

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO E DENSIDADE DE PLANTA  
DANINHA NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DE *Rosmarinus officinalis* L.

**MARIA JULIANA ARAUJO DE OLIVEIRA**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
JUNHO – 2019

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO E DENSIDADE DE PLANTA  
DANINHA NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DE *Rosmarinus officinalis* L.

**MARIA JULIANA ARAUJO DE OLIVEIRA**

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  
JUNHO – 2019

**FICHA CATALOGRÁFICA**

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

O48

Oliveira, Maria Juliana Araujo de.

Influência do sombreamento e da densidade de planta daninha no crescimento e produção de óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. / Maria Juliana Araujo de Oliveira. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

51 f. : il.

Bibliografia: 31 - 39.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2019.  
Orientador: Silverio de Paiva Freitas.

1. Alecrim. 2. Sombreamento nas plantas. 3. Influência de plantas daninhas do crescimento do alecrim. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

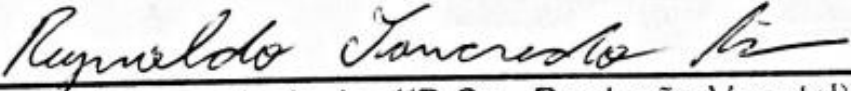
INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO E DENSIDADE DE PLANTA  
DANINHA NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DE *Rosmarinus officinalis* L.

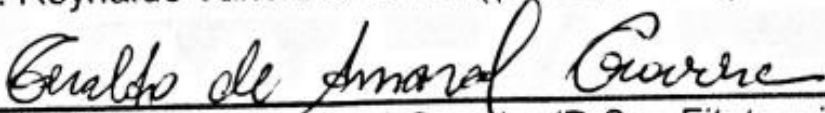
**MARIA JULIANA ARAUJO DE OLIVEIRA**

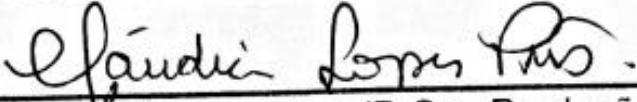
Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

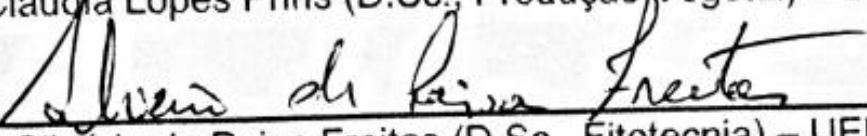
Aprovada em 17 de junho de 2019

Comissão Examinadora:

  
Prof. Reynaldo Tancredo Amim (D.Sc., Produção Vegetal) – IFF

  
Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UENF

  
Prof.<sup>a</sup> Cláudia Lopes Prins (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

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

Ao meu marido, Francis, que tanto fez por mim, ao longo desta caminhada. Às minhas irmãs, Andreia, Adriana e Teresa, que, cuidaram de mim, como mães e ao meu filho Davi, que mesmo no meu ventre fez toda diferença, dedico este trabalho!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida, cuidando de mim, me mostrando o caminho a seguir, me dando força e coragem o suficiente para enfrentar as dificuldades;

Às minhas irmãs, obrigada por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para que estivesse sempre andando pelo caminho correto;

Ao Professor D.Sc. Silvério, pela orientação, confiança, atenção, paciência e carinho durante o curso e durante essa etapa final que para mim foi muito conturbada, com a chegada do meu filho, em alguns momentos me senti ouvindo um verdadeiro PAI! Meus mais sinceros agradecimentos!

Ao D.Sc. Herval por sua colaboração neste trabalho, meu muito obrigada pelo seu tempo e disposição em me ajudar sempre que pedi e pelo carinho com que me tratou em todo esse período no laboratório!

À equipe do Setor de Plantas Daninhas e Plantas Mediciniais (Marcela, Tamara e Patrícia), às minhas amigas da UENF (Renata, Débora, Vanessa, Mariana, Ruth, Selsiane, Liliane e ao amigo Jean Carlos) 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!

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela contribuição em minha qualificação profissional e a CAPES pela bolsa de estudos.

**A todos, OBRIGADA!**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Importância das plantas medicinais .....	3
2.2. Caracterização botânica de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	4
2.3. Metabolismo secundário de plantas e produção dos óleos essenciais .....	5
2.4. Competição entre plantas .....	7
2.5. <i>Cyperus rotundus</i> L.....	8
2.6. Influência da radiação no crescimento e desenvolvimento das plantas.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3.1. Localização e variáveis climáticas .....	11
3.2. Material biológico .....	13
3.3. Parâmetros avaliados .....	14
3.4. Procedimento para extração do óleo essencial.....	14
3.5. Análises estatísticas.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
4.1. Parâmetros biométricos e quantificação do óleo essencial.....	16
5. RESUMOS E CONCLUSÕES.....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31



## RESUMO

OLIVEIRA, Maria Juliana Araujo; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Junho de 2019. Influência do sombreamento e densidade de planta daninha no crescimento e produção de óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. sob cultivo protegido. Orientador: Prof. Silvério de Paiva Freitas.

*Rosmarinus officinalis* L. é planta exótica e o interesse no seu cultivo tem crescido ao longo dos anos, pois pode ser utilizado tanto para fins medicinais como aromáticos e largamente utilizado na medicina popular, no entanto, o conhecimento filotécnico sobre a espécie é bastante limitado. O alecrim, pertence à família Lamiaceae originária do sul da Europa e do norte da África, é uma planta medicinal conhecida desde a antiguidade por seus efeitos medicinais. A importância de estudos sobre o comportamento fisiológico da flora medicinal brasileira consiste em gerar conhecimentos que possibilitem determinar condições ideais de cultivo a fim de alcançar maiores índices de produção de matéria seca e princípios ativos de interesse econômico e farmacológico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo e o teor de óleo essencial de plantas de alecrim, cultivadas sob diferentes sombreamentos e densidades de planta daninha. 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 em blocos ao acaso em parcela subdividida, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x5, sendo cinco

densidades de tiririca (0, 10,20,30 e 40 plantas por vaso) e cinco níveis de sombreamento 50%, 66%, 75%, 86% e 92%. As variáveis analisadas foram altura do ramo principal (ALT), diâmetro do caule (DIC), número de flores da planta daninha (NF), número de ramificações (NR), massa seca da parte aérea e da raiz da espécie medicinal (MSPAm, MSRm), massa seca da parte aérea e da raiz da espécie daninha (MSPAd, MSRd) e teor de óleo essencial (TO). 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 os níveis de sombreamento e a quantidade de plantas daninhas por vaso para todas as variáveis, exceto para variável altura, que foi significativa apenas para os níveis de sombreamento. As plantas também apresentaram certa plasticidade com relação às diferentes condições de luminosidade. Porém, os resultados registrados nas condições extremas de 92% de sombreamento, podem indicar que uma situação de excesso de sombreamento poderia retardar o crescimento do alecrim, comprometendo a produção do óleo essencial. Pode-se concluir que as plantas de *R. officinalis* apresentam resposta compatível de tolerância ao sombreamento, sendo o limite de 75%. 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.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Maria Juliana Araujo; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. June, 2019. Influence of shading and weed density on growth and production of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil under protected cultivation. Advisor: teacher. Silvério de Paiva Freitas.

*Rosmarinus officinalis* L. is an exotic plant and interest in its cultivation has grown over the years as it can be used for both medicinal and aromatic purposes and widely used in folk medicine, However, phytotechnical knowledge about the species is quite limited. Rosemary, belonging to the Lamiaceae family from southern Europe and northern Africa, is a medicinal plant known since ancient times for its medicinal effects. The importance of studies on the physiological behavior of the Brazilian medicinal flora is to generate knowledge to determine optimal cultivation conditions in order to achieve higher rates of dry matter production and active principles of economic and pharmacological interest. The objective of this work was to evaluate the vegetative growth and essential oil content of rosemary plants grown under different shading and weed densities. The experiment was carried out in a greenhouse of the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), located in Campos dos Goytacazes - RJ. The experimental design was a randomized complete block design with four replications in a 5x5 factorial scheme, with five tiryric densities (0, 10, 20, 30 and 40 plants per pot) and five shading levels 50%, 66 %, 75%, 86% and 92%. The variables analyzed were main branch height (ALT), stem diameter (DIC), number of weed flowers (NF), number of branches

(NR), shoot and root dry mass of the medicinal species (MSPAm, MSRm), shoot and root dry mass of weed (MSPAd, MSRd) and essential oil content (TO). The experimental data were submitted to variance analysis and, in case of significant difference, regression analysis was applied. The results show that there was interaction between shading levels and weed quantity per pot for all variables except for the height variable that was significant only for shading levels. The plants also presented some plasticity in relation to the different light conditions. However, the results recorded in the extreme 92% shading conditions may indicate that an over shading situation could slow rosemary growth by compromising essential oil production. It can be concluded that *R. officinalis* plants have compatible shading tolerance response being the limit of 75%. On the other hand, weed competition was detrimental in interaction with shading when MSPAm was analyzed, demonstrating the importance of knowing the ideal time to manage these plants.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade a população utiliza produtos naturais com o intuito de tratar diversas patologias. Apesar dos avanços, as plantas medicinais continuam sendo usadas pela população como forma alternativa ou complementar aos medicamentos sintéticos, exercendo um importante papel na saúde (Veiga-Junior e Mello, 2008).

De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (2014), cerca de 80% da população mundial utilizam medicamentos provenientes de plantas. 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 à obtenção de novos medicamentos (Kaurinovic et al., 2011).

A família botânica Lamiaceae apresenta distribuição orbícola, sendo, constituída de 236 gêneros e aproximadamente 7500 espécies com plantas de constituição normalmente herbáceas e arbustivas ricas em óleos voláteis. Segundo o Grupo de Filogenia das Angiospermas - APG III (2009), a família apresenta sete

subfamílias e, no Brasil, existem cerca de 500 espécies distribuídas em 38 gêneros (Souza e Lorenzi, 2012).

Neste contexto, destaca-se a espécie *Rosmarinus officinalis* L., cultivada em quase todo o território brasileiro, popularmente conhecida como alecrim, marcante por seu aroma forte e agradável (Takayama et al., 2016). Na indústria, o alecrim é muito utilizado por apresentar óleo essencial rico em substâncias tônicas, sendo utilizadas como estimulantes do couro cabeludo e como antiparasitário. Também é utilizado para aromatização em perfumes e fragrâncias, e por apresentar atividades antioxidantes e preservativas, tem se aumentado o interesse das indústrias farmacêuticas por essa planta.

Óleos essenciais são definidos pela Organização Internacional de Normalização (ISO) como um " produto obtido a partir de uma matéria-prima natural de origem vegetal, por destilação a vapor incluindo hidrodestilação, ou processos alternativos com o mesmo princípio (Groot e Schmidt, 2016). São misturas complexas de compostos voláteis, geralmente com grandes quantidades de terpenos, principalmente monoterpenos e sesquiterpenos (Melo et al., 2011), entre outros metabólitos secundários de plantas, como aromáticos, fenólicos e compostos alcoólicos (Patel, 2015).

A importância de estudos sobre o comportamento fisiológico da flora medicinal brasileira consiste em gerar conhecimentos que possibilitem determinar condições ideais de cultivo, a fim de alcançar maiores índices de produção de matéria seca e princípios ativos de interesse econômico e farmacológico. Embora haja muita informação relacionada à influência da intensidade da luz no crescimento e desenvolvimento de plantas medicinais (Martins et al., 2008; Brant et al., 2009; Souza et al., 2011; Costa et al., 2012), não foram encontrados, para o alecrim, estudos relacionados à qualidade da radiação incidente nas mudas em cultivo protegido. Além disso, para várias culturas, tem sido cada vez mais comum a adoção, com sucesso, de telados de diferentes colorações (Meirelles et al., 2007).

No entanto, apesar de sua importância, ainda são precários estudos sobre a influência do sombreamento e da interferência das plantas daninhas no comportamento da cultura. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento e densidade de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) no desenvolvimento e na produção de óleo essencial de *R. officinalis* L.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Importância das plantas medicinais

O Brasil possui uma ampla biodiversidade onde são encontradas inúmeras espécies vegetais. Atualmente, a maioria dos medicamentos é ou foi originada de estudos a partir da cultura popular, isto por sua vez, faz com que esta rica biodiversidade seja um vasto campo para a pesquisa científica (Brasil, 2011).

A utilização de plantas medicinais no tratamento de várias doenças ocorre há milhares de anos. As antigas civilizações já conheciam o poder medicinal de algumas plantas e as cultivavam, repassando os saberes a cada geração. Com o decorrer dos anos e o advento da medicina, este conhecimento passou a ser desvalorizado pelos profissionais de saúde, que começaram a focar o tratamento alopático. Porém, atualmente, a ciência e as políticas de saúde estão buscando restabelecer o uso das plantas medicinais pela população. (Feijó et. al., 2012).

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

ser uma atividade que não exige grandes áreas e não requer mão de obra intensiva, é importante na diversificação da produção e permite crescimento econômico (Lourenzani et al., 2004; Zuanassi e Mayorga, 2010). Em 2006, foi regulamentada a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos através do decreto 5.813, que estabelece diretrizes e ações visando o desenvolvimento de tecnologias e inovações, o fortalecimento das cadeias produtivas de plantas medicinais e uso sustentável da biodiversidade brasileira, de forma a garantir o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos (Brasil, 2006).

De acordo com a circular da Embrapa (2015), planta medicinal é aquela que possui em um ou em vários de seus órgãos, ou seja nas folhas, caule, flores e raízes, substâncias utilizadas com finalidade terapêutica, as quais são conhecidas como 'princípio ativo'. Estes incluem alcaloides, mucilagens, flavonoides, taninos, cumarinas, óleos essenciais, entre outros.

A utilização de plantas medicinais e aromáticas pela população mundial é crescente, e os princípios ativos, responsáveis por essa larga utilização, representam o ponto de partida para a síntese de produtos químicos e farmacêuticos que movimentam milhões de dólares por ano (Johnson, 2012).

## 2.2. Caracterização botânica de *Rosmarinus officinalis* L.

A espécie *Rosmarinus officinalis* L., conhecida popularmente como alecrim, pertencente à família Lamiaceae, é originária da região mediterrânea. O termo é derivado do grego "Rhops e myrinos", que significa "arbusto marinho", por causa de seu crescimento perto das costas, porém cresce em várias regiões do mundo, principalmente em países de clima temperado (Ozcan e Chalchat, 2008; Ávila - Sosa et al., 2011).

O alecrim é um subarbusto lenhoso, ereto e pouco ramificado de até 1,5 m de altura. As folhas são lineares, coriáceas, medem de 1,5 a 4 cm de comprimento por 1 a 3 mm de espessura e as flores azulado-claras e pequenas. (Hentz e Santin, 2007). A parte inferior das folhas é de cor verde acinzentada, enquanto a superior é quase prateada. A planta exala aroma forte e agradável, floresce quase todo o ano e não necessita de cuidados especiais no seu cultivo, pode ser propagada a partir de sementes ou mudas (Souza et al., 2014).



Em geral é encontrado de forma selvagem em áreas rochosas e arenosas perto do mar, mas devido à sua adaptabilidade e pouca demanda para cultivar se reproduz facilmente em outras áreas, sendo uma planta rica em princípios ativos, usada a fresco, seca ou como óleo essencial (Ávila-Sosa et al. (2011).

### 2.3. Metabolismo secundário de plantas e produção dos óleos essenciais

O metabolismo representa o conjunto de reações químicas que ocorre em cada célula. Os compostos químicos que são formados, degradados ou transformados recebem o nome de metabólitos (Simões et al., 2010). Existem três grandes grupos de metabólitos secundários: compostos fenólicos, terpenos e alcaloides, utilizados na defesa contra estresses bióticos e abióticos (Taiz e Zeiger, 2017).

Os principais fatores que podem coordenar ou alterar a taxa de produção de metabólitos secundários incluem sazonalidade, ritmo circadiano e desenvolvimento, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, nutrientes, altitude, poluição atmosférica, indução por estímulos mecânicos ou ataque por patógenos. (Globbo-Neto e Lopes, 2007).

São consideradas como principais funções ecológicas atribuídas a estes óleos a inibição da germinação de sementes, a proteção contra predadores, a atração de polinizadores (abelhas e borboletas, por exemplo), devido ao forte e intenso aroma exalado pelos mesmos e também contra herbívoros, reduzindo a atração para tais plantas (Knaaf e Fiuza, 2010).

Os óleos essenciais são um dos produtos do metabolismo secundário, que representam o resultado da interação entre a planta e o ambiente. Logo, a produção do metabólito secundário é afetada pelas modificações ambientais (Gobbo-Neto e Lopes, 2007). Óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, geralmente odoríferas e líquidas, constituídos na maioria das vezes, por moléculas de natureza terpênica, apresentam odor agradável e marcante.

São extraídos das partes vegetais através de arraste a vapor d' água ou hidrodestilação, porém há outros métodos de extração como a enfleurage ou enfloração, extração por CO<sub>2</sub> supercrítico (muito utilizado na indústria) e por solventes orgânicos apolares (Moraes, 2009).

A composição química dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos, porém, estímulos decorrentes do ambiente, no qual a planta se encontra, podem redirecionar a rota metabólica, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos. Segundo Moraes, (2009), dentre estes fatores, podem-se ressaltar as interações planta/ microrganismos, planta/ insetos e planta/ planta; idade e estágio de desenvolvimento, fatores abióticos como luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, época e horário de coleta, bem como técnicas de colheita e pós – colheita.

É válido ressaltar que estes fatores podem apresentar correlações entre si, não atuando isoladamente, podendo exercer influência conjunta no metabolismo secundário. Em estudos de campo e com plantas anuais, os efeitos da sazonalidade podem ser confundidos com alterações metabólicas, sob controle do processo de desenvolvimento hormonal, controlado pela planta, devendo assim ser considerados em conjunto (Moraes, 2009).

O óleo essencial, que é obtido das folhas do alecrim, possui em sua composição princípios ativos como:  $\alpha$ -pineno, 1,8 cineol, cânfora,  $\beta$ -mirceno, borneol, acetato de isobomila, valerianato de isonila, ácido cítrico, glicólico, glicínico, rosmarímico, nicotianamida, colina, pectina e rosmaricina, sendo que destes 1,8 cineol,  $\alpha$ -pineno, borneol e cânfora possuem atividade antimicrobiana conhecida (Maia et al., 2014; Barbosa et al., 2014).

É possível encontrar na literatura estudos que relataram algumas atividades farmacológicas de *R. officinalis* L., como efeito antimicrobiano (Guerra-Boone et al., 2015), antibacteriano (Irshaid et al., 2014), antifúngico (Gauch et al., 2014; da Silva et al., 2015), antimicobacteriano (Abuzeid et al., 2014), anti-inflamatório (Rocha et al., 2015; Silva et al. 2015), antitumoral (Wang et al., 2012), antioxidante (Motlagh et al., 2014; Dias et al., 2015; Guerra-Boone et al., 2015), antimutagênico (Felicidade et al. 2014), neuroprotetivo (Lin et al, 2014; Wu et al., 2015), cardioprotetor (Li XL et al., 2014), modulador de estresse oxidativo (El-Demerdash et al., 2016; Sebai et al., 2015) e DNA-protetivo (Horvathova et al., 2014).

## 2.4. Competição entre plantas

Nos ecossistemas agrícolas, a cultura e as plantas daninhas desenvolvem-se juntas na mesma área. Como ambas possuem demanda por água, luz, nutrientes e CO<sub>2</sub> e, na maioria das vezes, estes fatores de crescimento (ou pelo menos um deles) estão disponíveis em quantidades limitadas, até mesmo para o próprio desenvolvimento da cultura, estabelece-se a competição. Nessas circunstâncias, qualquer planta estranha que se estabelecer no meio da cultura vai usar parte dos fatores de produção já limitados, reduzindo a produtividade da cultura e a qualidade do produto colhido (Silva et al., 2009).

As plantas daninhas podem afetar negativamente as plantas de colheita e estão associadas não apenas à competição por luz, água e compostos minerais (He et al., 2011; Bullied et al., 2012; Fletcher e Reddy, 2016); mas também pelo fato de que as plantas daninhas apresentam potencial alelopático, o que atrasa e/ou inibe o crescimento e desenvolvimento das plantas, contribuindo assim para a redução geral das culturas de rendimento (Nalini et al., 2015; Sturm e Roland, 2016).

Segundo Silva et al (2007), uma espécie só deve ser considerada daninha se estiver direta ou indiretamente prejudicando determinada atividade humana, como, por exemplo, plantas, interferindo no desenvolvimento de culturas comerciais, plantas tóxicas em pastagens, plantas ao lado de refinarias de petróleo, plantas estranhas no jardim.

A ocorrência de plantas daninhas depende de propriedades biológicas, fatores ambientais, tecnologias aplicadas e tipos de culturas (Macák et al., 2008, Van der Weide et al., 2008). A magnitude da redução da produção por plantas daninhas não é uniforme e depende de múltiplos fatores, como espécies de plantas daninhas e biomassa, densidade de plantas daninhas, tempo de emergência das plantas daninhas em relação à emergência das culturas, distribuição de plantas daninhas, tipo de solo, umidade do solo, pH e fertilidade do solo (Zimdahl, 2007, Fahad et al., 2014, Tursun et al., 2016).

Para Pitelli e Pitelli (2004), o conhecimento do impacto das épocas e durações do período de convivência ou de controle das plantas daninhas nas culturas agrícolas é fundamental para o estabelecimento de programas racionais de manejo da comunidade infestante, visando à redução de seu efeito prejudicial e

à sustentabilidade do agroecossistema. Quanto maior a população da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os recursos do meio e mais intensa será a competição com a cultura. Além disso, espécies morfológica e fisiologicamente próximas apresentam exigências semelhantes em relação aos recursos, tornando ainda mais intensa a competição e causando maiores perdas no rendimento (Silva e Durigan, 2006).

A competição imposta pelas plantas daninhas é um dos fatores que limitam a produtividade de uma cultura. A intensidade da competição normalmente é avaliada por meio de decréscimos de produção e/ou pela redução no crescimento da planta cultivada, em consequência à competição pelos recursos disponíveis no ambiente, como CO<sub>2</sub>, água, luz, nutrientes e espaço (Agostinetto et al., 2008).

O controle das plantas daninhas consiste em sua redução, a fim de que estas não 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).

As plantas daninhas na maioria das vezes apresentam maior habilidade em competir por nutrientes, água, luz e CO<sub>2</sub> que as plantas cultivadas. Ferreira et al. (2013) relatam que dos recursos pelo qual as plantas competem, destacam-se, principalmente, os nutrientes, os quais podem ser afetados por vários fatores, como o teor de água no solo, por aspectos específicos dos competidores e também pelas diferenças no hábito de crescimento e requerimento de nutrientes pelas espécies envolvidas.

## 2.5. *Cyperus rotundus* L.

*Cyperus rotundus*, conhecido como tiririca, capim-dandá, junca-aromática, alho, tiririca-comum. É uma planta perene herbácea, ereta, de caule triangulado, com rizomas e tubérculos vigorosos que podem atingir até mais de 1m de profundidade, de 10-60cm de altura, originária da Índia e disseminada em mais de 92 países. Propaga-se por semente e por tubérculos. É a planta daninha mais disseminada e a mais nociva de todo o mundo e podem ser encontrados em todos os tipos de solo, climas e culturas (Lorenzi, 2014).

A tiririca é causadora da redução da produtividade em plantios comerciais de diversas culturas. Devido à sua agressividade, capacidade de reprodução, alta dispersão e rusticidade. Tornando assim o seu controle difícil e oneroso (Silveira et al., 2010).

Segundo Panozzo et al. (2009), a tiririca está entre as espécies daninhas que mais causam prejuízos no mundo, pois a competição ocorre durante todo o ciclo, é uma espécie de ampla adaptabilidade a muitos ambientes agrícolas e pela capacidade de se reproduzir sexuada e assexuadamente.

As plantas são consideradas sinalizadoras, pois são capazes de fornecer informações a respeito do solo onde elas aparecem. A incidência de tiriricas indica solos ácidos, adensados, mal drenados e com possível deficiência de magnésio (Meirelles e Rupp, 2005). Esta espécie apresenta alta eficiência fotossintética e capacidade de competir diretamente com a cultura por água, luz e nutrientes (Catunda et al., 2006).

Em estudo realizado por Catunda et. al., (2006) sobre a interferência de plantas daninhas na cultura do abacaxizeiro cultivada em vaso observou-se que, *C.rotundus* interferiu negativamente no crescimento da folha do abacaxi e que quanto maior a densidade de plantas daninhas por vaso, maior era essa interferência.

Plantas de *C. rotundus* após 30 dias de convivência com *Annona squamosa* L., interferiram no diâmetro do caule, reduzindo 14,5% em relação às plantas sob competição com *Bidens pilosa* (Malcher, 2017).

## 2.6. Influência da radiação no crescimento e desenvolvimento das plantas

Algumas plantas apresentam melhor crescimento e aumento de produção quando são submetidas às condições de luminosidade modificada (Souza et al., 2011; Costa et al., 2012; Chagas et al., 2013). Os autores explicam que a luz é considerada o fator controlador dos processos vitais das plantas, que por sua vez, são afetados pela sua intensidade, duração e qualidade.

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. Estudos mostram que a luminosidade pode influenciar na síntese de metabólitos secundários. Tal fato foi demonstrado por

Martins (2006), que observou que plantas de *Ocimum gratissimum* (alfavacão) sob condições de sombreamento parcial obtiveram maior produção de óleo essencial que aquelas a pleno sol.

O desempenho das plantas em relação à energia solar incidente tem sido investigado há muito tempo. A partir disso, surgiram no mercado várias opções para oferecer proteção às plantas. Foram desenvolvidas algumas estruturas com telas, plásticos e vidros, originando os telados, as estufas e as casas de vegetação. De forma geral, os cultivos protegidos têm apresentado êxito para a produção comercial de algumas espécies (Brant et al., 2009).

O desenvolvimento e crescimento de uma planta podem ser regulados pela intensidade, qualidade e duração da luz. As respostas de uma planta a luz são chamadas de fotomorfogênese, sendo o estímulo luminoso percebido por um pigmento fotorreceptor (Taiz e Zeiger, 2017).

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

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e variáveis climáticas

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Setor de Plantas Daninhas e Medicinais do Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes - RJ (Latitude = 21° 45' S; Longitude = 41° 20' W). Segundo a classificação climática de Köppen (1948), o clima da região é classificado como tropical úmido (Aw), com verão chuvoso, inverno seco, com altitude média de 11 m. Entre os meses de maio a setembro de 2018, as temperaturas média, mínima e máxima registradas durante a condução do experimento na casa de vegetação foram 23°C, 13°C e 40°C, respectivamente. As umidades relativas do ar média, mínima e máxima registradas durante a condução do experimento foram 75%, 26% e 95%, respectivamente.

Os tratamentos de sombreamento foram obtidos através do uso de telas plásticas pretas do tipo 'sombrite', fixadas em armações individuais de ferro de dimensões de 3,40x0,98x1,30 metros, para cada nível de luminosidade, em casa de vegetação, a qual apresenta forma em arco, coberta com plástico de 150 µm de espessura, fechada nas laterais com tela de 30% 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 (1.7700 lux) como 100% de luz (0% de sombreamento) e, dessa forma, foi possível estimar os níveis de intensidade de sombreamento (50%, 66%, 75%, 86% e 92%) para cada tratamento. No tratamento, 50% não utilizaram 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.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em parcela subdividida, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x5, sendo cinco densidades de tiririca (0, 10,20,30 e 40 plantas por vaso) e cinco níveis de sombreamento 50%, 66%, 75%, 86% e 92%, totalizando 100 plantas de alecrim. (Figura 1).

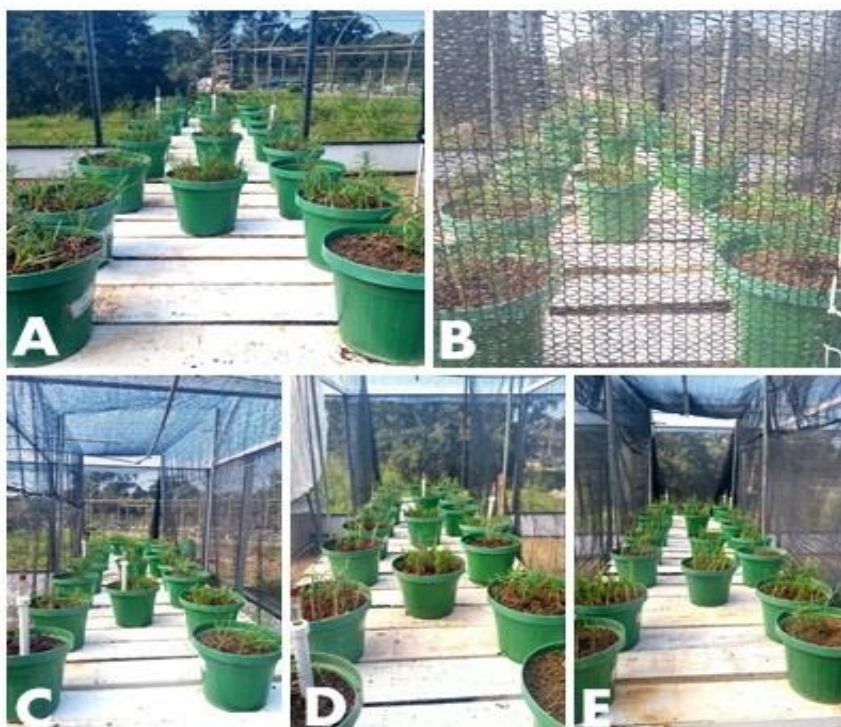


Figura 1: delineamento experimental e sombreamento dentro da casa de vegetação. (A) 50% de tratamento testemunha, (B) 66% de sombreamento, (C) 75% de sombreamento bandeja, (D) 86% de sombreamento, (E) 92% de sombreamento.



As irrigações foram realizadas pelo sistema de microaspersão, sendo programadas para ocorrerem 3 vezes ao dia (às 06:00, 12:00 e 17:00 horas) por um período de 10 minutos cada.

### 3.2. Material biológico

Mudas de *Rosmarinus officinalis* L. foram adquiridas na empresa de paisagismo Le Jardim localizada na cidade de Campos dos Goytacazes, RJ. As mudas de alecrim foram padronizadas a altura de 15 cm. As mudas de tiririca foram coletadas no próprio campus da universidade e foram padronizadas na altura de 10 cm. O transplante para vaso com capacidade de 5,5 L (área superficial de 38,47 cm<sup>2</sup>) foi realizado no dia dezanove de maio de 2018. (Figura 2).

Para preencher os vasos foi utilizado uma mistura composta de solo + areia + esterco bovino, na proporção 1:1:1(v/v). O solo foi encaminhado a FUNDENOR (Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional) para análise de características física e química. (Tabelas 1 e 2).



Figura 2: Mudas de *Cyperus rotundus* L., (1) mudas de *Rosmarinus officinalis* L., (2) mudas em vaso, (3) mudas no delineamento, (4).

Tabela 1: Caracterização química do solo utilizado para cultivo do alecrim

pH	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	B	C	MO	CTC	SB
	mg/dm <sup>3</sup>			mmol/dm <sup>3</sup>			mg/dm <sup>3</sup>			mg/dm <sup>3</sup>		mmol/dm <sup>3</sup>				
6,9	111	550	37,8	34,8	57,0	13,6	14,3	34,18	0,93	28,15	88,96	0,39	42,2	72,25	157,5	143,9

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 Catiônica a pH 7,0; SB - Soma de Bases Trocáveis.

Tabela 2: Caracterização física do solo utilizado para cultivo do alecrim

Areia (g/dm <sup>3</sup> )	Argila (g/dm <sup>3</sup> )	Silte (g/dm <sup>3</sup> )
740	110	150

### 3.3. Parâmetros avaliados

Aos 120 dias após o transplântio, as mudas de *Rosmarinus officinalis* L. foram submetidas à avaliação de crescimento, sendo analisados 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 ramificações (NR) por contagem e número de flores da planta daninha (NF).

Em seguida, foi feita a colheita tanto da planta medicinal quanto da planta daninha, posteriormente, ambas as plantas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocados em estufa de circulação forçada a 40° C por 72 horas. Desta forma, foi avaliada a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) 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 1500 ml de água por duas horas. O óleo foi separado por decantação por 5 minutos, 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% = massa do óleo (g) / matéria seca (g) x 100], de *Rosmarinus officinalis* L. 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. Análises estatísticas

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e, onde foi detectada significância entre os tratamentos quantitativos (sombreamento e número de tiririca), procedeu-se a análise de regressão. 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.

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 ( $R^2$ ). Todas as análises estatísticas serão realizadas usando o pacote estatístico SAEG 9.0.

## 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 tiririca para as variáveis diâmetro da base do caule (DIC), número de ramificações (NR), número de flores da planta daninha (NFd), massa seca da parte aérea da espécie medicinal (MSPAm), massa seca da parte aérea da espécie daninha (MSPAd), massa seca do sistema radicular da espécie medicinal (MSPAm), massa seca do sistema radicular da espécie daninha (MSPAd) e o teor de óleo essencial do alecrim (TO).

A variável altura do ramo principal (ALT) de *R. officinalis* foi afetada pelos níveis de sombreamento, porém, não foi afetada pelos níveis de densidade de plantas daninhas e não houve significância para a interação densidade versus sombreamento.

O padrão de crescimento das plantas de alecrim variou em função dos ambientes aos quais foram submetidas. Esta resposta é atribuída ao efeito do sombreamento, uma vez que o alecrim é uma planta que prefere climas mais secos, ensolarados e frescos, sendo que estas condições climáticas irão determinar um melhor desenvolvimento e crescimento das plantas de alecrim.

Tabela 3: Análise de variância das variáveis: Altura (ALT) (cm), diâmetro do caule do ramo principal (DIC) (mm), número de ramificações (NR), número de flores (NFd), massa seca da parte aérea (MSPAm) (g), massa seca da raiz (MSRm) (g), teor de óleo essencial (TO) (%) de *R. officinalis* L. e massa seca da parte aérea (MSPAd), massa seca da raiz (MSRd) (g), de *C. rotundus* L. em diferentes níveis de sombreamento (50%, 66%, 75%, 86% e 92%) e densidades de planta daninha (0, 10, 20, 30 e 40 plantas por vaso). Campos dos Goytacazes, RJ. 2019. Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM)

FV	GL	QM VARIÁVEIS								
		ALT	DIC	NR	NFd	MSPAm	MSPAd	MSRm	MSRd	
TO										
Bloco	3	145,37	12,748	1063,00	2,520	84,431	53,84	2,013	1286,67	16,740
Sombreamento	4	1130,24**	50,858**	2727,00*	50,215**	410,21**	366,23**	11,823**	9077,21**	80,575**
Erro (a)	12	89,42	7,513	570,70	2,228	35,104	85,348	1,427	146,50	3,601
Densidade	4	41,16 <sup>ns</sup>	13,620**	6422,10**	11,715**	225,93**	1306,99**	2,994**	11565,21**	26,663*
Dens*Sombr	16	85,33 <sup>ns</sup>	3,791*	739,80**	10,002**	36,050**	139,84**	1,457**	1128,690**	13,035*
Erro (b)	60	102,59	2,026	303,40	2,045	11,708	38,764	0,613	269,84	6,926

\*\* = 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 linear em função dos níveis de sombreamento, obtendo-se a maior altura de 50 cm em 50% de sombreamento quando comparadas às plantas cultivadas sob o tratamento de maior sombra, cujo maior valor foi 32 cm (Figura 3).

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 de até 75% de sombreamento apresentaram maiores alturas (49,65 cm) e, acima deste sombreamento, 86 e 92% há uma redução nas médias de altura das plantas para 42,05 e 32,05, respectivamente.

Conforme Carvalho, (2018) Comportamento semelhante ocorreu no cultivo de *Ocimum gratissimum* em função de diferentes sombreamentos, onde as plantas obtiveram maior altura até o limite de 74% de sombreamento e reduzindo a altura acima deste sombreamento.

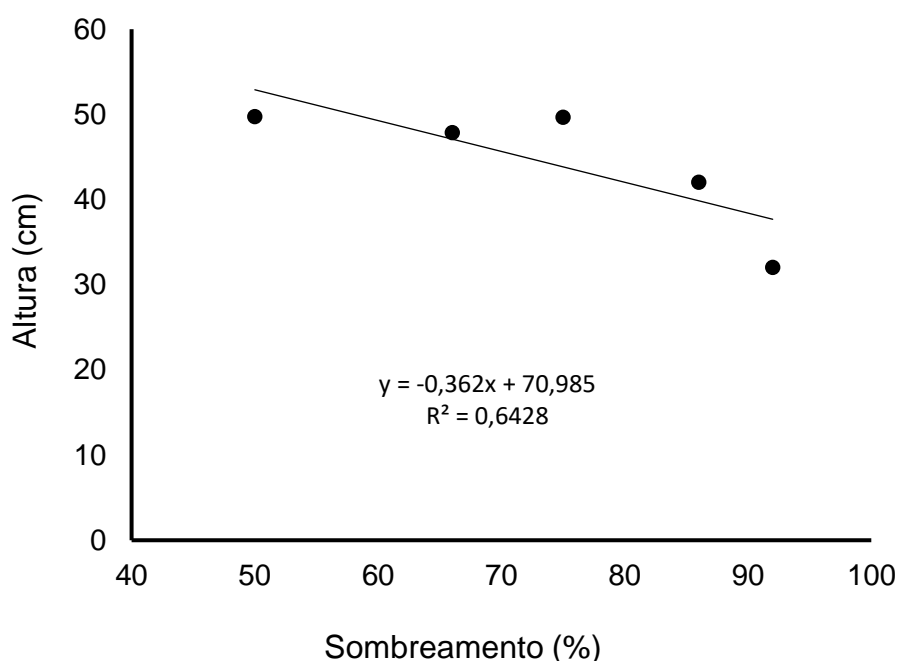


Figura 3: Altura do ramo principal de *R. Officinalis* L. em função de diferentes níveis de sombreamento.

As plantas crescidas no tratamento com 50% de sombra apresentaram maior diâmetro do colo que as plantas crescidas sob as demais telas de sombreamento, o maior diâmetro evidencia que a redução da intensidade de luz, proporciona plantas de caule mais delgado. A densidade de plantas daninhas influenciou no crescimento das plantas de alecrim, demonstrando que quanto maior a densidade menor o diâmetro do caule. (Figura 4).

O maior diâmetro de caule é característica desejável em mudas porque garante maior sustentação da parte aérea. Apesar de ser uma característica de grande plasticidade para algumas espécies, em *R. officinalis* L. foi observada variação do diâmetro do caule em função dos tratamentos adotados.

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.

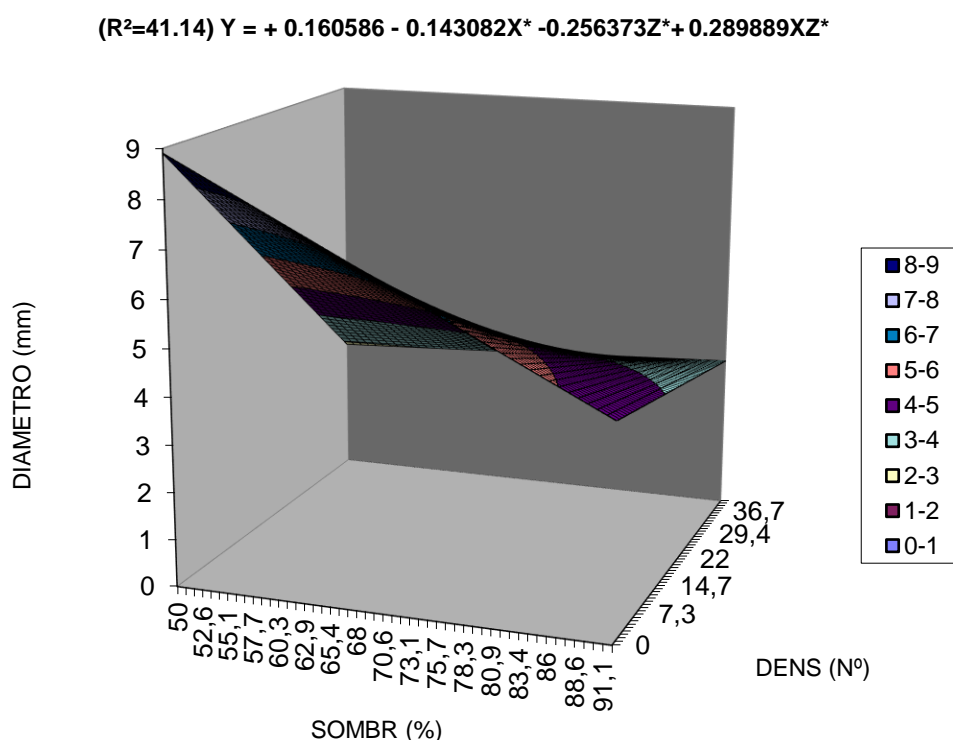


Figura 4: Diâmetro da base do caule de *R. officinalis* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas daninhas. \* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se o maior número de ramificações no sombreamento de 50% e zero tiririca por vaso, ou seja, na medida em que a densidade de tiririca por vaso aumenta o número de ramificação do alecrim diminui, o menor NR ocorreu em 91,1% e densidade de tiririca de 14,7. (Figura 5).

Provavelmente este resultado se deve ao fato de que a planta cultivada em ambientes sombreados tem sua morfologia modificada, a fim de capturar a luz e permitir maior eficiência fotossintética para maiores ganhos de carbono (Taiz e Zeiger, 2017).

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.

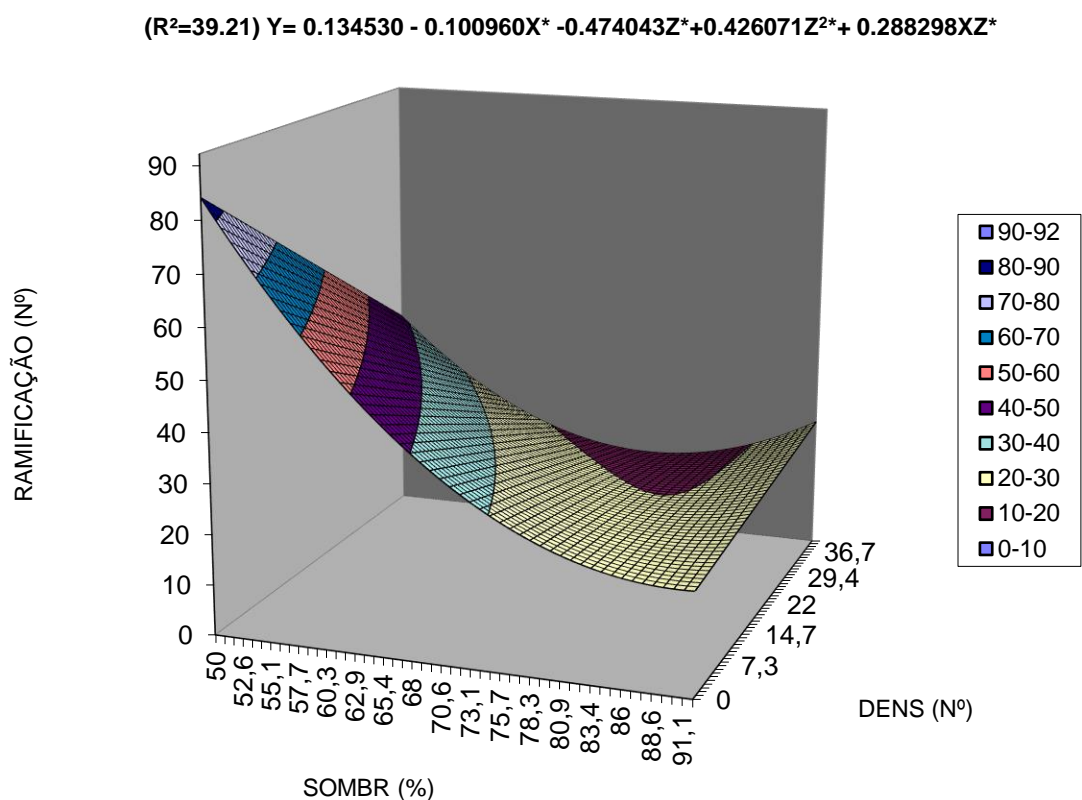


Figura 5: Número de ramificações de *R. Officinalis* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas daninhas. \*\* Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.



A variável número de flores da planta daninha foi altamente influenciada pela interação entre densidade e sombreamento, obtendo-se os maiores números de flores, entre cinco e seis flores nos tratamentos de 29,4 tiririca por vaso e no tratamento 50% de sombra. Ao diminuir a intensidade luminosa o número de flores decaí. (Figura 6).

A tiririca começou a florescer a partir de 70 dias de implantação do experimento no sombreamento de 50%, e foi florescendo nos demais tratamentos até o dia da colheita aos 120 dias.

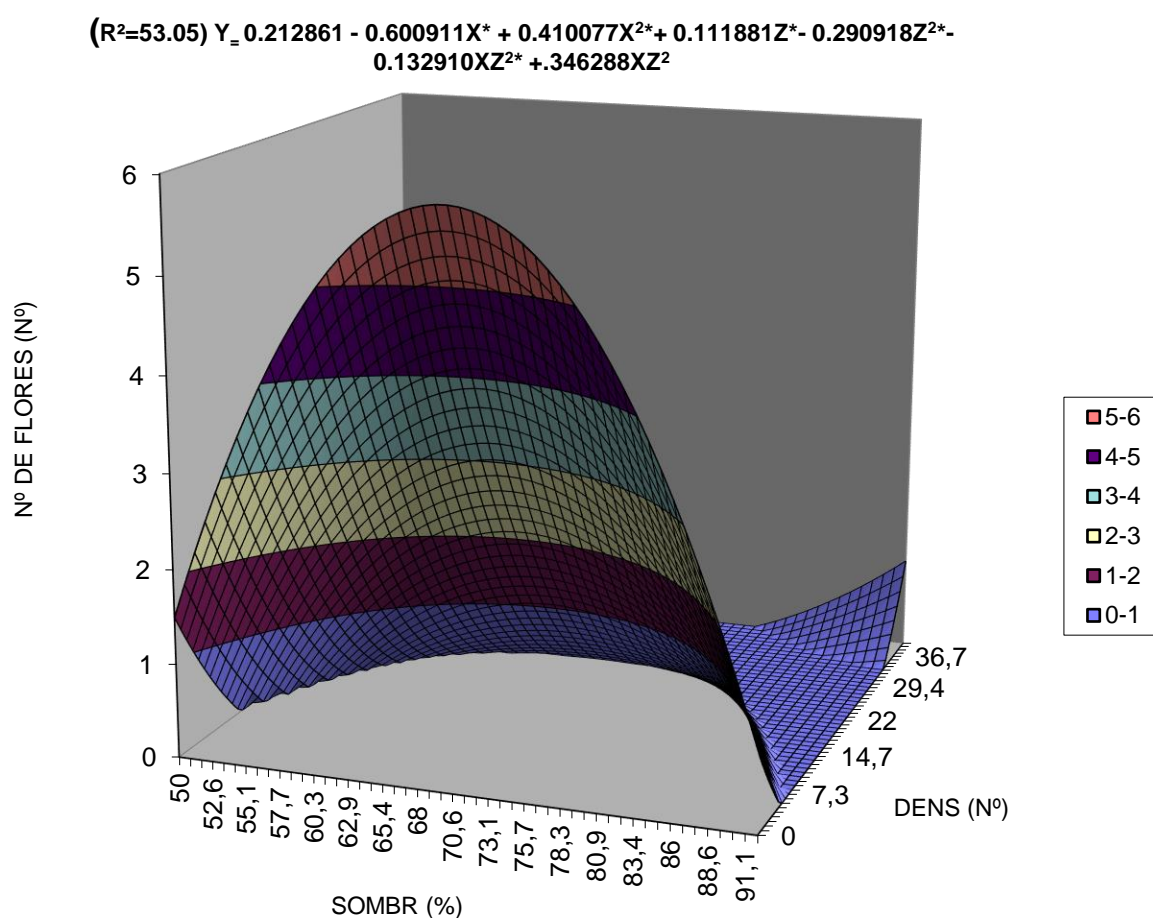


Figura 6: Número de flores de *R. Officinalis* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas daninhas. \*\* Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A produção de massa seca da parte aérea do alecrim variou em razão das condições de cultivo. As plantas cultivadas sob 50% de sombra obtiveram maior massa seca, em torno de 18g em densidade de tiririca zero que aquelas crescidas sob o sombreamento de 91,1% na mesma densidade. À medida que a densidade de tiririca e o sombreamento aumentavam, o valor da MSPA do alecrim diminuía, como observado no sombreamento de 86%, onde se obteve 7g de massa seca em 36,7 plantas de tiririca por vaso. (Figura 7).

Segundo Lancher, (2004), as plantas heliófitas utilizam com eficiência altas intensidades de radiação graças à elevada capacidade do sistema de transporte de elétrons e, desta forma, conseguem maiores ganhos fotossintéticos. Esses resultados indicam que plantas de *R. officinalis* têm sua produção de biomassa influenciada pelo sombreamento e pela densidade, de tal forma que, em 91,1% de sombreamento e 36,7 de densidade de tiririca observaram-se os menores rendimentos.

Resultado similar foi observado por Perini et al. (2011), trabalhando com *Cymbopogon nardus* observaram que as plantas apresentaram redução significativa da massa seca quando cultivadas sob sombreamento.

Martins et al. (2008) trabalhando com alfavaca (*Ocimum gratissimum*) cultivada sob diferentes malhas coloridas, observaram que a quantidade de biomassa total foi maior nas plantas a pleno sol.

De acordo com Ventrela e Ming (2000), o aumento da radiação luminosa incrementa a taxa fotossintética, aumentando a produção de carboidratos e o teor de massa seca. A intensidade e a qualidade da radiação são fatores importantes para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, impondo-lhes fortes variações morfoanotômicas (Gomes et al., 2008).

A Massa Seca da Raiz do alecrim 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, a partir do qual se pode otimizar o sombreamento e densidade de plantas daninhas, com vistas à maximização desta produção de massa seca.

$$(R^2=50.19) Y= 0.533209 - 0.940423X^* + 0.487745X^{2*} - 0.537110Z^* + 0.916500Z^{2*}$$

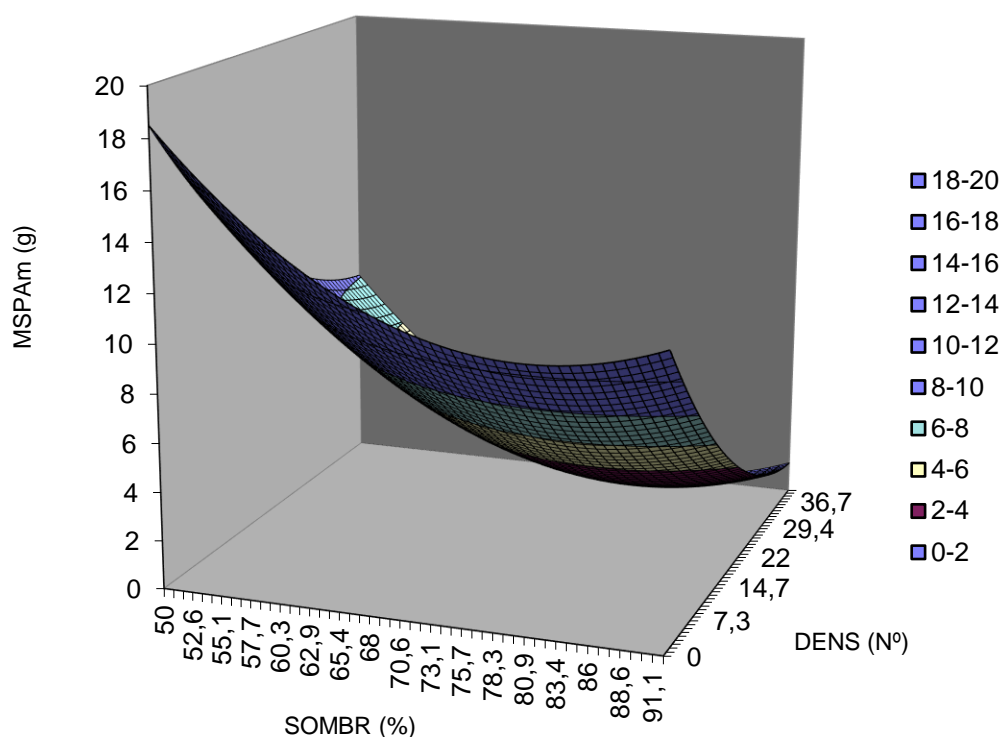


Figura 7: Massa seca da parte aérea de *R. Officinalis* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas. \*\* Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se que a MSRm diminui conforme se aumenta a densidade de plantas daninhas, a partir de 7,3 plantas de tiririca por vaso é possível notar essa redução, evidenciando que a densidade de tiririca influenciou mais na massa seca da raiz do que o sombreamento. (Figura 8).

Esta variável (MSRm) apresentou comportamento quadrático para os dois fatores em estudo, apresentando ponto mínimo (0,3 g) em 91,1 % de sombreamento com uma densidade de 7,3 plantas de tiririca. Por outro lado, a variável MSRm apresentou maiores valores entre 52,6% e 57,7% de sombreamento com uma densidade entre 7,3 e 14,7 tiriricas por vaso.

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 condição de luminosidade. Com tais resultados, fica evidente também que em condições de

competição *C. rotundus* demonstra sua agressividade e a grande necessidade de que medidas adequadas de manejo sejam tomadas com vistas à 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).

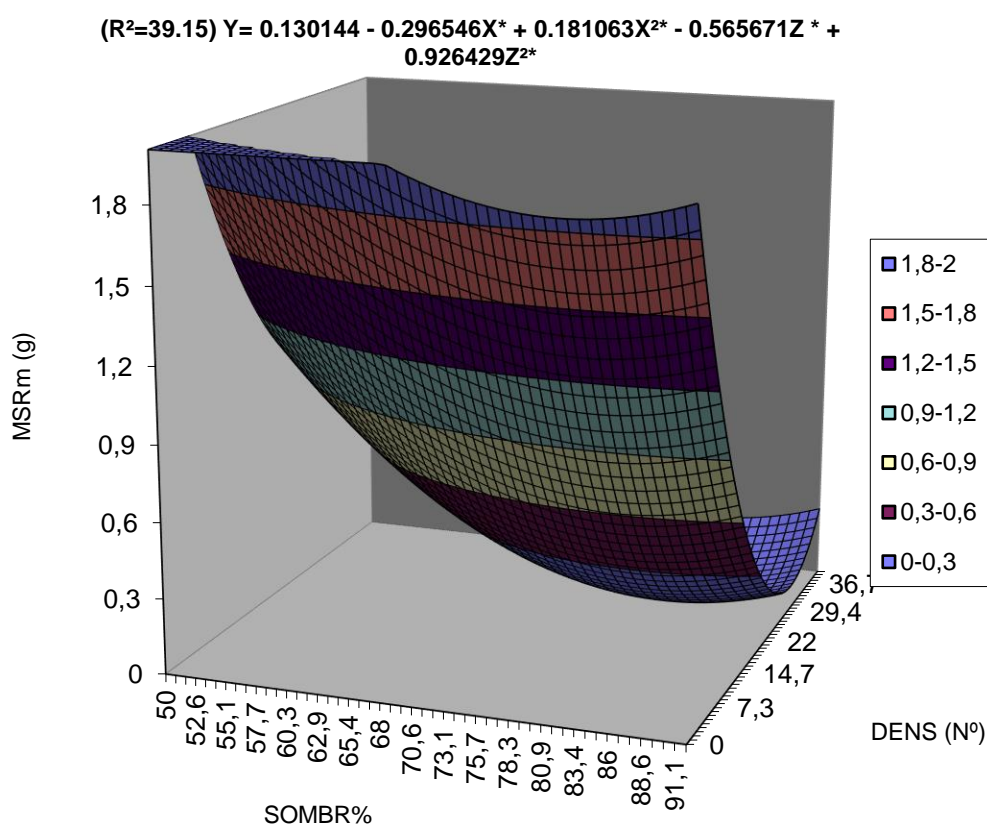


Figura 8: Massa seca do sistema radicular de *R. Officinalis* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas. \*\* Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A massa seca da parte aérea da espécie daninha foi mais afetada pela densidade do que pelo sombreamento, 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). Observa-se que no tratamento com menor sombreamento 50%, as plantas de tiririca apresentaram

menor massa seca da parte aérea que no tratamento de 75,7% de sombreamento (Figura 9).

À medida que se aumenta a densidade de tiririca, acima de 7,3 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*. 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.

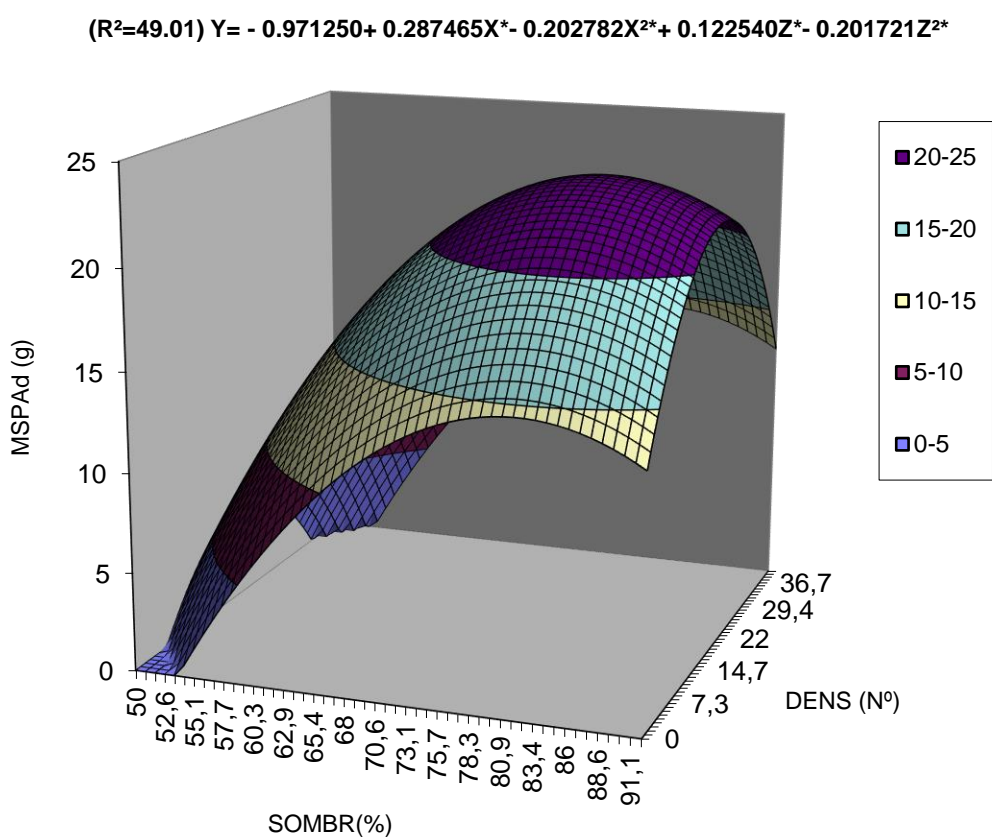


Figura 9: Massa seca da parte aérea de *Cyperus rotundus* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas. \*\* Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a variável massa seca do sistema radicular de *C. rotundus* L. houve interação entre os dois fatores estudados, a menor massa seca de raiz pode ser obtida em 52,6% de sombreamento e com 7,3 plantas de tiririca por vaso. 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). Observa-se, ainda, que há um aumento da massa seca de raiz à medida que aumenta o sombreamento. (Figura 10).

Com tais resultados, fica demonstrado o expressivo crescimento radicular de *C. rotundus*, em relação à cultura estudada, 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).

$$(R^2=59.83) Y=-0.173548 - 0.173548X^* - 0.500954X^{2*} + 0.370998Z^* - 0.591229Z^{2*}$$

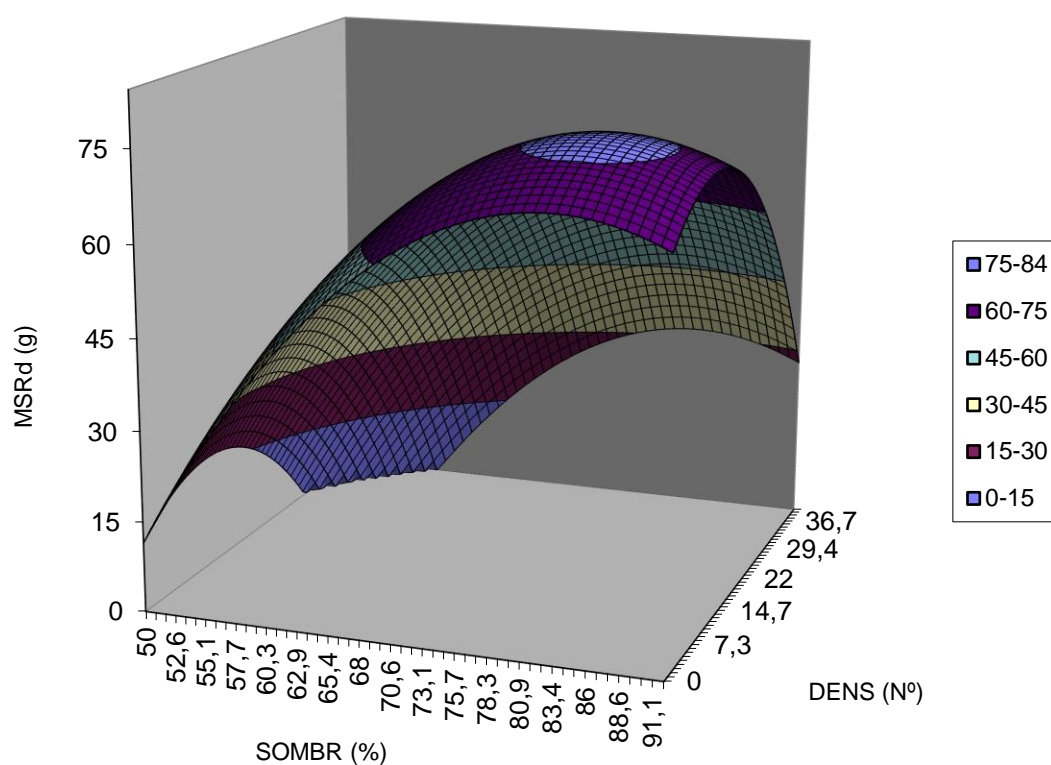


Figura 10: Matéria seca do sistema radicular de *Cyperus rotundus* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas. \* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Quanto ao teor do óleo essencial de alecrim, houve diferenças significativas entre as plantas cultivadas nos diferentes ambientes sombreados. O maior valor (6 g) foi encontrado no tratamento com 50% e com densidade de zero

tiririca por vasos, porém pelo fato do sombreamento de 92% apresentar os menores valores MSPAm não houve produção de óleo essencial. (Figura 11).

Rivas (2003) observou que a síntese e acumulação de óleo essencial podem ocorrer em ambientes com sombreamento, porém nesses tratamentos com sombras as folhas ficam maiores, mas com menor concentração de óleo.

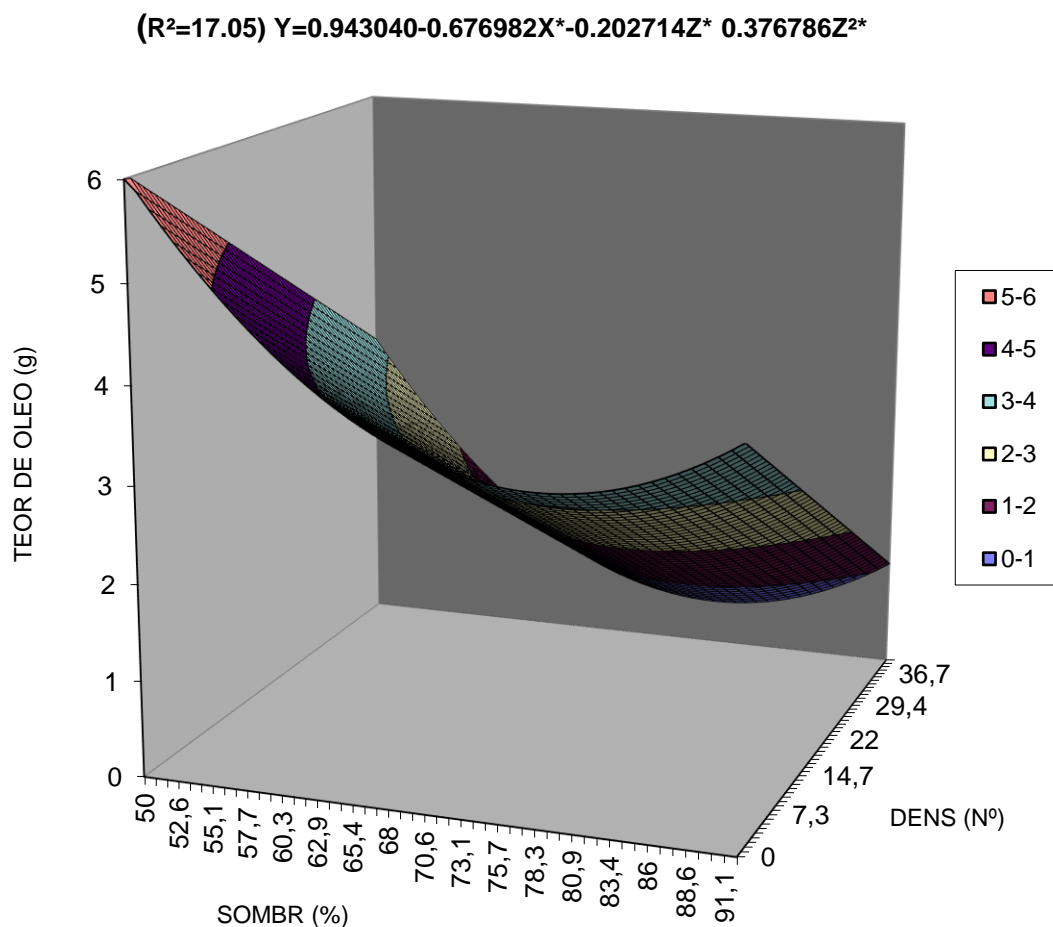


Figura 11: teor de óleo essencial de *R. Officinalis* L. em função de diferentes níveis de sombreamento e densidades de plantas. \* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A produção de óleo essencial é proporcionalmente relacionada à capacidade metabólica da planta submetida às condições ideais de intensidade luminosa (Meira et al., 2012) e é muito variável de acordo com a espécie.

Na literatura, há relatos do aumento do teor de óleo essencial em plantas aromáticas com o aumento da taxa de luminosidade (Chang et al., 2008; Costa et

al., 2010) no presente trabalho, isso ficou evidenciado, pois os maiores teores de óleo foram observados no cultivo a 50% de sombreamento quando comparado ao cultivo sob as demais telas de sombreamento.

Diante disso, pode-se inferir que as plantas de *R. officinalis* L. apresentaram respostas compatíveis de tolerância ao sombreamento, sendo o limite de 60,3%. Por outro lado, a competição com planta daninha se mostrou prejudicial acima de 7,3 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.



## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) é uma planta medicinal que pode apresentar propriedades estomacais, estimulantes, antiespasmódica, emenagogas e cicatrizantes (Lorenzi e Matos, 2008).

A planta exala aroma forte e agradável, utilizada com fins culinários, medicinais e aromáticos, sendo o óleo essencial utilizado em cosméticos e perfumaria (Silva et al, 2008). No entanto, apesar de sua importância, ainda são precários estudos sobre a influência do sombreamento e da interferência das plantas daninhas no comportamento da cultura. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento e densidade de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) no desenvolvimento e na produção de óleo essencial de *R. officinalis* L.

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 em blocos ao acaso em parcela subdividida, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x5, sendo cinco densidades de tiririca (0, 10,20,30 e 40 plantas por vaso) e cinco níveis de sombreamento 50%, 66%, 75%, 86% e 92%.

As variáveis analisadas foram altura do ramo principal (ALT), diâmetro do caule (DIC), número de flores da planta daninha (NF), número de ramificações (NR), massa seca da parte aérea e da raiz da espécie medicinal (MSPAm, MSRm),

massa seca da parte aérea e da raiz da espécie daninha (MSPAd, MSRd) e teor de óleo essencial (TO).

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 a densidade para todas as variáveis, exceto altura, que foi significativo apenas para sombreamento.

Pode-se concluir que os melhores resultados para as variáveis avaliadas no presente estudo, foram registrados nas condições intermediárias de sombreamento. As plantas também apresentaram certa plasticidade com relação às diferentes condições de luminosidade. Porém, os resultados registrados nas condições extremas de 92% de sombreamento, podem indicar que uma situação de excesso de sombreamento poderia diminuir o crescimento do alecrim, comprometendo a produção do óleo essencial.

É possível manipular o cultivo de alecrim, bem como a produção do óleo essencial com cultivo protegido. Plantas de alecrim cultivadas sob 50% de sombreamento produzem maiores teores de óleo essencial. Menor teor de óleo essencial foi obtido em plantas cultivadas em 92% de sombreamento.

Diante disso, pode-se concluir que as plantas de *R. officinalis* apresentam resposta compatível de tolerância ao sombreamento, sendo o limite de 75%. Por outro lado, a competição com a tiririca 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuzeid, N, Kalsum, S., Koshy, R.J., Larsson, M., Glade, R. M., Andersson, H. (2014) Antimycobacterial activity of selected medicinal plants traditionally used in Sudan to treat infectious diseases. *J Ethnopharmacol*, 157:134-139.
- 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*, 26:271-278.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group) III. (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161:(2)105-121.
- Avila-Sosa, R., Navarro-Cruz; A. R., Vera-López, O., Dávila-Márquez, R. M., Melgoza-Palma, N., Meza-Pluma, R. Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) (2011) Una revisión de sus usos no culinarios. *Ciencia y mar*, 15:23-36.
- Barbosa, V., Scheiffer, G. F. C., Cardozo, A. G. L., Pietruchinski, E., Santos, C. Z., Silveira, D., Bertocco, A. R. P. (2014) Avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. e tintura de própolis frente à bactéria causadora da acne *Propionibacterium acnes*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 16:69-173.
- Bullied W.J., Bullock P.R., Van Acker R.C. (2012) Modelling soil waterretention for weed seed germination sensitivity to water potential. *Applied & Environmental. Soil Science*, 1:1-13.
- Brant, R. DA S., Pinto, J. E. B. P., Rosa, L. F., Albuquerque, C.J.B., Feri, P. H., Corrêa, R. M. (2009) Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. *Ciência Rural*, 39:1401-1407.

- Brasil. (2011). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Formulário de Fitoterápicos da 26ª Farmacopéia Brasileira / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília, 2011.126p.
- Carvalho, P., Barros, V., Zonta, P., Souza, H. (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. Disponível em < <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/18083> >. Acesso em 05/02/2019.
- Carvalho, P.A. (2018) Crescimento e produção de óleo essencial de *ocimum gratissimum* em resposta a diferentes níveis de sombreamento e densidades de planta daninha. Dissertação (mestrado em produção vegetal) - Campos dos Goytacazes - Universidade Estadual do Norte Fluminense-Darcy Ribeiro- UENF. 66p.
- Castrillo, M.; Vizcaino, D.; Moremo, E.; Latorraca, Z. (2005) specific leaf mass, fresh: dry weight ratio, sugar and protein contents in species of Lamiaceae from different light environments. *Revista de Biologia Tropical*, 53: 23-28.
- 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*, 23: 846-850.
- Catunda, M.G., Freitas, S.P., Silva, C.M.M., Carvalho, A.J.R.C., Soares, L.M.S (2006) Interferência de plantas daninhas no acúmulo de nutrientes e no crescimento de plantas de abacaxi. *Planta Daninha*, 24:199-204.
- Chagas, J.H., Pinto, J.E.B.P., Bertolucci, S. K.V., Costa, A. G., Jesus, H. C. R., Alves, P. B. 2013 Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. *Horticultura Brasileira*, 31:297-303.
- Chang, X., Alderson, P.G., Wright, C.J. (2008) Solar irradiance level alters the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. *Environmental and Experimental Botany*, 63:216-223.
- Clevenger, J.F. (1928) Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of American Pharmacological Association*, 17:345-349.
- Concenço, 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*, 26:595-600.
- 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*, 22:34-39.

- 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*, 47: 534-540.
- Dias, L.S., Menis, M.E., Jorge, N. (2015) Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extracts on the oxidative stability and sensory acceptability of soybean oil. *J Sci Food Agric*, 95:2021-2027.
- El-Demerdash, F.M., Abbady, E. A., Baghdadi, H.H. (2016) Oxidative stress modulation by *Rosmarinus officinalis* in creosote-induced hepatotoxicity. *Environ Toxicol*, 31:85-92.
- Embrapa Circula técnica (2015) Orientações Técnicas para o Cultivo de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares (documentos online), Disponível em : <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133435/1/CT-70.pdf>, acesso em 05 de fevereiro de 2019.
- 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*, 22:337-342.
- Fahad, S., Hussain, S., Saud, S., Hassan, S., Muhammad, H., Shan, D., Chen, C., Wu, C., Xiong, D., Khan, S.B., Jan, A., Cui, K., Huang, J., Zwerger, P., (2014) Consequences of narrow crop row spacing and delayed Echinochloa colona and Trianthema portulacastrum emergence for weed growth and crop yield loss in maize. *Weed Res*, 54:475-483.
- Feijó, A.M., Bueno, M.E.N., Ceolin, T., Linck, C.L., Schwartz, E., Lange, C., Meincke, S.M.K., Heck, R.M., Barbierl, R.L., Heiden, G. (2012) Plantas medicinais utilizadas por idosos com diagnóstico de Diabetes mellitus no tratamento dos sintomas da doença. *Revista Brasileira de Planta Medicinal*, 14:50-56.
- Felicidade, L., Lima, J.D., Pesarini, J.R, Monreal, A.C, Mantovani, M.S., Ribeiro, L.R. (2014) Mutagenic and antimutagenic effects of aqueous extract of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) on meristematic cells of *Allium cepa*. *Genet Mol Res*, 13:9986-9996.
- Ferreira, E.A., Silva E. DE B., Carvalho, F.P., Silva, D.V., Santos J.B. (2013) Crescimento e análise nutricional de plantas daninhas em competição com pinhão-mansu. *Enciclopédia biosfera*, 9:3788-3798.
- Fletcher, R.S., Reddy, K.N. (2016) Random forest and leaf multispectral reflectance data to differentiate three soybean varieties from two pigweeds. *Computers and Electronics. Agriculture*, 128:199-206.
- Gauch, L.M., Silveira-Gomes, F., Esteves, R.A., Pedrosa, S.S., Gurgel, E.S., Arruda, A.C. (2014) Effects of *Rosmarinus officinalis* essential oil on germ tube formation by *Candida albicans* isolated from denture wearers. *Rev Soc Bras Med Trop*, 47:389-391.

- Gobbo-Neto, L., Lopes, N. P. (2007) Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, 30:374-81.
- Gomes, I. A. C. Castro, E. M.; Soares, A. M.; AlveS, J. D.; Alvarenga, M. I. N.; Alves, E.; Barbosa, J. P. R. A. D.; Fries, D. D. (2008). Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. Oeiras sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, p. 109- 115.
- 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*, 22:419-427.
- Groot, A., Schmidt, E. (2016).Essential Oils, Part II. *Dermatitis* 27:43-49.
- Guerra-Boone, L., Alvarez-Román, R., Alvarez-Román, R., Salazar – Aranda, R., Torres-Cirio, A., Rivas-Galindo, V.M. (2015) Antimicrobial and antioxidant activities and chemical characterization of essential oils of *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis* and *Origanum majorana* from northeastern México. *Pak J Pharm Sci.* 28:363-369.
- He, Y., Liu Z, Zhang J, Wang H, Shi J, Xu J (2011) Can assessing for potential contribution of soil organic and inorganic components for butachlor sorption be improved? *Journal of Environmental Quality*, v. 40, n. 6, p. 1705-1713.
- Hentz, S. M., Santin, N. C. (2007) Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) contra *Salmonella* sp. *Evidência-Ciência e Biotecnologia*, 7:93-100.
- Horvathova, E., Navarova, J., Galova, E., Sevcovicova, A., Chodakova, L., Snahnicanova, Z. (2014) Assessment of antioxidative, chelating, and DNA-protective effects of selected essential oil components (eugenol, carvacrol, thymol, borneol, eucalyptol) of plants and intact *Rosmarinus officinalis* oil. *J Agric Food Chem.* 62:6632-6639.
- Irshaid, F.I., Tarawneh, K. A., Jacob, J.H., Alshdefat, A.M. (2014) Phenol content, antioxidant capacity and antibacterial activity of methanolic extracts derived from four Jordanian medicinal plants. *Pak J Biol Sci.* 17:372-379.
- 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, 21:89-95.
- Johnson, M. (2012) Studies on intra-specific variation in a multipotent medicinal plant *Ocimum sanctum* Linn. using isozymes. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2:21-26
- Kaurinovic, B., Popovic, M., Vlaisavljevic, S., Trivic, S. (2011) Antioxidant capacity of *O. basilicum* L. and *Origanum vulgare* L. extracts. *Molecules*, 16:7401-7414.

- Knaaf, N., Fiuza, L.M. (2010) Potential of essential plant oils to control insects and microorganisms. *Neotropical Biology and Conservation*, 2:120- 132.
- Kôeppen, W. (1948) *Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra Publications*. México: Ed. FCE. 104p.
- Lancher, W. (2004) *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, Artes e textos, 531p.
- Li, X.L., Liu, J.L., Li, P., Zheng, Y.Q. (2014) Protective effect of rosmarinic acid on hypoxia/reoxygenation injury in cardiomyocytes. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*, 39:1897-1901.
- 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*, 35:1092-1097.
- Lin, C.Y., Chen, J.H., Fu, R.H., Tsai, C.W. (2014) Induction of Pi form of glutathione S-transferase by carnosic acid is mediated through PI3K/Akt/NF-κB pathway and protects against neurotoxicity. *Chem Res Toxicol*, 27:1958-1966
- Lorenzi, H., Matos, F. J. (2008) *Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas Cultivadas*. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 512p.
- Lorenzi, H. (2014) *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional*. 7. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 379p.
- Lourenzani, A.E.B.S., Lourenzani, W.L., Batalha, M.O. (2004) Barreiras e oportunidades na comercialização de plantas medicinais provenientes da agricultura familiar. *Informações Econômicas*, 34:15-25.
- Macak, M., Zak, S., Djalovic, I., Szombathova, N, (2008) The influence of an ecological and low input systems on weed density, weed diversity and weed competition on spring barley. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 21:425-430.
- Maia, A. J., Schwan-Estrada, K. R. F., Faria, C. M. D. R., Oliveira, J. S. B., Jardimetti, V. A., Batista, B. (2014) Óleo essencial de alecrim no controle de doenças e na indução de resistência em videira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49: 330-339.
- Malcher, D.J.P. (2017). Ensaio protegido de competição com plantas daninhas e deriva de herbicidas em plantas de pinha (*Annona squamosa* L.). Dissertação (mestrado em produção vegetal) Campos dos Goytacazes - Universidade Estadual do Norte Fluminense-Darcy Ribeiro- UENF.80p.
- Martins, J. R. (2006) Aspectos da germinação de sementes e influência da luz no desenvolvimento, anatomia e composição química do óleo essencial em

- Ocimum gratissimum* L. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Lavras - Universidade Federal de Lavras, 187p.
- Martins, M.B.G., Martins, R.G.M., Cavalheiro, J.A. (2008) Histoquímica e atividade antibacteriana de folhas do incenso (*Tetradenia riparia*). *Revista Biociências*, 14:127-140.
- 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], 14:352-357.
- Meirelles, L.R., Rupp, L.C.D. (2005). *Agricultura ecológica: princípios básicos*. Cartilha do Centro Ecológico de Ipê, 76p.
- Meirelles, A. J. A., Paiva, P. D. O., Oliveira, M. I., Tavares, T. S. (2007) Influência de diferentes sombreamentos e nutrição foliar no desenvolvimento de mudas de palmeira-ráfia (*Rhapis excelsa*) (Thunberg) Henry ex. Rehder. *Ciência e Agrotecnologia*, v31:1884-1887.
- Melo, G.A.N., Grespan, R.,Fonseca, J.P., Farinha, T.O., Silva, E.L., Romero, A.L., Bersani - Amado, C.A., Cuman, R.K.N. (2011). *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil Inhibits in Vivo and In Vitro Leukocyte Migration. *J. Med. Food* 14: 944–946.
- Morais L.A.S. (2009) Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira*, 27:4050-4063.
- Motlagh, M.K., Sharafi, M., Zhandi, M., Mohammadi-Sangcheshmeh, A., Shakeri, M., Soleimani, M. (2014) Antioxidant effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract in soybean lecithin-based semen extender following freeze-thawing process of ram sperm. *Cryobiology*, 69:217-222.
- Nalini, K., Murhukrishnan, P., Chinnusamy, C., Vennila, C. (2015) Weeds of cotton – A Review. *Agricultural Research Communication Centre*, 36:140-146.
- 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*, 167:19-32.
- Organização Mundial De Saúde (OMS), (2014) *Traditional medicine strategy 2010 - 2014*. Genebra, 6 p.
- Özcan, M. M., Chalchat, J. C. (2008) Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59: 691-698.
- Paixão, J.L.F. (2008) *Avaliação de preparos homeopáticos em tiririca (Cyperus rotundus)*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 40 p.



- 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*, 27:165-174.
- Patel, S., (2015) Plant essential oils and allied volatile fractions as multifunctional additives in meat and fish-based food products: a review. *Food Addit. Contam. - Part A Chem. Anal. Control. Expo. Risk Assess.* 32:1049–1064.
- 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*, 27:924-931.
- Pitelle, R.A., Pitelle, R.L. de C.M. (2004) Biologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L., ROMAN, E.S. (Ed.). Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: *Embrapa Uva e Vinho*, 2: 9-55.
- 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, 35:2175-2179.
- Rivas, D.A.P. (2003) *Arquitectura y modelos de regeneración en plantas medicinales comercializadas en Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile, 53p.
- Rocha, J., Eduardo-Figueira, M., Barateiro, A., Fernandes, A., Brites D, Bronze, R. (2015) Anti-inflammatory effect of rosmarinic acid and an extract of *Rosmarinus officinalis* in rat models of local and systemic inflammation. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 116:398-413.
- 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*, 58: 670- 678.
- Saeg. (2009) *System for Statistical Analises*. Arthur Bernardes Foundation: UFV, Viçosa-MG.
- Sebai, H., Selmi, S., Rtibi, K., Gharbi, N., Sakly, M. (2015) Protective effect of *Lavandula stoechas* and *Rosmarinus officinalis* essential oils against reproductive damage and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. *J Med Food*, 18:241-249.
- Silva, M.R.M., Durigan, J.C. (2006) Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I – Cultivar IAC 202. *Planta Daninha*, 24(4):685-694.
- Silva, A. A, Silva. J.F. (2007) *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa: ed. UFV, 367p.

- Silva, A.A., Ferreira, F.A., Ferreira, L.R., Santos, J.B. (2009) *Biologia de plantas daninhas*. In: Silva, A.A., Silva, J.F. (eds.) *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa: Ed. UFV, 367p.
- Silva, A.M., Machado I.D., Santin J.R., de Melo I.L., Pedrosa G.V., Genovese M.I. (2015) Aqueous extract of *Rosmarinus officinalis* L. inhibits neutrophil influx and cytokine secretion. *Res Phytother*, 29:125 -133.
- 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*, 11:14-22.
- 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* L.). *Planta daninha*, 28:499-506.
- Simões, C.M.O., Schenkel, E.P., Gosmann, G.; Mello, J.C.P., Mentz, L.A., Petrovick, P.R. (2010) *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 6.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS: Florianópolis: Editora da UFSC, 11104p.
- Souza, G.S., Castro, E.M., Soares, A.M., Pinto, J.E.B.P., Resende, M.G., Bertolucci, S.K.V. (2011) Crescimento, teor de óleo essencial conteúdo de cumarina de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivadas sob malhas coloridas. *Revista Biotemas*, 24:1-1.
- Souza, V.C., Lorenzi, H. (2012) *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil*, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 768 p.
- Souza, G.S., Silva, J.S., Oliveira, U.C., Neto, R.B.S., Santos, A.R. (2014) Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de plantas de alecrim cultivadas sob telas coloridas. *Bioscience Journal*, 30:232-239.
- Sturm, D.J., Roland, G. (2016). Comparison of different cover crop mulches and extracts on inhibition of crop and weed growth. *Julius-Kuhn- Archiv* 452:424-430.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 719 p.
- Takayama, C., Faria, F.M., Almeida, C.A., Dunder, R.J., Manzo, L.P., Socca, E.A.R., Batista, L.M., Salvado, M.J., Brito, A.R.M.S., Ferreira, A.L. (2016) Chemical composition of *Rosmarinus officinalis* essential oil and antioxidant action against gastric damage induced by absolute ethanol in the rat. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6: 677- 671.
- 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*, 22: 1-10.

- Tursun, N., Datta, A., Budak, S., Kantarci, Z., Knezevic, S.Z., (2016) Row spacing impacts the critical period for weed control in cotton (*Gossypium hirsutum*). *Phytoparasitica*, 44: 139 - 49.
- Van der Weide, R.Y., Bleeker, P.O., Achten, V.T.J.M., Lotz, L.A.P., Fogelberg, F., Melander, B. (2008). Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research*, 48: 215-224.
- Vargas, L., oliveira, O.L.P. (2013) Manejo de plantas daninhas em fruticultura sob sistema de produção convencional, integrada e orgânica. EMBRAPA – CNPQV.
- Veiga-Junior, V.F., Mello, J.C.P. (2008) As monografias sobre plantas medicinais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 18: 464-71.
- Ventrella, M. C., Ming, L.C. (2000) Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva-cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. *Horticultura Brasileira*, 18:972-974.
- Wang, W., Li, N., Luo, M., Zu, Y., Efferth, T. (2012) Antibacterial activity and anticancer activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to that of its main components. *Molecules*, 17: 2704-2713.
- Wu, C.R., Tsai, C.W., Chang, S.W., Lin, C.Y., Huang, L.C., Tsai, C.W. (2015) Carnosic acid protects against 6-hydroxydopamine-induced neurotoxicity in *in vivo* and *in vitro* model of Parkinson's disease: Involvement of antioxidative enzymes induction. *Chem Biol Interact*, 225: 40-46.
- Zimdahl, R.L. (2007). Fundamentals of Weed Science, third ed. Academic Press, Burlington, 1:151-156.
- Zuanazzi, J.A.S., Mayorga, P. (2010) Fitoprodutos e desenvolvimento econômico. *Química Nova*, 33: 1421-1428.