriente e espaço (Agostinetto et al., 2008).

Existem, ainda, outros fatores relacionados às plantas daninhas, que podem provocar grandes perdas de produção, como a capacidade de produzirem substâncias alelopáticas e, de forma indireta, pelo fato de as plantas daninhas atuarem como hospedeiras de pragas, doenças e nematoides (Oliveira Jr. et al., 2011). Além dos prejuízos diretos da competição, as plantas daninhas reduzem a eficiência agrícola, aumenta os custos de produção e diminuem a qualidade do produto, reduzindo o seu valor comercial e, ainda, dificulta ou até impede a operação de colheita (Vasconcelos et al., 2012).

O grau de interferência das plantas daninhas sobre as culturas depende de fatores ligados à própria cultura (espécie cultivada, cultivar e espaçamento), à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), ao ambiente (clima, solo e manejo da cultura) e ao período em que elas convivem (Pitelli, 1985). 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 (Silva e Durigan, 2009).

Desta forma, o manejo integrado de plantas daninhas se destaca como um dos principais gargalos no sistema de produção, pois o controle da comunidade infestante, quando realizado em momento inadequado, pode onerar o custo de produção e/ou acarretar perdas qualitativas e quantitativas no rendimento da cultura (Ciuberkis et al., 2007).

2.2.2.1. *Cyperus rotundus* L.

Cyperus rotundus L. (Cyperaceae), originária da Índia e disseminada em mais de 92 países, é conhecida no Brasil como tiririca, cipó-de-uma-só-cabeça, tiririca-amarela, junquinho, junca, capim-de-cheiro, chufa, pelo-de-sapo, tiririca do brejo, capim-botão, cortadeira, capim-santo, manubre, junquinho, capim-dandá, alho, junça aromática (Lorenzi, 2014).

Caracteriza-se como uma planta perene herbácea, ereta, de caule triangulado, com rizomas e tubérculos vigorosos que podem atingir até mais de um metro de profundidade, de 10-60 cm de altura. Suas folhas são brilhantes e de coloração verde escuro, medindo de 5 a 12 cm, basais, glabras. Suas inflorescências são em umbelas compostas de muitas espiguetas de coloração marrom. Pode propagar-se tanto por semente quanto por forma vegetativa a partir de bulbos, tubérculos e rizomas subterrâneos. É uma das plantas daninhas mais disseminada e mais nociva de todo o mundo, podendo ser encontrada em todos os tipos de solo, climas e culturas (Lorenzi, 2008).

É uma planta daninha de difícil manejo e causadora de prejuízos em diversas culturas comerciais em nível mundial. Os prejuízos decorrem da competição durante todo o ciclo, porém os períodos mais críticos se encontram na fase inicial de desenvolvimento das culturas e nas reformas dos cultivos o que torna seu controle difícil e oneroso (Silveira et al., 2010). Por se tratar de uma espécie perene, de grande agressividade, capacidade de reprodução, alta dispersão, rusticidade e de difícil controle ou erradicação, a tiririca encontra-se entre as 20 espécies daninhas que mais causam prejuízos no mundo (Panozzo et al., 2009).

Apresenta rota fotossintética C₄, e por isso é altamente eficiente na assimilação do CO₂ atmosférico e, conseqüentemente, na sua conversão em carboidrato. Todavia, para que as espécies C₄ realizem com eficiência a fotossíntese, elas necessitam se desenvolver em condições de alta temperatura e luminosidade

(Jakelaitis et al., 2003); portanto, a tiririca é pouco competitiva em condições de baixa temperatura e/ou intensidade luminosa, à seca ou com alto nível de salinidade (Lorenzi, 2008). Na presença de condições ambientais favoráveis (temperatura elevada e intensa luminosidade), seu estabelecimento é rápido devido ao intenso crescimento vegetativo (Jakelaitis et al., 2003).

2.3. Métodos de manejo de plantas daninhas

O controle das plantas daninhas consiste em reduzir seu número até níveis aceitáveis para convivência, ou seja, sem que essas causem prejuízos para a cultura. Já o manejo das plantas daninhas consiste em se utilizar, de forma integrada e planejada, práticas dos diferentes métodos de controle, para manter a cultura livre de interferência e a infestação em níveis aceitáveis (Vargas e Oliveira, 2013). Essas práticas incluem medidas preventivas, medidas culturais, rotação de culturas, adubação verde (Erasmio et al., 2004), solarização (Ricci et al., 2000) e cobertura do solo com palha (Gravena et al., 2004; Trezzi e Vidal, 2004).

O controle preventivo de plantas daninhas engloba todas as medidas capazes de impedir a introdução, o estabelecimento e/ou a disseminação de determinadas espécies na área, como o uso de sementes de elevada pureza e vigor, a limpeza de equipamentos de preparo do solo e, principalmente, a utilização de material orgânico de boa qualidade e isento de propágulos de espécies problema (Silva et al., 2006).

Segundo Constantin e Oliveira (2011), um dos principais métodos de controle de plantas daninhas é o cultural, onde a cultura deve ser implantada sadia e vigorosa e possuir um alto poder de competição, dificultando o surgimento e o desenvolvimento de plantas daninhas. Dentre as diversas práticas culturais, destacam-se a escolha da cultivar, a correção do solo e a adubação, o preparo do solo, o manejo populacional, os tratamentos culturais e a rotação de culturas (Brighenti et al., 2010).

O controle mecânico consiste no uso de equipamentos que eliminam as plantas daninhas através do efeito físico, como a enxada e os cultivadores. O arranque manual, ou monda, é o método mais antigo de controle de plantas daninhas. A capina manual ainda é muito utilizada pelos agricultores de subsistência, embora, essa operação seja recomendável para áreas pequenas; e como a capina manual é uma operação demorada, deve ser iniciada tão logo as plantas daninhas apareçam (EMBRAPA - Milho e Sorgo, 2006).

Por outro lado, o cultivo mecanizado, feito por cultivadores tracionados por animais ou tratores, é de larga aceitação na agricultura brasileira. No entanto apresenta algumas limitações: a) dificuldade de controle de plantas daninhas na linha da cultura; b) baixa eficiência: quando realizado em condições de chuva (solo molhado), é ineficiente para controlar plantas daninhas que se reproduzem por partes vegetativas; c) o cultivo quebra a relação íntima que existe entre raiz e solo, suspende a absorção de água e expõe a raiz às condições ambientais desfavoráveis; d) o deslocamento do solo sobre a linha, através de enxadas cultivadoras especiais, pode causar o enterro das plântulas e, com isso, promover o controle das plantas daninhas na linha (Silva e Silva, 2007).

O controle físico tem por objetivo criar uma barreira física à germinação e desenvolvimento de plantas daninhas. O emprego de plantas que promovem a cobertura da superfície do solo é uma das estratégias que aliam numa mesma ação o controle de plantas daninhas e a melhoria do ambiente de cultivo por meio da proteção contra o impacto direto das gotas de chuva (Fontes e Gonçalves, 2009).

Por outro lado, o controle biológico consiste no uso de inimigos naturais (fungos, bactérias, vírus, insetos, aves, peixes, etc.) capazes de reduzir a população das plantas daninhas, reduzindo sua capacidade de competir. Isso é mantido por meio do equilíbrio populacional entre o inimigo natural e a planta hospedeira. Deve também ser considerada como controle biológico a inibição alelopática de plantas daninhas (Silva e Silva, 2007).

O método químico consiste na utilização de produtos químicos denominados herbicidas, que, aplicados às plantas, interferem em seus processos bioquímicos e fisiológicos, podendo matar ou retardar o crescimento das plantas daninhas (Constantin et al., 2011). O uso desses produtos em pré ou pós-emergência combinados com as práticas discutidas anteriormente são suficientes para garantir vantagem competitiva para a cultura nos estádios iniciais e até mesmo durante todo o ciclo (EMBRAPA – Trigo, 2006). No entanto, para bons resultados no rendimento da cultura, a utilização desses herbicidas necessita da observação de alguns fatores que interferem na seletividade dos mesmos, pois quando descuidados podem gerar danos fitotóxicos ao cultivo (López-Ovejero et al., 2003).

Desta forma, no manejo integrado de plantas daninhas deve-se otimizar o uso de práticas preventivas, culturais, mecânicas, físicas, biológicas, complementando, às vezes, com o controle químico, resultando na otimização da produtividade da cultura,

aumentando ou mantendo o potencial produtivo do solo, reduzindo assim o impacto negativo dessas plantas na cultura, bem como o das técnicas empregadas para o seu controle sobre o meio ambiente (Silva et al., 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do laboratório de Fitotecnia do setor de Plantas Daninhas e Mediciniais do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no município de Campos dos Goytacazes - RJ (Latitude = 21° 45' S; Longitude = 41° 20' W; Altitude = 11 m) entre os meses de julho a dezembro de 2017. Segundo a classificação climática de Köppen (1948), o clima da região é classificado como tropical úmido (Aw), com verão chuvoso e inverno seco.

As mudas de *O. gratissimum* foram produzidas a partir de sementes provenientes de plantas adultas do município de Campos dos Goytacazes - RJ, as quais foram beneficiadas manualmente e semeadas em bandejas de polietileno utilizando-se substrato comercial. Após atingirem dois pares de folhas definitivas foram transplantadas para sacos plásticos (10x15 cm), contendo também substrato comercial (Figura 1). As mudas permaneceram em casa de vegetação sob irrigação por aspersão pelo período de 90 dias.



Figura 1: Obtenção de mudas de *Ocimum gratissimum*. (A) Planta adulta, (B) Sementes beneficiadas, (C) Sementes germinadas em bandeja, (D) Muda, (E) Muda em vaso.

O transplântio para vaso com capacidade de 5,5 L (área superficial de 38,47 cm²) foi realizado quando as mudas apresentavam 90 dias após a sementeira. Para maior rendimento da biomassa e padronização das mudas de *O. gratissimum* foram feitos cortes das inflorescências, seguindo recomendação de Costa et al. (2007). Neste mesmo momento, também foram transplantadas as mudas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.), coletadas na UENF, ao acaso, e padronizadas em aproximadamente cinco centímetros de altura.

Para preencher os vasos foi utilizado solo + areia + esterco bovino, na proporção 1:1:1 (v/v). O substrato foi encaminhado a FUNDENOR (Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional) para análise física e química, cujas características estão dispostas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Caracterização química do substrato.

pH	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	B	C	MO	CTC	SB
	mg/dm ³			mmol/dm ³				mg/dm ³				mg/dm ³		mmol/dm ³		
6,0	38,0	11,0	4,0	36,1	36,0	20,0	14,3	89,2	0,43	21,25	74,03	0,35	24,3	41,89	132,8	112,8

pH em água; KCl e CaCl - Relação 1:2,5; P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich; Ca - Mg - Extrator KCl - 1 mol/L; H+Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; B - Extrator água quente; S - Extrator - Fosfato monocálcico; Mat. Org. (MO) - C.Org x 1,724 - Walkley-Black; CTC - Capacidade de Troca de Catiônica a pH 7,0; SB - Soma de Base Trocáveis.

Tabela 2: Caracterização física do substrato.

Areia (g/dm ³)	Argila (g/dm ³)	Silte (g/dm ³)
790	90	120

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições em esquema fatorial 5x5, sendo cinco níveis de sombreamento: 48%, 75%, 77%, 83% e 90%; e cinco densidades de planta daninha (*Cyperus rotundus* L.): 0, 5, 10, 15 e 20 plantas por vaso.

Os tratamentos de sombreamento foram obtidos através do uso de telas plásticas pretas do tipo 'sombrite', fixadas em armações individuais de ferro sobre as mesas, de dimensões de 3,40x0,98x1,30 metros, para cada nível de luminosidade, em casa de vegetação. A casa de vegetação apresenta forma em arco, coberta com plástico de 150 µm de espessura, fechada nas laterais com tela de 70% de transmitância.

Para a mensuração dos níveis de sombreamento foi utilizado o equipamento portátil Termo higrômetro-Anemômetro-Luxímetro (EMD THAL 300). A quantidade de luz em cada ambiente foi determinada através da média de nove medidas mensuradas em três dias com ausência de nuvens (três medidas por dia), às 12 horas. Para tanto, considerou-se a média da quantidade de luz fora da casa de vegetação (11485 lux) como 100% de luz (0% de sombreamento) e, dessa forma, foi possível estimar os níveis de intensidade de luz e de sombreamento (48%, 75%, 77%, 83% e 90%) para cada tratamento. No tratamento, 48% não se utilizou telas de sombreamento, sendo mensurado apenas o sombreamento do plástico que cobre a casa de vegetação. Nos demais tratamentos considerou-se o sombreamento causado pela tela juntamente com o plástico que cobre a casa de vegetação.

As irrigações foram realizadas pelo sistema de microaspersão, sendo programadas para ocorrerem 3 vezes ao dia (às 08:00, 12:00 e 17:00 horas) por um período de 10 minutos cada.

3.1. Identificação do material

Exsicata da planta de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) foi depositada no herbário da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes, sob registro HUENF 10457.

3.2. Variáveis Climáticas

Os dados climáticos mensais, referentes às temperaturas máxima, média e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e umidades máxima, média e mínima (%), registradas durante o período de condução do experimento, encontram-se dispostos nas figuras 2 e 3 respectivamente. Os dados climatológicos de temperatura (T°) e umidade relativa (UR) do ar foram monitorados em intervalos de duas horas, 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.

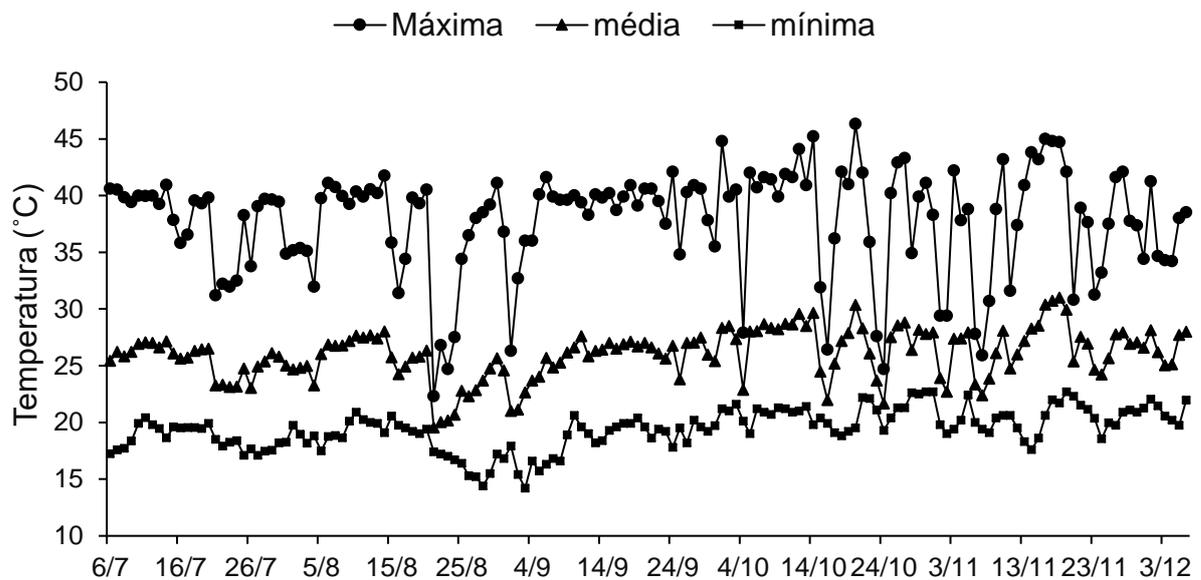


Figura 2: Temperaturas máxima, média e mínima ($^{\circ}\text{C}$) registradas em casa de vegetação durante o período de condução do experimento na UENF, Campos dos Goytacazes – RJ, 2017.

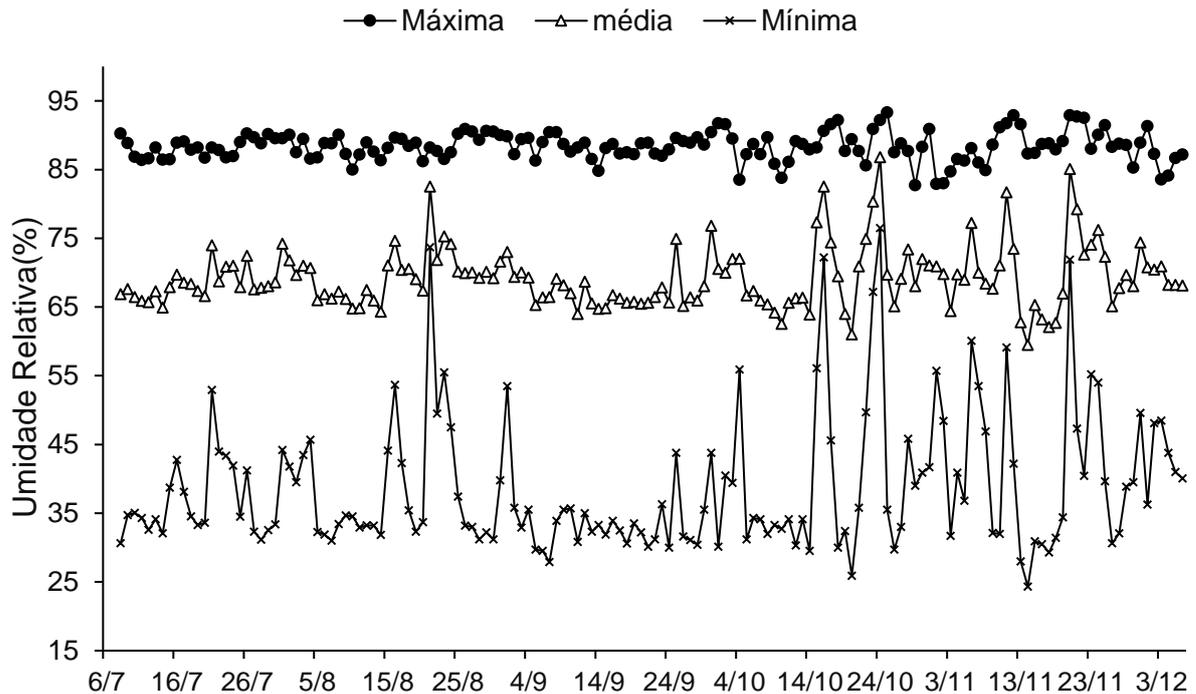


Figura 3: Umidades máxima, média e mínima (%) registradas em casa de vegetação durante o período de condução do experimento na UENF, Campos dos Goytacazes – RJ, 2017.

Observa-se que as médias de temperatura (Figura 2) e umidade relativa (Figura 3) não variaram durante os meses de condução do experimento, não influenciando, desta forma, nos resultados obtidos.

3.3. Parâmetros avaliados

Aos 120 dias após o transplântio, as mudas de *Ocimum gratissimum* foram submetidas à avaliação de crescimento, sendo analisadas a altura do ramo principal da planta (ALT) (com fita métrica a partir do colo ao ápice da planta), o diâmetro da base do caule (DIC) (medido a 1 cm do solo, com o auxílio do paquímetro), número de folhas do ramo principal (NF) e número de ramificações (NR) por contagem.

Além das avaliações de crescimento, também foi avaliado o índice de clorofila das folhas, estimado com auxílio de clorofilômetro SPAD, aparelho *Chlorophyll Meter* SPAD-502 (Minolta®), através da média de três leituras, no terceiro par de folhas da região mediana de cada planta. Os valores obtidos com a medição realizada com o SPAD-502 podem ser descritos como índice, valor ou leitura SPAD (Minolta, 1989), sendo feitas de forma instantânea e sem destruição das amostras. A luz transmitida é

convertida em sinais digitais, sendo usados por um microprocessador para calcular a leitura SPAD, na faixa de 0-100.

Em seguida, foi feita a colheita tanto da planta medicinal quanto da planta daninha, sendo a planta medicinal cortada a 5 cm do solo para posterior análise de rebrota. Após este procedimento foi determinada a área foliar da espécie medicinal usando o medidor de área LI-3100 da empresa LI-COR, onde o valor é obtido no momento em que a folha passa pelo sensor do aparelho. Posteriormente, ambas as plantas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocados em estufa de circulação forçada a 40 °C até obterem peso constante. Desta forma, foi avaliada a massa seca da parte aérea (MSPA) das espécies medicinal e daninha, através do uso de uma balança digital (precisão de 0,01 g).

3.4. Procedimento para extração do óleo essencial

O óleo essencial foi extraído pelo método de hidrodestilação em aparelho de Clevenger (Clevenger, 1928), utilizando-se a matéria seca de cada planta (folhas + caule) em 1200 mL de água por 2 horas e 30 minutos. O óleo foi separado por decantação por 5 min, e o sobrenadante foi recolhido com auxílio de pipeta.

Diante da massa obtida, foi mensurado conforme feito por Rosal et al. (2011), o teor de óleo essencial $[TO\% = \text{massa do óleo (g)} / \text{matéria seca (g)} \times 100]$, de *Ocimum grantissimum* cultivadas em diferentes níveis de sombreamento e densidade de planta daninha. O material obtido foi acondicionado em tubo eppendorf e armazenado no congelador.

3.5. Avaliações de rebrota

A avaliação de rebrota foi realizada aos 30 dias após o corte das plantas, determinando-se a altura do ramo principal da planta (ALT), diâmetro da base do caule (DIC), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSR) de ambas as plantas, sendo considerados raízes e tubérculos como sistema radicular da espécie daninha. Da mesma forma que as avaliações anteriores, a altura foi aferida com fita métrica, o diâmetro com auxílio do paquímetro e para determinação da matéria seca, os materiais foram colocados em estufa de circulação forçada a 70 °C até obterem peso constante.

3.6. Procedimentos estatísticos

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e, onde foi detectado significância entre os tratamentos quantitativos (sombreamento e densidade), procedeu-se a análise de regressão. Para as variáveis onde houve interação sombreamento x densidade buscou-se um modelo de superfície de resposta para melhor explicar a relação funcional entre a variável resposta e os níveis de sombreamento e densidade. Quando não houve interação (sombreamento x densidade), buscou-se modelos simples de regressão.

A escolha dos modelos de regressão baseou-se na análise de variância da regressão (Teste F significativo para regressão), na significância dos coeficientes da equação de regressão e no coeficiente de determinação do modelo (R^2). Além disso, utilizou-se o critério da parcimônia e levou-se em consideração o significado biológico das variáveis em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros biométricos e quantificação do óleo essencial

A análise de variância (Tabela 3) indicou que houve interação entre os níveis de sombreamento e densidade de planta daninha para a variável massa seca da parte aérea da espécie medicinal (MSPAm). As variáveis altura do ramo principal (ALT), diâmetro da base do caule (DIC), número de folhas no ramo principal (NF), número de ramificações (NR) e índice de clorofila das folhas (SPAD) de *O. gratissimum* foram afetados pelos níveis de sombreamento. A massa seca da parte aérea da espécie daninha (MSPAd) foi influenciada pelos níveis de sombreamento e densidade de plantas, separadamente. Por outro lado, o teor de óleo essencial (TO) não apresentou diferença significativa para nenhum dos fatores em estudo.

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), área foliar (AF) (cm²), massa seca da parte aérea (MSPAm) (g), teor de óleo essencial (TO) (%) de *Ocimum gratissimum* e massa seca da parte aérea de *Cyperus rotundus* L. (MSPAd) (g) em diferentes níveis de sombreamento (48%, 75%, 77%, 83% e 90%) e densidades de planta daninha (0, 5, 10, 15 e 20). Campos dos Goytacazes, RJ. 2018. Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM).

FV	GL	QM VARIÁVEIS								
		ALT	DIC	NF	NR	SPAD	AF	MSPAm	MSPAd	TO
Bloco	3									
Densidade	4	125,685 ^{ns}	3,0707 ^{ns}	30,260 ^{ns}	105,510 ^{ns}	37,804 ^{ns}	5028104 ^{ns}	447,772 ^{ns}	309,140 ^{**}	0,267E-03 ^{ns}
Sombreamento	4	5022,685 ^{**}	20,103 ^{**}	204,535 ^{**}	700,085 ^{**}	1085,977 ^{**}	0,1357E+09 ^{**}	4691,221 ^{**}	78,372 ^{**}	0,429E-02 ^{ns}
Dens.*Somb.	16	124,823 ^{ns}	2,692 ^{ns}	17,366 ^{ns}	85,029 ^{ns}	46,783 ^{ns}	0,108E+08 ^{ns}	431,638 [*]	12,6897 ^{ns}	0,554E-02 ^{ns}
Resíduo	72	83,059	1,512	17,362	68,048	77,715	0,152E+08	222,261	10,036	0,402E-02 ^{ns}

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

A altura do ramo principal (ALT) apresentou comportamento quadrático em função dos níveis de sombreamento, obtendo-se a estimativa da maior altura (120,51 cm) em 74% de sombreamento (Figura 4).

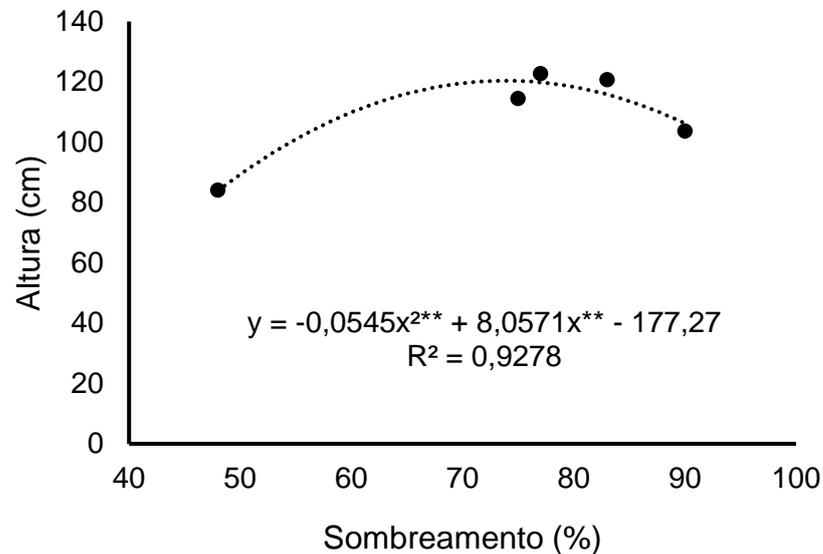


Figura 4: Altura do ramo principal de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Segundo Concenço et al. (2008), em condições de sombreamento, a reação natural é favorecer o alongamento da planta. No entanto, o sombreamento excessivo torna-se prejudicial ao crescimento das plantas. Dessa forma, observa-se que as plantas cultivadas em ambientes com 74% de sombreamento apresentaram maior altura e, acima deste sombreamento, há uma redução na altura das plantas.

O diâmetro da base do caule (DIC) obedeceu a uma tendência representada por uma equação polinomial de segundo grau, obtendo-se a estimativa do maior diâmetro (10,51 mm) em 70% de sombreamento (Figura 5).

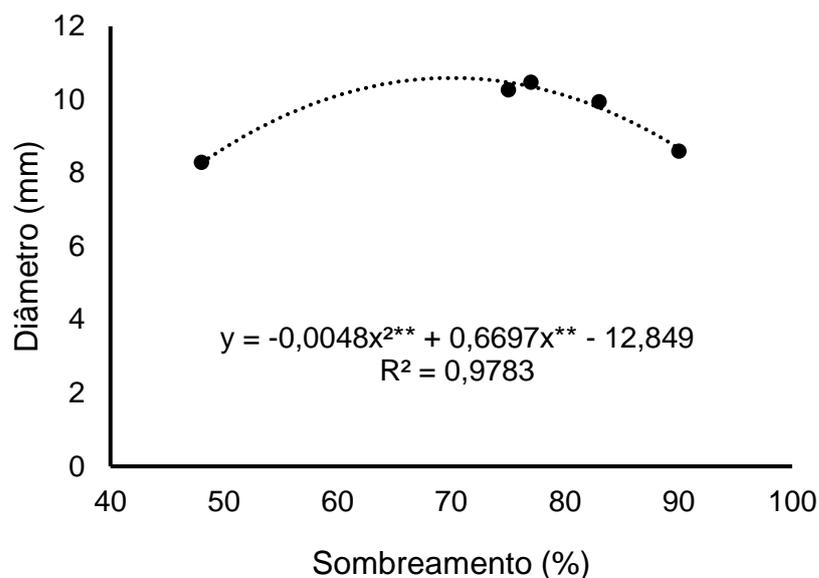


Figura 5: Diâmetro da base do caule de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

O diâmetro do caule é considerado um dos melhores indicadores de padrão de qualidade, de tal forma que, o maior diâmetro do caule está associado ao desenvolvimento mais acentuado da parte aérea e, em especial, do sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento da planta (Grave et al., 2007).

De acordo com Sturion e Antunes (2000), a relação altura/diâmetro do colo constitui um dos melhores parâmetros usados para avaliar a qualidade de mudas, pois além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo. Desta forma, mudas com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. Da mesma forma, Taiz e Zeiger (2004) ressaltam que as plantas com maior diâmetro de colo apresentam maiores tendências à sobrevivência, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima Júnior et al. (2005), que avaliando o crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento, observaram que as plantas cultivadas sob 70% de sombreamento obtiveram maiores diâmetros de caule.

O número de folhas do ramo principal (NF) apresentou um aumento linear, obtendo-se um maior número de folhas (28,21) em 90% de sombreamento (Figura 6).

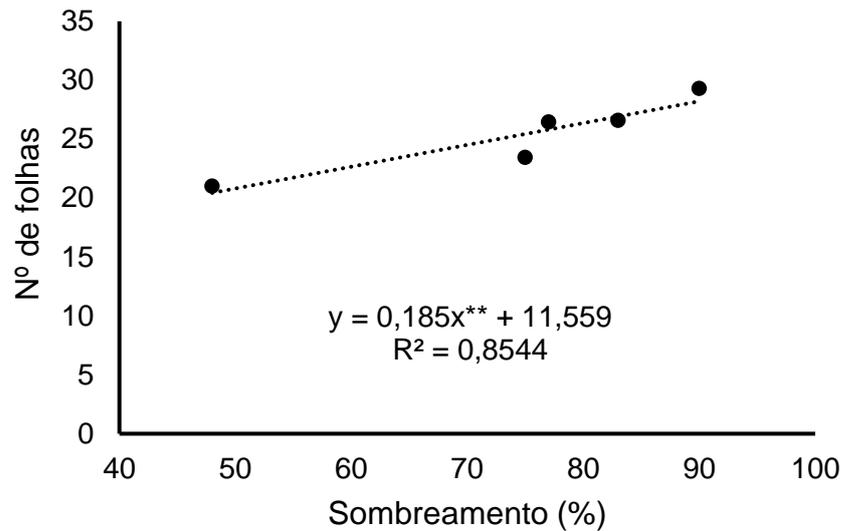


Figura 6: Número de folhas no ramo principal de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se que o número de folhas aumenta conforme aumentam os níveis de sombreamento. Isso ocorre devido ao fato de que em condições de sombreamento, há uma necessidade de aclimação das plantas ao ambiente, de forma a se obter uma maior eficiência na absorção de luz para os processos fotossintéticos (Martins et al., 2010). Resultados similares foram encontrados por Dousseau et al. (2007), os quais observaram que em condições de maior sombreamento tem-se maior número de folhas de *Tapirira guianensis* com maior área foliar.

A variável número de ramificações (NR) apresentou comportamento quadrático em função dos níveis de sombreamento, obtendo-se a maior estimativa do número de ramificações (40,55) em 66% de sombreamento (Figura 7).

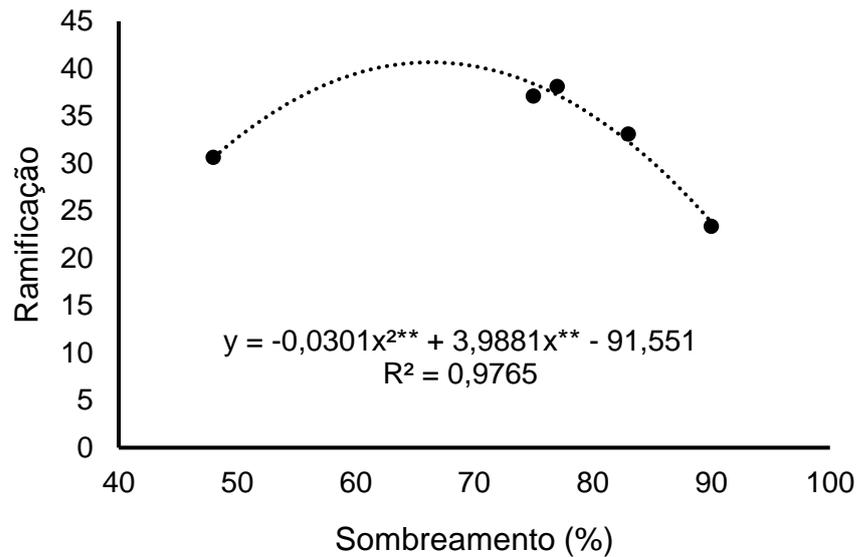


Figura 7: Número de ramificações de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se que o número de ramificações aumenta até obter o máximo em 66% de sombreamento. Este resultado se deve ao fato de que a planta cultivada em ambientes sombreados tem sua morfologia fortemente influenciada de forma a proporcionar melhor captura de luz e permitir maior eficiência fotossintética para maiores ganhos de carbono (Taiz e Zeiger, 2013).

Resultados semelhantes foram encontrados por Niinemets et al. (2006) que trabalhando com coníferas, verificaram que o aumento da radiação sobre as plantas proporcionou o aumento das ramificações, do número de folhas jovens, bem como da biomassa produzida.

Todavia, para a variável índice de clorofila das folhas (SPAD) houve aumento linear, obtendo-se o maior valor (49,46) em 90% de sombreamento (Figura 8).

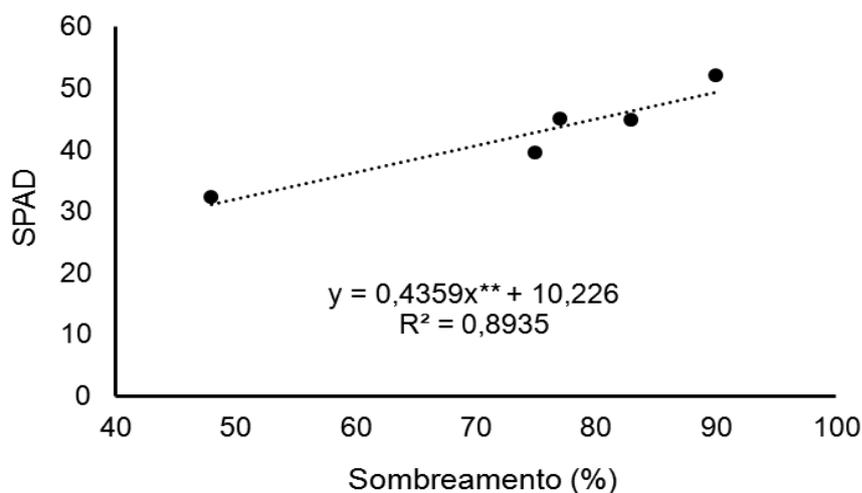


Figura 8: Índice de clorofila das folhas de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A análise da intensidade do verde das folhas com o equipamento portátil SPAD, é uma das técnicas com potencial para avaliar o teor de clorofila da planta em tempo real, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila na folha (Martuscello et al., 2009).

Considerando que, quanto maior for o índice SPAD, maior o teor de clorofila na planta, pode-se inferir que a espécie *O. gratissimum* apresenta, com nível de sombreamento de 90%, maior concentração de clorofila. Segundo Taiz e Zeiger (2013), as folhas de sombra apresentam cloroplastos maiores, com um maior desenvolvimento de grana, em relação às folhas de sol de mesma planta. Isso ocorre devido à existência de mais clorofila por cloroplasto e pela razão de clorofila b:a ser maior. 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.

A área foliar apresentou comportamento quadrático em função dos níveis de sombreamento, atingindo um ponto de máximo (7974,33 cm² por planta) em 71% de sombreamento (Figura 9).

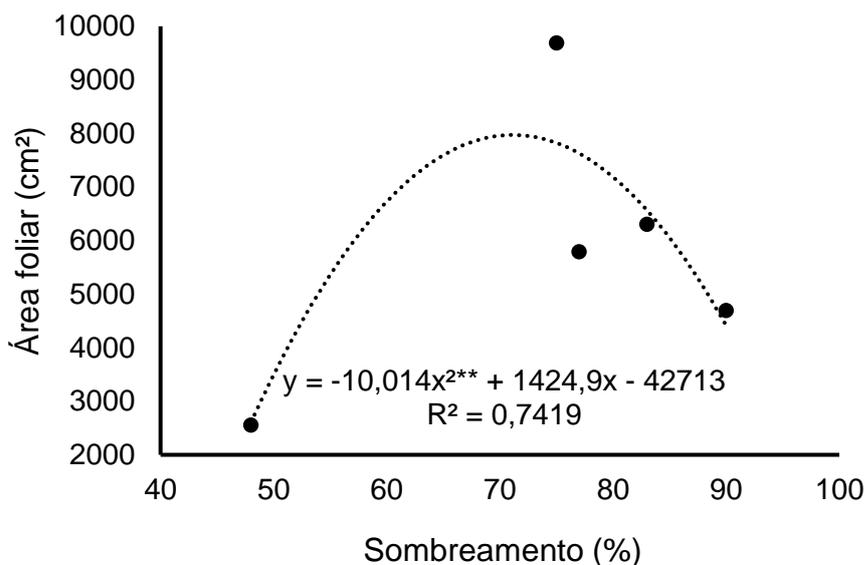


Figura 9: Área foliar de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se que a área foliar aumenta conforme se eleva o nível de sombreamento até 71%. A partir deste ponto, o sombreamento torna-se prejudicial às plantas, devido ao fato de haver redução na fotossíntese pela baixa intensidade de luz. Taiz e Zeiger (2013) relatam que folhas de plantas cultivadas à sombra possuem maior área foliar quando comparadas com as folhas das plantas desenvolvidas a sol pleno, o que permite melhor captação da energia luminosa e maior eficiência fotossintética para maiores ganhos de carbono.

Segundo Lima et al. (2008), a expansão da folha sob baixa luminosidade é resposta frequentemente relatada e indica uma maneira da planta compensar um melhor aproveitamento à baixa luminosidade. Por outro lado, o aumento da superfície fotossintetizante pode compensar as baixas taxas fotossintéticas por unidade de área foliar, o que é uma característica das folhas de sombra (Meira et al., 2012). Este mesmo padrão de resposta foi verificado por Lima Júnior et al. (2005), que estudando a influência do sombreamento em plantas de *Cupania vernalis* Camb., observaram que o sombreamento de 70% proporcionou as maiores áreas foliares.

Em contrapartida, para a variável massa seca da parte aérea da planta daninha (*Cyperus rotundus* L.) observa-se que as plantas expostas ao menor sombreamento (48%) obtiveram a maior massa seca (8,27 g), de tal forma que, as

médias diminuem linearmente conforme aumenta o nível de sombreamento (Figura 10).

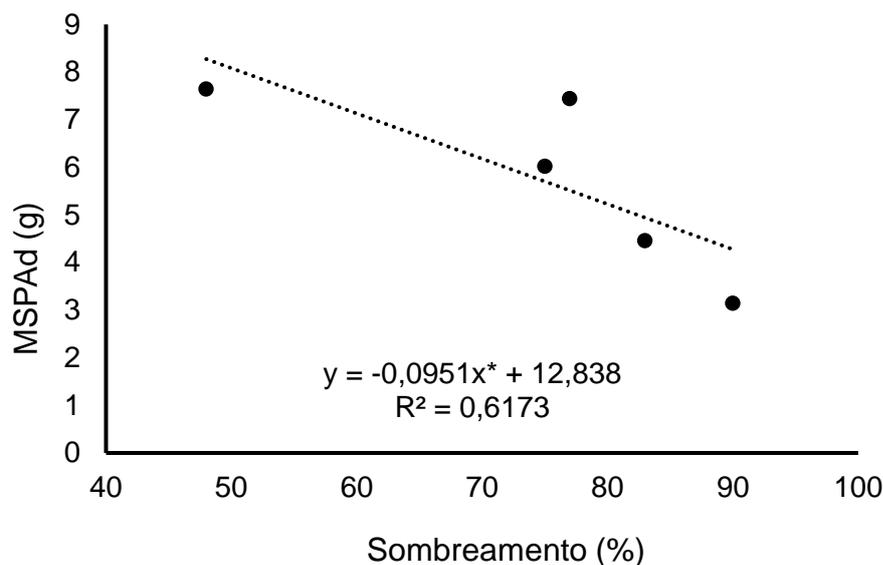


Figura 10: Massa seca da parte aérea da espécie daninha (*Cyperus rotundus* L.) em função de diferentes níveis de sombreamento (%). ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se que a medida que se aumenta o sombreamento, há uma redução na massa seca da parte aérea da espécie daninha. Isso deve-se ao fato dessa espécie ser considerada uma planta de metabolismo fotossintético C4, a qual se desenvolve melhor em condições de elevada temperatura e intensa luminosidade (Jakelaitis et al., 2003). Entretanto, em condições de sombreamento, a tiririca mostra-se pouco competitiva. Dessa forma, tais resultados revelam que, apesar da agressividade da espécie daninha, as condições edafoclimáticas inapropriadas podem exercer efeito negativo sobre o crescimento do vegetal (Silva Terceiro et al., 2016), contribuindo para o manejo da mesma.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gobbi et al. (2009), que estudando a produtividade de capim-braquiária submetido a diferentes sombreamentos, observaram que a produção de matéria seca apresentou redução linear significativa nos dois primeiros cortes avaliados. Paciullo et al. (2007), avaliando as características morfológicas de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril, observaram redução de 53% na produção de forragem do sub-bosque sob 65% de sombra e de 8% sob 35% de sombra. A espécie *Brachiaria brizantha*

cv. Marandu também apresentou diminuição de 60% na taxa de acúmulo de massa seca, quando cultivada sob sombreamento artificial de 70% (Andrade et al., 2004).

A massa seca da parte aérea da espécie daninha (MSPAd) também foi afetada pela densidade de plantas, apresentando um comportamento linear, obtendo-se a maior massa (10,62 g) na densidade de 20 plantas por vaso (Figura 11).

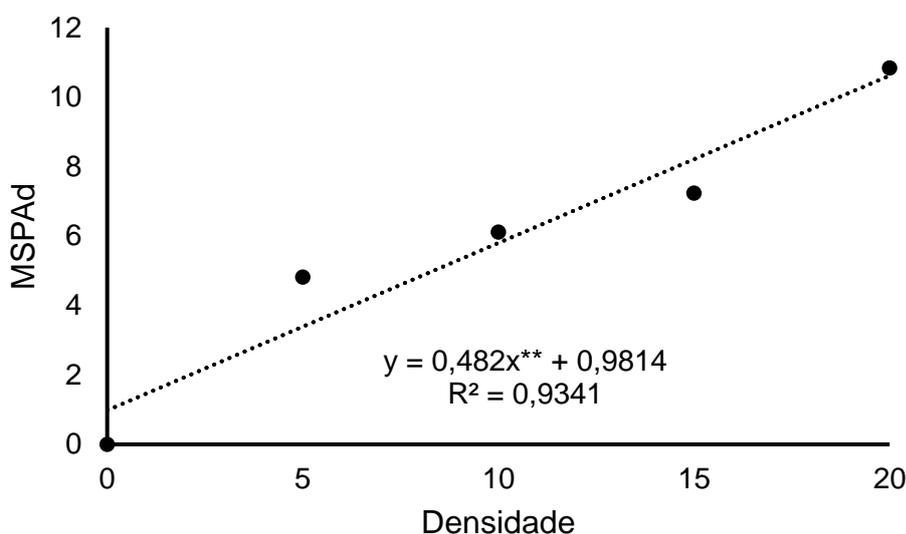


Figura 11: Massa seca da parte aérea da espécie daninha (*Cyperus rotundus* L.) em função das diferentes densidades de plantas (média das parcelas). ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se que a maior massa seca da parte aérea da espécie daninha foi obtida na maior densidade de plantas por vaso. Isso deve-se ao fato da tiririca ser uma espécie daninha de alta agressividade, elevada capacidade de reprodução (sexuada e assexuada), fácil dispersão e à sua rusticidade. Estas características proporcionam a essas plantas vantagens na competição com as culturas agrícolas, o que resulta em perdas de produtividade e consequentes prejuízos ao agricultor (Vasconcelos et al., 2012).

Segundo Agostinetto et al. (2008), 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 de interesse. Adicionalmente, tem-se que a elevada infestação de *C. rotundus* numa área agrícola pode depreciar grandemente o valor da terra, motivo pelo qual é de suma

importância o conhecimento adequado da biologia da espécie infestante com vistas à utilização de medidas adequadas de manejo (Silva Terceiro et al., 2016).

Em geral, o controle de plantas daninhas pode ser feito utilizando-se um ou mais métodos, que são: preventivo, cultural, físico/mecânico, biológico e químico. O uso em conjunto dos métodos denomina-se manejo integrado de plantas daninhas, o qual deve ser preconizado em detrimento do uso isolado de qualquer dos métodos (Agostinetto et al., 2015).

Para a variável massa seca da parte aérea da espécie medicinal (MSPAm) houve interação entre os níveis de sombreamento e densidade de planta daninha, que, agindo de forma associada, possibilitaram o ajuste de um modelo de superfície de resposta (Figura 12), a partir do qual pode-se otimizar o sombreamento e densidade de planta daninha, com vistas à maximização da produção de massa seca.

Observa-se que esta variável MSPAm apresentou comportamento quadrático com ponto de mínimo (63,25 g) em 69% de sombreamento e na densidade de 13 plantas daninhas por vaso. Todavia, o máximo de massa seca (80 g) foi obtido entre 52,3 % e 56,6% de sombreamento com uma densidade de 13 plantas daninhas.

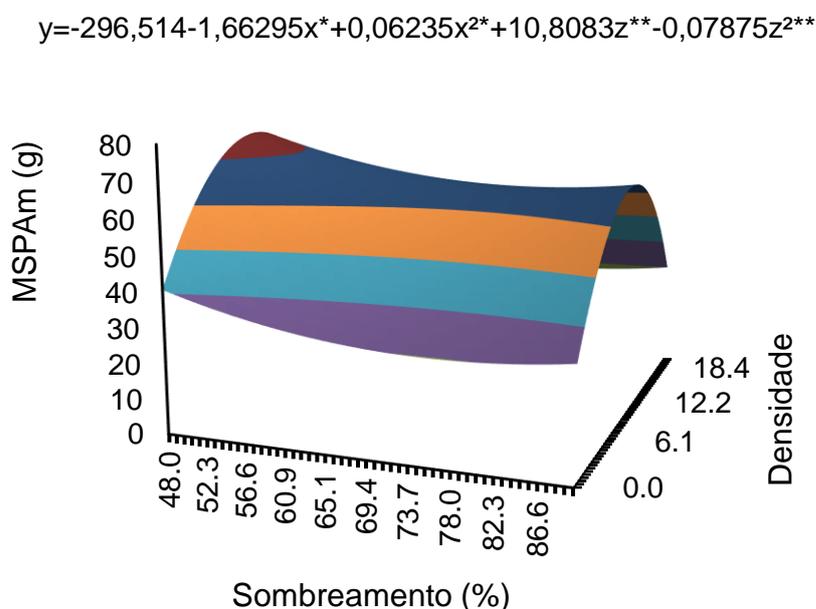


Figura 12: Matéria seca da parte aérea de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas daninhas. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2011), que trabalhando com *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio concluíram que tais plantas suportam um sombreamento parcial, com baixo comprometimento da produção de biomassa. Este tipo de resposta também foi observado para a espécie camboatã (*Cupania vernalis* Camb) (Lima Júnior et al., 2005), pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.) (Lenhard et al., 2013) e andiroba (*V. surinamesis*) (Lima et al., 2007) cujas condições de sombreamento de 50% favoreceram a produção de biomassa.

Observa-se que acima de 13 plantas daninhas por vaso, há uma redução da massa seca de *O. gratissimum*. Estes resultados podem ser devidos à agressividade da planta daninha, em que acima de 13 plantas por vaso, há uma competição com a planta medicinal por espaço vital e recursos de produção, reduzindo assim, a produção de massa seca.

No que se refere ao teor de óleo essencial de *O. gratissimum*, essa variável não apresentou diferenças significativas decorrentes dos diferentes níveis de sombreamento e densidade de plantas daninhas. As plantas crescidas com 48% de sombreamento, mesmo com menor área foliar e menor massa seca das folhas, apresentaram um teor de óleo essencial semelhante aos outros tratamentos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Pinto et al. (2007), os quais não observaram efeito significativo do sombreamento sobre o teor do óleo essencial de alfazema-do-Brasil. Da mesma forma, Gonçalves et al. (2003), trabalhando com a espécie elixir-paregórico (*Ocimum selloi*), observaram que o teor de óleo não diferiu com a alteração da intensidade de luz. Sales et al. (2009b) observaram que para a espécie *Hyptis marrubioides* o teor de óleo essencial mostrou-se insensível aos níveis de irradiância.

Por outro lado, alguns trabalhos relatam o aumento do teor de óleo essencial em plantas aromáticas com o aumento da taxa de luminosidade (Chang et al., 2008; Gomes et al., 2009; Costa et al., 2010; Costa et al., 2012).

Diante disso, pode-se inferir que as plantas de *O. gratissimum* apresentaram respostas compatíveis de tolerância ao sombreamento sendo o limite de 70%. Por outro lado, a competição com planta daninha se mostrou prejudicial (acima de 13 plantas por vaso) em interação com sombreamento, quando analisada a massa seca da parte aérea da espécie medicinal, demonstrando a importância do conhecimento do momento ideal para realizar o manejo dessas plantas. E, embora

o teor de óleo essencial não tenha sido influenciado pelos fatores em estudos, numa condição de sombreamento parcial (52,3% – 56,6%), há maior produção de massa seca das plantas e, portanto, maior rendimento de óleo essencial (0,288 g).

4.2. Análises de rebrota

A análise de variância (Tabela 4) indicou que as variáveis massa seca de raiz da espécie medicinal (MSRm), massa seca da parte aérea da espécie daninha (MSPAd) e massa seca de raiz da espécie daninha (MSRd) foram afetadas pela interação entre os níveis de sombreamento e densidade de planta daninha. Por outro lado, as variáveis altura do ramo principal (ALT) e massa seca da parte aérea da espécie medicinal (MSPAm) foram afetadas pelos níveis de sombreamento.

Tabela 4: Análise de variância das variáveis de rebrota aos 30 dias após o corte: Altura (ALTr) (cm), massa seca da parte aérea (MSPAmr) (g), massa seca do sistema radicular (MSRmr) (g) de *Ocimum gratissimum*, massa seca da parte aérea (MSPAdr) (g) e massa seca do sistema radicular (MSRdr) (g) de *Cyperus rotundus* L. em diferentes níveis de sombreamento (48%, 75%, 77%, 83% e 90%) e densidades de planta daninha (0, 5, 10, 15 e 20). Campos dos Goytacazes, RJ. 2018. Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM).

FV	GL	QM VARIÁVEIS				
		ALTr	MSPAmr	MSRmr	MSPAdr	MSRdr
Bloco	3					
Densidade	4	56.00000 ^{ns}	0.2707150E-01 ^{ns}	42.52679**	71.20966**	1234.215**
Sombreamento	4	311.2250*	4.011809**	118.2520**	77.53438**	2234.388**
Sombre.*Densid.	16	61.91250 ^{ns}	0.5363752 ^{ns}	14.44047**	13.33551**	253.5133**
Resíduo	72	88.37694	0.4950525	6.147136	5.063513	60.05943

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

Diferentemente dos resultados obtidos nos parâmetros avaliados aos 120 dias após o transplântio, a variável altura do ramo principal (ALT) analisada após a rebrota, apresentou comportamento quadrático em função dos níveis de sombreamento, obtendo-se a maior estimativa da altura (20,91 cm) em 48% de sombreamento (Figura 13).

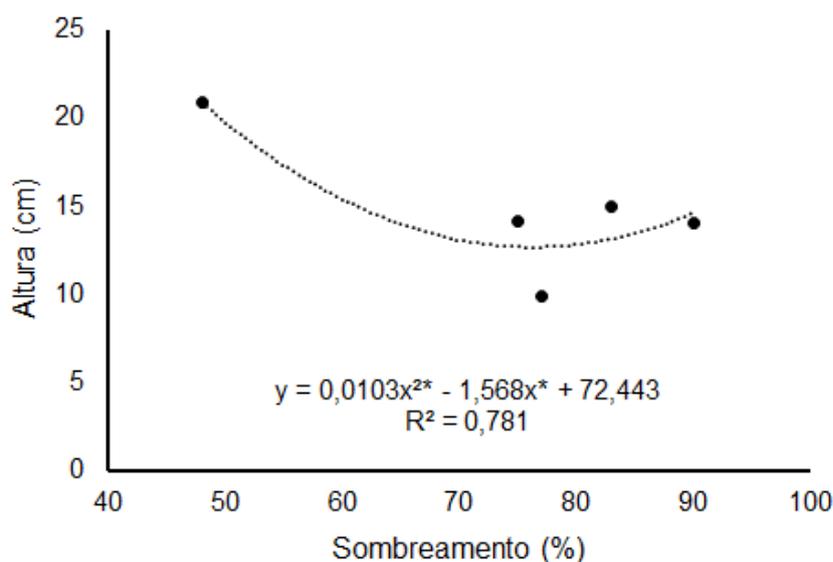


Figura 13: Altura do ramo principal de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No momento da colheita, as plantas medicinais foram cortadas a 5 cm do solo, altura em que não foi observada nenhuma folha nas plantas. Uma desfolha mais intensa, em que se elimina grande quantidade de área foliar, levando à maior redução da capacidade fotossintética, torna a rebrota mais dependente das reservas (Gomide et al., 2002). Segundo Scheffer-Basso et al. (2008), as plantas rebrotam com mais vigor em virtude de possuírem maior quantidade de fotoassimilados de reserva.

No que se refere a massa seca da parte aérea medicinal (MSPAm), observa-se uma redução linear significativa com o aumento do sombreamento, sendo máxima (1,47 g) no sombreamento de 48% (Figura 14).

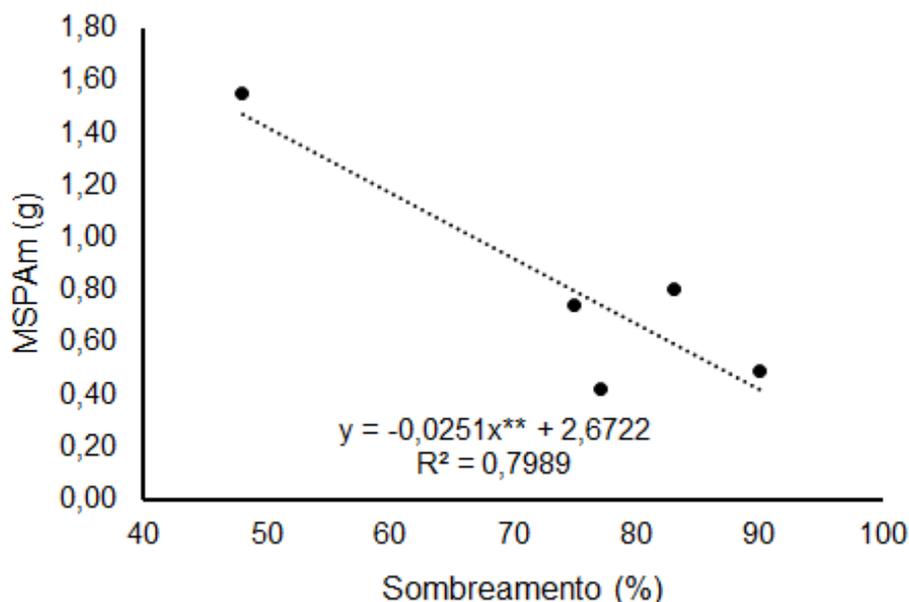


Figura 14: Massa seca da parte aérea de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados de rebrota encontrados indicam que plantas de *O. gratissimum* têm a produção de biomassa influenciada pelo sombreamento, de tal forma que, em 90% de sombreamento observaram-se os menores rendimentos de massa seca. Resultado similar foi observado por Fernandes et al. (2013) em que aumento da luz disponível proporcionou o incremento na biomassa de folhas para as plantas de *Ocimum gratissimum*. Perini et al. (2011), trabalhando com *Cymbopogon nardus* observaram que as plantas apresentaram redução significativa da massa seca quando cultivadas sob sombreamento.

A massa seca do sistema radicular da espécie medicinal (MSRm) foi afetada pela interação entre os níveis de sombreamento e densidade de planta daninha, que, agindo de forma associada, possibilitaram o ajuste de um modelo de superfície de resposta (Figura 15), a partir do qual pode-se otimizar o sombreamento e densidade de plantas daninhas, com vistas à maximização desta produção de massa seca.

Observa-se que esta variável (MSRm) apresentou comportamento quadrático para os dois fatores em estudo, apresentando ponto de mínimo (11,05 g) em 67 % de sombreamento com uma densidade de 14 plantas daninhas. Por

outro lado, a variável MSRm apresentou maiores valores entre 54,9% e 58,3% de sombreamento com uma densidade de 14 plantas daninhas.

$$y = -0,012365x^{2**} + 1,660x^{**} + 0,01865z^{2*} - 0,5194z^* - 41,0438$$

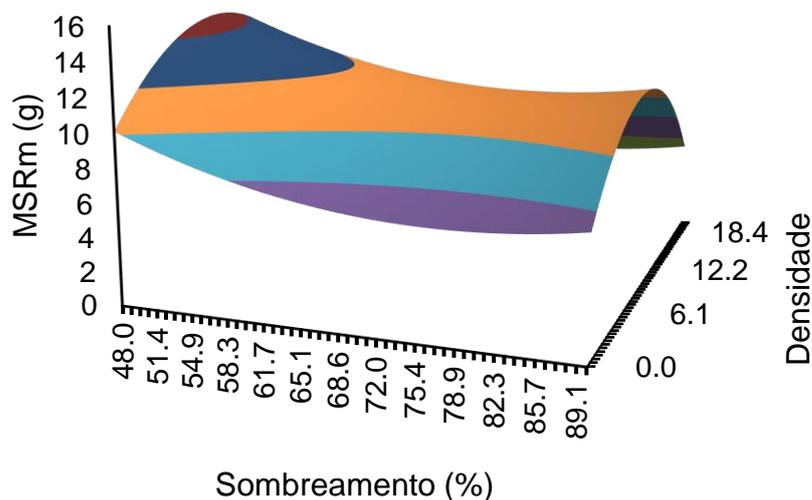


Figura 15: Massa seca do sistema radicular de *O. gratissimum* em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas daninhas. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Segundo Castro et al. (2005), existe uma alocação preferencial de fotoassimilados para o sistema radicular nas plantas cultivadas em condições de alta luminosidade em detrimento de plantas cultivadas sob baixa condições de luminosidade.

Observa-se que a MSRm aumenta conforme se aumenta a densidade de plantas daninhas até atingir o máximo em 14 plantas daninhas por vaso. No entanto, em maiores densidades de planta daninha (acima de 14 plantas daninhas por vaso), observa-se uma redução na massa seca de raiz da espécie medicinal. Com tais resultados, fica evidente a agressividade de *C. rotundus* e a grande necessidade de que medidas adequadas de manejo sejam tomadas com vistas a redução da disseminação da espécie (Silva Terceiro et al., 2016). Essas medidas incluem medidas preventivas, medidas culturais, rotação de culturas, adubação verde (Erasmus et al., 2004), solarização (Ricci et al., 2000) e cobertura do solo com palha (Gravena et al., 2004; Trezzi e Vidal, 2004).

De acordo com Paixão (2008), a tiririca é uma planta daninha altamente disseminada e agressiva, e se multiplica por sementes e em especial, vegetativamente, a partir de rizomas e bulbos subterrâneos, sendo estes os motivos da sua vantagem competitiva com as culturas.

Da mesma forma, a variável massa seca da parte aérea da espécie daninha também foi afetada pelos dois fatores em estudo, sendo possível o ajuste de um modelo de superfície de resposta (Figura 16). Observa-se que esta variável apresentou comportamento linear para o sombreamento e quadrático para a densidade, obtendo-se a maior massa seca (entre 7 e 8 g) em 90% de sombreamento e com uma densidade de 6,1 a 12,2 plantas daninhas.

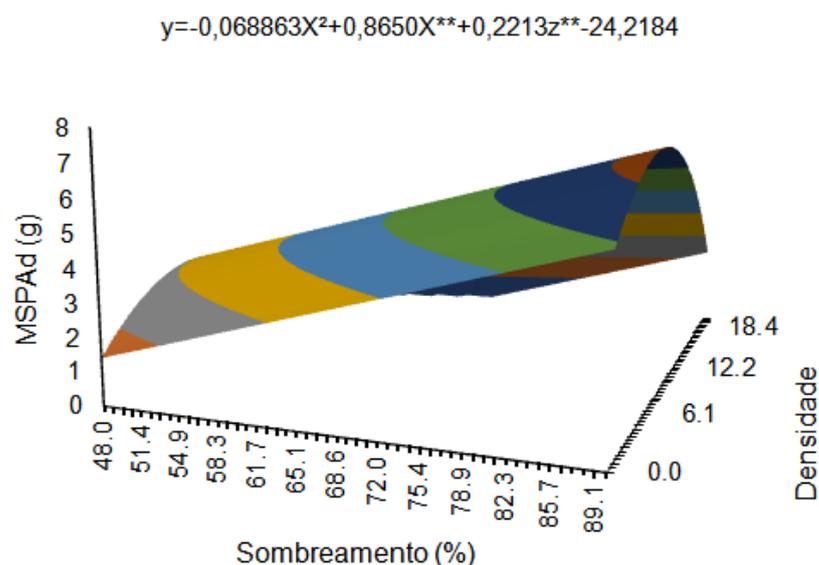


Figura 16: Massa seca da parte aérea de *Cyperus rotundus* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Apesar da espécie *C. rotundus* apresentar rota fotossintética C4, necessitando, desta forma, se desenvolver em condições de alta temperatura e luminosidade (Jakelaitis et al., 2003) observam-se que no tratamento com menor sombreamento (48%), as plantas daninhas apresentaram menor massa seca da parte aérea (Figura 16) e massa seca do sistema radicular (Figura 17). Estes resultados indicam que houve o “sombreamento do sombreamento”, ou seja, as plantas daninhas foram afetadas pelo sombreamento do plástico que cobre a casa

de vegetação e pelo sombreamento imposto pelas plantas da espécie medicinal, que, por sua vez, apresentaram maior crescimento neste sombreamento.

Por outro lado, observa-se que a massa seca da parte aérea da espécie daninha aumenta conforme o aumento do sombreamento. Tais resultados revelam que, embora os demais sombreamentos (75%, 77%, 83% e 90%) tenham sofrido os efeitos do “sombreamento do sombreamento” (sombreamento imposto pelo plástico da casa de vegetação + sombreamento dos respectivos tratamentos), as plantas de *C. rotundus* não foram influenciadas pelo sombreamento imposto pelas plantas da espécie medicinal, uma vez que estas apresentaram menor crescimento à medida que se aumentou o sombreamento.

Resultado semelhante foi observado por Aguilera et al. (2004), em cultivo de botão-de-ouro (*Siegesbeckia orientalis*) sob duas condições luminosas. Os autores verificaram que as plantas apresentavam maior produção de matéria seca em 50% de sombreamento.

À medida que se aumenta a densidade de plantas (acima de 12 plantas por vaso), observa-se que há uma redução na massa seca da planta daninha. Isso sugere certo grau de competição intraespecífica de *C. rotundus*, que promove a redução na produção de massa seca à medida que se aumenta a densidade de plantas por vaso.

Para a variável massa seca do sistema radicular da planta daninha (*Cyperus rotundus* L.) houve interação entre os dois fatores estudados (Figura 17). Observa-se que esta variável apresentou comportamento linear para os fatores em estudo, obtendo-se o máximo de massa seca de raiz (entre 30 e 35 g) em 90% de sombreamento. Estes resultados ocorrem devido ao fato da espécie daninha se propagar tanto por semente quanto por forma vegetativa a partir de bulbos, tubérculos e rizomas subterrâneos (Lorenzi, 2008).

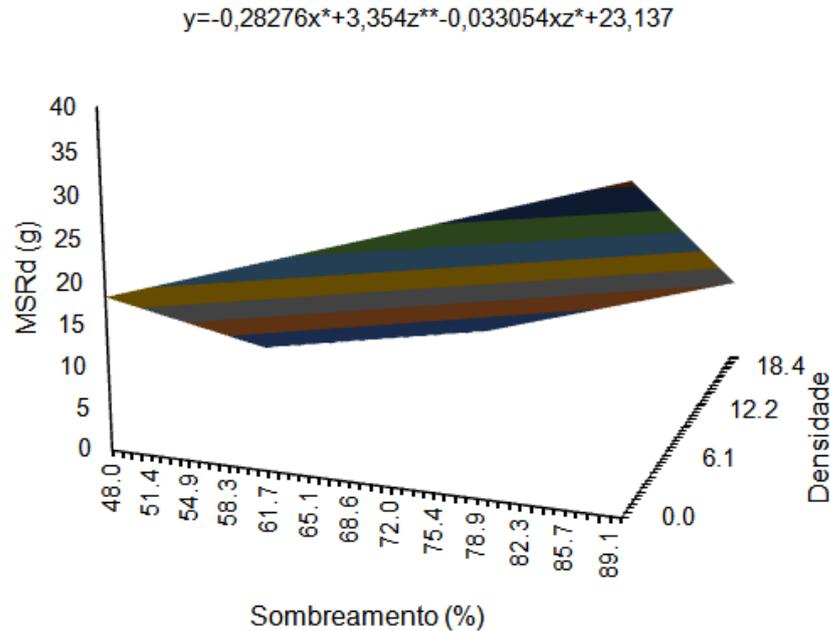


Figura 17: Matéria seca do sistema radicular de *Cyperus rotundus* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas. ** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Por outro lado, a menor massa seca de raiz da espécie daninha, pode ser obtida em 48% de sombreamento e com 20 plantas por vaso. Observa-se, ainda, que há uma redução da massa seca de raiz à medida que aumenta a densidade de plantas por vaso. Com tais resultados, fica demonstrado o expressivo crescimento radicular de *C. rotundus*, em relação à cultura estudada e, também, em relação ao crescimento de sua parte aérea. O que representa uma característica de agressividade da planta daninha, a qual investe grande parte dos fotoassimilados na produção de estruturas subterrâneas utilizadas para propagação e, também, para garantir a exploração de um maior volume de solo e uma rápida ocupação e disseminação do meio edáfico (Silva Terceiro et al., 2016).

Desta forma, pode-se inferir que a rebrota das plantas de *O. gratissimum* bem como de *C. rotundus* são influenciadas pela intensidade de luz, de tal forma que o sombreamento de 48 % proporcionou uma maior produção da espécie medicinal, controlando a espécie daninha.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O alfavacão (*Ocimum gratissimum*) também conhecido como alfavaca ou alfavaca-cravo, caracteriza-se como um subarbusto aromático, originário da Ásia e África e subespontâneo em todo o território brasileiro. É amplamente utilizado na alimentação, produção de cosméticos e na medicina popular, além de ser uma importante fonte de óleos essenciais. No entanto, apesar de sua importância, ainda são precários estudos sobre a influência do sombreamento e da interferência com plantas daninhas para a espécie alfavacão. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento e densidade de planta daninha (*Cyperus rotundus* L.) no crescimento, produção de óleo essencial e rebrota de *Ocimum gratissimum*.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no município de Campos dos Goytacazes - RJ. O delineamento experimental adotado foi bloco ao acaso (DBC) em esquema fatorial 5x5, sendo 5 níveis de sombreamento (48%, 75%, 77%, 83% e 90%) e 5 densidades da planta daninha (0, 5, 10, 15 e 20 por vaso), com 4 repetições. As variáveis analisadas foram altura do ramo principal (ALT), diâmetro do caule (DIC), número de folhas (NF), número de ramificações (NR), índice de clorofila das folhas (SPAD), área foliar (AF), massa seca da parte aérea da espécie medicinal (MSPAm), massa seca da parte aérea da espécie daninha (MSPAd) e teor de óleo essencial (TO).

Além disso, também foram feitas análises de rebrota, sendo analisadas a altura do ramo principal (ALT), massa seca da parte aérea da espécie medicinal (MSPAm), massa seca do sistema radicular da espécie medicinal (MSRm), massa seca da parte aérea da espécie daninha (MSPAd) e massa seca do sistema radicular da espécie daninha (MSRd). Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e, em caso de diferença significativa, foi aplicada a análise de regressão. Os resultados demonstram que houve interação entre o sombreamento e densidade para a variável MSPAm. As variáveis ALT, DIC, NF, NR, SPAD e MSPAd foram influenciadas pelos níveis de sombreamentos. Por outro lado, o TO não apresentou diferença para nenhum dos fatores em estudo. Em contrapartida, os resultados da avaliação de rebrota demonstraram que houve interação entre o sombreamento e densidade para as variáveis MSRmr, MSPAdr e MSRdr. As variáveis ALTr e MSPAmr foram influenciadas pelos níveis de sombreamentos.

Diante disso, pode-se concluir que as plantas de *O. gratissimum* apresentam resposta compatíveis de tolerância ao sombreamento sendo o limite de 70%. Por outro lado, a competição com planta daninha se mostrou prejudicial em interação com sombreamento quando analisada a MSPAm, demonstrando a importância do conhecimento do momento ideal para realizar o manejo dessas plantas. E, embora o TO não tenha sido influenciado pelos fatores em estudos, numa condição de sombreamento parcial (52,3% – 56,6%) há maior produção de massa seca das plantas e, portanto, maior rendimento de óleo essencial. Todavia, para a rebrota, o menor sombreamento (48%) proporcionou maiores produções de massa seca de *O. gratissimum*, garantindo um melhor controle da espécie daninha (*Cyperus rotundus* L.).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ade- Ademilua, E.O., Obi, H.O., Craker, L.E. (2013) Growth and Essential Oil Yield of African Basil, *Ocimum gratissimum*, under Light and water stress. *Journal of Medicinally Active Plants*, v. 4, p.143-149.
- 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*, v. 26, n. 2, p. 271-278.
- Agostinetto, D., Vargas, L., Gazziero, D.L.P., SILVA, A.A. (2015) Manejo de plantas daninhas. *Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)*.
- Agra, M.F., Silva, K.N., Basílio, I.J.L.D., Freitas, P.F.J., Barbosa-Filho, M. (2008) Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 18, n. 3, p. 472-508.
- Aguilera, D.B., Ferreira, F.A., Cecon, P.R. (2004) Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. *Plantas Daninhas*, v.22, n.1, p.43-51.
- Almeida, A.C., Oliveira, L., Paulo, P.D., Martins, E.R., Souza, R.M., Figueiredo, L.S., Santos, C.A., Fonseca, H.C. (2013) Potencial antimicrobiano dos óleos essenciais de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e alfavacão (*Ocimum gratissimum* L.) em carne moída de ovinos contaminada experimentalmente com *Staphylococcus aureus*. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 20, n. 4, p. 248-251.

- Amorim, M.C., Medeiros Junior, F.J., Pessoa, M.F.E.A., Manoel Barbosa Dantas, M.B., Wanderley, P.A. (2012) Rendimento do óleo essencial da Alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) em diferentes partes da planta. *VII CONNEPI*.
- Andrade, C.M.S., Valentim, J.F., Carneiro, J.C., Vaz, F.A. (2004) Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, p. 263-270.
- Badke, M.R., Budó, M.L.D., Silva, F.M., Ressel, L.R. (2011) *Plantas medicinais: o saber sustentado na prática do cotidiano popular. Esc Anna Nery*, v. 15, p. 132-139.
- Barbosa, C.O., Morais, S.M., Sousa, H.A., Câmara Neto, J.F., Martins, V.C., Vieira, I.G.P., Pereira, R.C.A., Carioca, J.O.B. (2016) Óleo essencial de *Ocimum gratissimum*: caracterização química, atividade antioxidante, inibição de acetilcolinesterase e toxicidade. *2º Simpósio Nordestino de química*.
- Barros, L., Heleno, S.A., Carvalho, A.M., Ferreira, C.F.R. (2010) Lamiaceae often used in Portuguese folk medicine as a source of powerful antioxidants: Vitamins and phenolics. *Food Sci. Technol*, v. 43, p. 544-550.
- Brant, R.S., Pinto, J.E.B.P., Rosa, L.F., Albuquerque, C.J.B., Feri, P.H., Corêa, R.M. (2009) Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n.5, p. 1401-1407.
- Brasil. (2006) Ministério da Saúde. *Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos*. Brasília, 60p.
- Brasil. (2017) Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Biodiversidade Brasileira*. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>>. Acesso em 17/11/2017.
- Brighenti, A.M., Costa, T.R., Rocha, W.S.D., Calsavara, L.H.F., Nicodemos, L.C. (2010) Manual de Identificação e Manejo de Plantas Daninhas em Cultivos de Cana-de-açúcar. *Embrapa Gado de Leite Juiz de Fora, MG*.
- Carvalho, P.A., Barros, V.M.S., Zonta, P.L., Souza, H.N. (2015) Manutenção da tradição e do conhecimento sobre plantas medicinais em terreiros de Umbanda e Candomblé na Zona da Mata de Minas Gerais. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n. 3.

- Castro, E.M., Pinto, J.E.B.P., Melo, H.C., Soares, A.M., Alvarenga, A.A., Lima Júnior, E.C. (2005) Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas a fotoperíodos. *Horticultura Brasileira*, v. 23, n. 3, p. 846-850.
- 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.
- Ciuberkis, S., Bernotas, S., Raudonius, S., Felix, J. (2007) Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. *Weed Technology*, v. 21, p. 612-617.
- Clevenger, J.F. (1928) Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of American Pharmacological Association*, v. 17, p. 345-349.
- Concenção, G., Ferreira, E.A., Silva, A.A., Ferreira, F.A., Galon, L., Reis, M.R., d'antonino, L., Vargas, L., Silva, L.V.B.D. (2008) Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. *Planta daninha*, v. 26, n. 3, p. 595-600.
- Constantin, J. (2011) *Métodos de manejo*. In Oliveira Junior, R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Editora Omnipax, 362 p.
- Constantin, J., Oliveira Jr, R.S. (2011) *Misturas de herbicidas contendo Glyphosate: situação atual, perspectiva e possibilidades*. In: Oliveira Jr, R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. 348p. Capítulo. 12 Curitiba, PR: ominipax.
- Corrêa, R.M, Pinto, J.E.B.P, Reis, E.S, Costa, L.C.B, Alves, P.B, Niculan, E.S, Brant, R.S. (2010) Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. *Revista brasileira plantas medicinais*, v. 12, n. 1, p. 80-89.
- Corrêa, R.M., Pinto, J.E.B., Reis, E.S., Moreira, C.M. (2012) Crescimento de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de folhas de orégano sob malhas coloridas. *Global Science and Technology*, v. 5, n. 1, p.11-22.
- 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.

- Costa, L.C.B., Pinto, J.E.B.P., Bertolucci, S.K.V., Cardoso, M.G. (2007) Produção de biomassa e óleo essencial de elixir-paregórico em função do corte das inflorescências e épocas de colheita. *Horticultura Brasileira*, v. 25, n. 2, p. 175-179.
- Costa, L.C.B., Pinto, J.E.B.P., Castro, E.M., Alves, E., Rosal, L.F., Bertolucci, S.K., Alves, P.B., Evangelino, T.S. (2010) Yield and composition of the essential oil of *Ocimum selloi* Benth cultivated under colored netting. *The Journal of Essential Oil Research*, v. 22, p. 34-39.
- Cruz, T.P., Alves, F.R., Mendonça, R.F., Costa, A.V., Jesus Junior, W.C., Pinheiro, P.F., Marins, A.K. (2015) Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowit (citronela) contra *Fusarium solani*. *Biosciense Journal*, v. 31, n. 1, p. 1-8.
- David, E.F.S., Mischán, M.M., Boaro, C.S.F. (2006) Rendimento e composição do óleo essencial de *Mentha piperita* L., cultivada em solução nutritiva com diferentes níveis de fósforo. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 183-188.
- Dousseau, S., Alvarenga, A.A., Santos, M.O., Arantes, L.O. (2007) Influência de Diferentes Condições de Sombreamento sobre o Crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, supl. 2, p. 477-479.
- EMBRAPA Milho e Sorgo (2006) *Sistema de Produção*. Versão eletrônica – 2ª edição: <http://www.sistemaproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/plantasdaninhas.htm> acesso 27 de outubro de 2017.
- Embrapa Trigo. (2006) Métodos de controle de plantas daninhas, (documentos online), Disponível em : http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62_8.htm.
- Erasmu, E.A., Azevedo, W.R., Sarmiento, R.A, Cunha, A.M.; Garcia, S.L.R. (2004) Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. *Planta Daninha*. v. 22, n. 3. p. 337-342.
- Fernandes, V.F., Almeida, L.B., Feijó, E.V.R.S., Silva, D.C., Oliveira, R.A., Mielke, M.S., Costa, L.C.B. (2013) Light intensity on growth, leaf micromorphology and essential oil production of *Ocimum gratissimum*. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 23, n. 3, p. 419-424.

- Ferreira, V.F., Pinto, A.C. (2010) A fitoterapia no mundo atual. *Química Nova*, v. 33, n. 9.
- Figueiredo, L.S., Bonfim, F.P.G, Siqueira, C.S., Fonseca, M.M., Silva, A.H. Martins, E.R. (2009) Efeito da época de colheita na produção de fitomassa e rendimento de óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 11, p. 154-158.
- Firmo, W.C.A., Menezes, V.J.M., Passos, C.E.C., Dias, C.N., Alves, L.P.L., Dias, I.C.L., Santos Neto, M., Olea, R.S.G. (2011) Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais. *Cadernos de Pesquisa*, v. 18, n. especial.
- Fontes, J.R.A, Gonçalves, J.R.P. (2009) *Manejo integrado de plantas daninhas*. In I Simpósio sobre Manejo de pragas – Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas em grãos e frutíferas, 18 p.
- Fumagali, E., Gonçalves, R.A.C., Machado, M.F.P.S., Vidoti, G.J., Oliveira, A.B. (2008) Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. *Revista brasileira de farmacognosia*, v. 18, n. 4, p. 627-641.
- Geromini, K.V.N., Roratto, F.B., Ferreira, F.G., Polido, P.B., Souza, S.G.H., Valle, J.S., Colauto, N.B., Linde, G.A. (2012) Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas medicinais. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia UNIPAR*, v. 15, n. 2, p. 127-131.
- Gobbi, K.F., Garcia, R., Garcez Neto, A.F., Pereira, O.G., Ventrella, M.C., Rocha, G.C. (2009) Características morfológicas, estruturais e produtividade do capimbraquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 9, p. 1645-1654.
- Gobbo-Neto, L., Lopes, N.P. (2007) Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 374-381.
- Gomes, P.A., Souza, M.F., Souza Júnior, I.T., Carvalho Junior, W.G.O., Figueiredo, L.S., Martins, E.R. (2009) Influencia do sombreamento na produção de biomassa, óleo essencial e quantidade de tricomas glandulares em cidrão (*Lippia citriodora* Lam.). *Biotemas*, v.22, n.4, p.9-14.
- Gomide, C.A.M., Gomide, J.A., Huaman, C.A.M., Paciullo, D.S.C. R. (2002) Fotossíntese, Reservas Orgânicas e Rebrotas do Capim-Mombaça

- (*Panicum maximum* Jacq.) sob Diferentes Intensidades de Desfolha do Perfilho Principal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 6, p. 2165-2175.
- Gonçalves, L.A., Barbosa, L.C.A., Azevedo, A.A., Casali, V.W.D, Nascimento, E.A. (2003) Produção e composição do óleo essencial de Alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth.) em resposta a dois níveis de radiação solar. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 6, n. 1, p. 8-14.
- Grandi, T.S.M. (2014) *Tratado das plantas medicinais: Mineiras, nativas e cultivadas*. 1. ed., Dados eletrônicos. Belo Horizonte: Adaequatio Estúdio, 1204p.
- Grave, F., Franco, E.T.H., Pacheco, J. P., Santos, S.R. (2007) Crescimento de plantas jovens de Açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. *Ciência Florestal*, v. 17, n. 4, p. 289-298.
- Gravena, R., Rodrigues, J.P.R.G., Spindola, W., Pitelli, R.A., Alves, P.L.C.A. (2004) Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas Trifloxysulfuron Sodium + Ametrinal. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 419-427.
- Jakelaitis, A., Ferreira, L.R., Silva, A.A., Agnes, E.L., Miranda, G.V., Machado, A.F.L. (2003) Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. *Planta Daninha*, Viçosa, v.21, n.1, p. 89-95.
- Kaurinovic, B., Popovic, M., Vlaisavljevic, S., Trivic, S. (2011) Antioxidant capacity of *O. basilicum* L. and *Origanum vulgare* L. extracts. *Molecules*, p. 7401-7414.
- Köppen, W. (1948) *Climatologia*. Fundo de Cultura Econômica, México. 479p.
- Lenhard, N.R., Paiva Neto, V.B., Scalon, S. P.Q., Alvarenga, A.A. (2013) Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 2, p. 178-186.
- Lima Junior, E.C., Alvarenga, A.A., Castro, E.M., Vieira, C.V., Oliveira, H.M. (2005) Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Ciência Rural*, v35, n.5, p.1092-1097.
- Lima, J.D., Silva, B.M.S., Moraes, W.S. (2007) Efeito da intensidade da luz no crescimento de mudas de *Virola surinames* (Rol.) Warb. *Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias*, v. 13, n. 2, p. 39-45.

- Lima, J.D., Silva, B.M.S., Moraes, W.S., Dantas, V.A.A., Almeida, C.C. (2008) Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia férrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Acta Amazônica*, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10.
- Lima, M.C., Amarante, L., Mariot, M.P., Serpa, R. (2011) Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. *Ciência Rural*, v. 41, n. 1.
- López-Ovejero, R.F., Fancelli, A.L., Dourado-Neto, D., García Y García, A.E., Christoffoleti, P.J. (2003) Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. *Planta Daninha*, v. 21, n. 3, p. 413-419.
- Lorenzi H. (2014) *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional*. 7. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- Lorenzi, H. (1991) *Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas, Tóxicas e Medicinais*. 2ª edição. Nova Odessa, SP: Plantarum. 440 p.
- Lorenzi, H. (2008) *Plantas daninhas do Brasil: terrestre, aquática, parasitas e tóxicas*. 4. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 640 p.
- Lorenzi, H., Matos, F.J.A. (2008) *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 2ª edição, Nova Odessa: Instituto Plantarum, 544 p.
- Luz J.M.Q., Morais T.P.S., Blank A.F., Sodr e A.C.B., Oliveira G.S. (2009) Teor, rendimento e composi o química do óleo essencial de manjeriço sob doses de cama de frango. *Horticultura Brasileira*, v. 27, p. 349-353.
- Macías, F.A., Molinillo, J.M.G., Varela, R.M., Galindo, J.C.G. (2007) Allelopathy - A natural alternative for weed control. *Pest Management Science*, v. 63, p. 327-348.
- Martins, J.R., Alvarenga, A.A., Castro, E.M., Silva, A.P.O., Alves, E. (2010) Teores de pigmentos fotossintéticos e estrutura de cloroplastos de Alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. *Ciência Rural*, Santa Maria. v. 40, n.1, p. 356-363.
- Martins, J.R., Alvarenga, A.A., Castro, E.M., Silva, A.P.O., Oliveira, C., Alves, E. (2009) Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. *Ciência Rural*, v. 39, n.1.

- Martuscello, J.A., Jank, L., Gontijo Neto, M.M., Laura, V.A., Daniel Cunha, D.N.F.V. (2009) Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 7, p. 1183-1190.
- Meira, M.R, Martins, E.R, Manganotti, S.A. (2012) Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de melissa (*Melissa officinalis* L.) sob diferentes níveis de sombreamento. *Revista brasileira de plantas medicinais* [online], v. 14, n. 2, p.352-357.
- Minolta Camera Co., Ltda. (1989) *Manual for chlorophyll meter SPAD 502*. Osaka: Minolta Radiometric Instruments divisions. 22p.
- Miralles, J., Martínez-Sánchez, J.J., Franco, J.A. (2011) *Rhamnus alaternus* growth under four simulated shade environments: Morphological, anatomical and physiological responses. *Scientia Horticulturae*, v. 127, p. 562-570.
- Morais, L.A.S. (2009) Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira*, v. 27, p. 4050-4063.
- Morais, L.A.S., Castanha, R.F. (2012) Composição química do óleo essencial de manjerição naturalmente submetido ao ataque de cochonilhas. *Horticultura Brasileira*, p. 2178-2182.
- Niinemets, U., Tobias, M., Cescatti, A., Sparrow, A.D. (2006) Size-dependent variation in shoot light-harvesting efficiency in shade-intolerant conifers. *International Journal of Plant Sciences*, v. 167, n.1, p. 19-32.
- Ogendo, J.O., Kostyukovsky, M., Ravid, U., Matasyoh, J.C., Deng, A.L., Omolo E.O., Kariuki, S.T., Shaaya E. (2008) Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *Journal of Stored Products Research*, v. 44, p. 328–334.
- Oliveira Jr., R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. (2011) *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 348p.
- Oliveira, L.B.S., Batista, A.H.M., Fernandes, F.C., Sales, G.W.P., Nogueira, N.A.P. (2016) Atividade antifúngica e possível mecanismo de ação do óleo essencial de folhas de *Ocimum gratissimum* (Linn.) sobre espécies de *Candida*. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 18, n. 2, p. 511-523.
- Oliveira, M.I., Castro, E.M., Costa, L.C.B., Oliveira, C. (2009) Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 11, n. 1, p. 56-62.

- Oliveira, V.C.S.P., Tavares, M.I.B., Silva, E.M.B., Lima, B.N.B., Neto, R.P.C. (2015) Uso da RMN de baixa resolução na avaliação da dinâmica molecular do *Origanum vulgare*. *Quimica Nova*, v. 38, n. 3, p. 351-355.
- Paciullo, D.S.C.; Carvalho, C.A.B.; Aroeira, L.J.M., Morenz, M.J.F., Lopes, F.C.F., Rossiello, R.O.P. (2007) Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a pleno sol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 4, p. 573-579.
- Paixão, J.L.F. (2008) *Avaliação de preparos homeopáticos em tiririca (Cyperus rotundus)*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 40 p.
- Pandey, A.K., Singh, P., Tripathi, N.N. (2014) Chemistry and bioactivities of essential oils of some *Ocimum* species: An Overview. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 4, n. 9, p. 682-694.
- Panozzo, L.E., Agostinetto, D., Galon, L., Moraes, P.V.D., Pinto, J.J.O., Neves, R. (2009) Métodos de manejo de *Cyperus esculentus* na lavoura de arroz irrigado. *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 165-174, 2009.
- Passos, M.G., Carvalho, H., Wiest, J.M. (2009) Inibição e inativação in vitro de diferentes métodos de extração de *Ocimum gratissimum* L. (“alfavacão”, “alfavaca”, “alfavaca-cravo”) Labiatae (Lamiaceae), frente a bactérias de interesse em alimentos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 71-78.
- Paula, J.P., Farago, P.V., Ribas, J.L., Spinardi, G.M., Doll, P.M., Artoni, R.F., Zawadzki, S. (2007) *In vivo* evaluation of the mutagenic potential of estragole and eugenol chemotypes of *Ocimum selloi* Benth. essential oil. *Latin American Journal of Pharmacy*. v. 6, n. 6, p. 846-851.
- Pereira, C.A.M., Maia, J.F. (2007) Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 3, p. 624-632.
- 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*, v. 27, n. 6, p. 924-931.
- Perini, V.B.M., Castro, H.G., Santos, G.R., Chagas Júnior, A.F., Cardoso, D.P., Aguiar, R.W.S., Soares, A.A. (2013) Effect of vegetal extract in the inhibition

of mycelial growth of *Pyricularia grisea*. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 4, p. 70-77.

- Pinto, J.E.B.P., Cardoso, J.C.W., Castro, E.M., Bertolucci, S.K., Melo, L.A., Dousseau, S. (2007) Espectros morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do Brasil em função de níveis de sombreamento. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.2, p.210-214.
- Pitelli, R.A. (1985) Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Informática Agropecuária*, v. 11, n. 1, p. 16-27.
- Prochnwm, D. (2015) *Crescimento, produção e qualidade de óleo essencial de Aloysia triphylla em função da disponibilidade hídrica e sazonalidade*. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, 57 p.
- Ricci, M.S.F., Almeida, D.L., Fernandes, M.C.A., Ribeiro, R.L.D., Cantanheide, M.C.S. (2000) Efeitos da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v. 35, n. 11, p. 2175-2179.
- Rice, E.L. (1984) *Allelopathy*. 2ª edição, New York: Academic, 422 p.
- Rosal, L.F., Pinto, J.E.B.P., Bertolucci, S.K.V., Brant, R.S., Niculau, E.S., Alves, P.B. (2011) Produção vegetal e de óleo essencial de boldo pequeno em função de fontes de adubos orgânicos. *Revista Ceres*, v. 58, n.5, p. 670-678.
- Sales, J.F., Pinto, J.E.B., Botrel, P.P., Silva, F.G., Correa, R.M., Carvalho, J.G. (2009b) Germinação de sementes, crescimento da planta e composição química do óleo essencial de *Hyptis marruboides* EPL., Lamiaceae. *Bioscience Journal*, v. 25, p. 60-68.
- Sales, J.F., Pinto, J.E.B.P., Ferri, P.H., Silva, F.G., Oliveira, C.B.A., Botrel, P.P. (2009a) Influência do nível de irradiância no crescimento, produção e composição química do óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marruboides* Epl.). *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, p. 379-386.
- Scheffer-Basso, S.M., Lubenow, R., Carneiro, C.M., Chini, S.O. (2008) Morfofisiologia da rebrota de *Baccharis trimera* (Less) DC., Asteraceae: subsídios para seu controle em pastagens naturais. *Revista Biotemas*, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 31-37.

- Silva Terceiro, E.N., Pessôa, U.C.M., Souza, A.S., Soares Filho, A.A., Pimenta, T.A. (2016) Aspectos fisiológicos do feijão-caupi e crescimento de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sob competição em solo compactado. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 1, p. 14-22.
- Silva, A.A. (2002) *Biologia e controle de plantas daninhas*. Viçosa: DFT, UFV, CDROM.
- Silva, A.A., Silva, J.F. (2007) *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Editora UFV. 1ª ed. 367 p.
- Silva, A.C., Ferreira, F.A., Ferreira, L.R. (2006) Manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 3, n. 2.
- Silva, M.A.S., Pereira, M.S., Andrade, E., Cigolini, C.A., Marques, M.O.M. (2007) Efeito da época de colheita sobre a produção de biomassa, rendimento e composição do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* L. sob as condições do norte do Mato Grosso. In: Simpósio Brasileiro de Óleos Essenciais, Fortaleza. *Resumos...* Instituto Agronômico de Campinas.
- Silva, M.R.M., Durigan, J.C. (2009) Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II – Cultivar Caiapó. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 2, p. 373-379.
- Silveira, H.R.O.; Ferraz, E.O.; Matos, C.C.; Alvarenga, I.C.A.; Guilherme, D. O.; Tuffi Santos, L. D.; Martins, E. R. (2010) Alelopatia e homeopatia no manejo da tiririca (*Cyperus rotundus*). *Planta daninha*. v.28, n.3.
- Sturion; J.A., Antunes, B.M.A. (2000) *Produção de mudas de espécies florestais*. In: Galvão, A.P.M. Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais, Colombo. p. 125-150.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2004) *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed Editora S/A. 438 p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2013) *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954 p.
- Trezzi, M.M., Vidal, R.A. (2004) Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – efeitos da cobertura morta. *Planta Daninha*, v. 22, n. 1, p. 1-10.
- Valladares, F., Niinemets, U. (2008) Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 39, p. 237-257.

Vargas, L., Oliveira, O.L.P. (2013) Manejo de plantas daninhas em fruticultura sob sistema de produção convencional, integrada e orgânica. *EMBRAPA – CNPUV*.

Vasconcelos, M.C.C., Silva, A.F.A., Lima, R.S. (2012) Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas. *Revista Agropecuária Científica No Semiárido*, v. 8, n. 1, p. 01-06.