



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

**ANA RÉGIA ALVES DE ARAÚJO HENDGES**

**DESEMPENHO DO CULTIVO DE COUVE DE FOLHA COM ESPÉCIES**  
**AROMÁTICAS E CONDIMENTARES**

**FORTALEZA-CE**

**2016**

ANA RÉGIA ALVES DE ARAÚJO HENDGES

**DESEMPENHO DO CULTIVO DE COUVE DE FOLHA COM ESPÉCIES  
AROMÁTICAS E CONDIMENTARES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães

Co-orientador: Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo

FORTALEZA-CE

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- H432d Hendges, Ana Régia Alves de Araújo.  
Desempenho do cultivo de couve de folha com espécies aromáticas e condimentares / Ana Régia Alves de Araújo Hendges. – 2016.  
106 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2016.  
Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.  
Coorientação: Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo.
1. Brassica oleracea L. var. capitata. 2. Viabilidade agroeconômica. 3. Eficiência Biológica. 4. Habilidade competitiva. 5. Comunidade de artrópodes. I. Título.

CDD 630

---

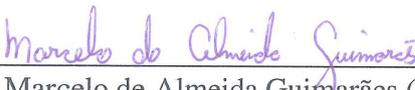
ANA RÉGIA ALVES DE ARAÚJO HENDGES

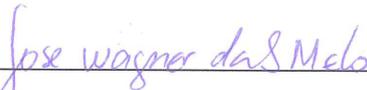
**DESEMPENHO DO CULTIVO DE COUVE DE FOLHA COM ESPÉCIES  
AROMÁTICAS E CONDIMENTARES**

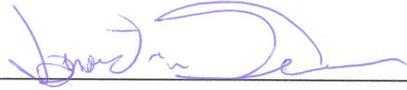
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

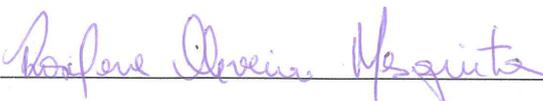
Aprovada em: 22 / 07 / 2016.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo (Co-orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>ª</sup>. Dra. Rosilene de Oliveira Mesquita  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais Aristófanes e Fátima, às minhas irmãs Laura, Lígia e Raquel e ao meu esposo Tiago, pelo amor e apoio constante em minha vida.

Ao amigo Carlomagno (*in memoriam*) pelo grande incentivo e apoio no início da minha trajetória profissional.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua infinita bondade e proteção, abençoando e guiando meus passos durante toda minha vida;

Aos meus pais, Aristófanés e Fátima pelo amor e apoio incondicional durante toda minha vida;

Às minhas queridas irmãs, Laura, Lígia e Raquel, por serem exemplos de força e determinação para mim e pelos conselhos e palavras de encorajamento;

Ao meu esposo, Tiago, pelo seu amor, manifestado em seu companheirismo, incentivo constante, compreensão nos meus momentos de exaustão e paciência em suportar a distância durante esse período;

Ao professor Dr. Marcelo Guimarães pela orientação, conhecimentos transmitidos, confiança e pelo apoio durante o curso;

Ao professor Dr. José Wagner pela dedicação e valiosa colaboração no desenvolvimento deste trabalho;

À professora Dra. Rosilene pelo apoio durante as avaliações fisiológicas;

Ao professor Dr. Júlio pelo auxílio e sugestões concedidas na fase das análises estatísticas;

Ao grupo NEON, inicialmente pela acolhida e convívio, onde muitos se tornaram grandes amigos para mim e pela ajuda na implantação e condução do experimento no campo;

Ao CEFLOOR, pelo apoio com a infraestrutura necessária para as análises do experimento;

Aos funcionários da horta didática pela colaboração na condução dos experimentos;

Ao Instituto Federal do Maranhão pela oportunidade para a realização do presente curso;

Aos meus sogros Ovídio e Adely e à minha cunhada Ângela por se fazerem presentes no meu lar durante minha ausência, zelando por minha família;

Aos amigos que aqui fiz, pelo carinho, convivência harmoniosa, pelas nossas conversas descontraídas ou de desabafos e pelas tantas palavras de força e estímulo;

Às minhas grandes amigas Luana, Joana, Fabiane, Tâmara, Taiany, Layanne, Bruna, pelo apoio, carinho e torcida.

Sinceramente agradeço.

## RESUMO GERAL

A consorciação de culturas atualmente é uma das estratégias mais adequadas à produção de hortaliças. Com princípios ecológicos, a consorciação estabelece interações complexas entre espécies o que exige estudos mais aprofundados do que apenas mensurações de rendimento produtivo. É preciso avaliar a viabilidade dos sistemas consorciados a partir de outras vertentes, como da complementariedade ou competitividade das culturas, eficiência biológica no uso dos recursos, fisiologia da produção ou, até mesmo, da possibilidade de outros benefícios ao sistema de cultivo. Tal colocação se torna mais evidente quando se trata de culturas que apresentam expressividade socioeconômica como, por exemplo, a couve de folha. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do consórcio de couve de folha com as espécies aromáticas e condimentares (cebolinha, coentro, manjeriço e salsa). O estudo foi dividido em três ensaios, os quais foram conduzidos na Horta Didática da Universidade Federal do Ceará (UFC) – Campus Pici, localizada em Fortaleza-CE, durante o período de agosto a novembro de 2015. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. No primeiro ensaio, avaliou-se a viabilidade agroeconômica e eficiência biológica. O segundo e o terceiro estudaram, respectivamente, os efeitos dos consórcios sobre o comportamento fotossintético da couve de folha e sobre a comunidade de artrópodes e a taxa de crescimento da população de *Myzus persicae*, principal espécie-praga associada a esta cultura. O consórcio de couve de folha com salsa teve o melhor desempenho produtivo. Os consórcios de couve de folha com coentro e com salsa possibilitaram as maiores vantagens econômicas. A couve de folha apresentou-se como um concorrente fraco em relação a todas as culturas consortes avaliadas. A maior eficiência biológica e menor efeito competitivo ocorreu quando as plantas de couve de folha foram consorciadas com salsa. No consórcio com coentro, a couve de folha apresentou o menor desempenho fotossintético devido ao sombreamento provocado pela cultura companheira. O consórcio com manjeriço possibilitou a maior diversidade de espécies de artrópodes. As populações do *M. persicae* tiveram um crescimento mais lento nos consórcios com o coentro e com a salsa. A massa fresca da couve de folha foi reduzida com o aumento da densidade de pulgões. A partir do estudo, concluiu-se que o consórcio couve de folha e salsa foi o mais vantajoso agroeconomicamente, além de contribuir para a manutenção de uma população de pulgões mais baixa se comparado aos outros consórcios avaliados.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. var. *capitata*. Viabilidade agroeconômica. Eficiência Biológica. Habilidade competitiva. Trocas gasosas. Comunidade de artrópodes.

## ABSTRACT

Intercropping is one of the most appropriate strategies vegetable production today. With ecological principles, intercropping establishes complex interactions between species requiring further study than just measurements of the production yield. We need to assess the viability of intercropped systems from other aspects, such as the complementary or competitive of cultures, biological efficiency of resource use, physiology of production or even the possibility of other benefits to the farming system. For crops that have socioeconomic expression as the kale to analyze the viability is even more evident. Therefore this study aimed to evaluate the performance of the kale intercropped with aromatic herbs (bunching onion, coriander, basil and parsley). The study was divided into three tests. The tests were conducted under field conditions at the Federal University of Ceará (UFC), in Fortaleza, Brazil, during the period from August to November 2015. The experimental design was randomized blocks and with five replications. In the first test assessed the agro-economic viability and biological efficiency. The second and third respectively studied the effects of intercropping on the photosynthetic behavior of kale and on the community of arthropods and the growth rate of the population of *Myzus persicae*. The *M. persicae* is main pest species associated with this culture. The kale intercropped with parsley had the best productive performance. The kale intercropped with coriander and with parsley reached the greatest economic advantages. The kale was the weakest competitor of all cultures consorts evaluated. Most biological efficiency and less competitive effect occurred when the kale plants were intercropped with parsley. The kale had the less photosynthetic performance in intercropping with coriander due to shading caused by the consort crop. The intercropping with basil had the highest diversity of arthropod species. The populations of *M. persicae* had slower growth in intercropping with coriander and parsley. The fresh weight of cabbage leaf was reduced with increasing density aphids. We concluded that the kale intercropped with parsley was more advantage agro-economic and contributed to maintaining a population of aphids lower compared to the other evaluated intercropping.

**Keywords:** *Brassica oleracea* L. var. *capitata*. Agro-economic viability. Biological efficiency. Competitive ability. Gas exchange. Community arthropod

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1** - Croqui dos tratamentos com os arranjos das plantas de couve de folha e das ervas aromáticas, em sistema solteiro e consorciado. Fortaleza, CE, UFC, 2016..... 40
- Figura 2** - Classificação comercial das folhas de couve. (A) e (B) Folhas com padrão comercial. (C), (D) e (E) Folhas fora do padrão comercial. Fortaleza, CE, UFC, 2016..... 42
- Figura 3** - Produtividade da couve de folha em função do sistema de cultivo, solteiro ou consorciado com plantas aromáticas e condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2016. . 54

### CAPÍTULO 2

- Figura 1** - Avaliação fisiológica em couve de folha, aos 28 DAT, com analisador de gás infravermelho (IRGA). Fortaleza, CE, UFC, 2016. .... 67
- Figura 2** - Sombreamento da couve pelo coentro. (A) Couve (11 DAT) e coentro (19 DAS). (B) Couve (18 DAT) e coentro (26 DAS). Fortaleza, CE, UFC, 2016. .... 72
- Figura 3** - Consórcios com couve de folha aos 29 DAT. (A) Consórcio com cebolinha (37 DAS). (B) Consórcio com manjeriço (32 DAT). Fortaleza, CE, UFC, 2016..... 75

### CAPÍTULO 3

- Figura 1** - Croqui dos tratamentos com os arranjos das plantas de couve de folha e das ervas aromáticas, em sistema solteiro e consorciado. Fortaleza, CE, UFC, 2016..... 88
- Figura 2** - Dinâmica de pulgões nos cultivos de couve de folha solteiro e consorciado com espécies aromáticas e condimentares. (A) Flutuação populacional de pulgões. (B) Abundância de pulgão por folha de couve. (C) Plantas remanescente nos sistemas de cultivo de couve de folha. Fortaleza, CE, UFC, 2016..... 99
- Figura 3** - Relação entre a matéria fresca total e número médio de pulgões/folha em cultivo de couve de folha sobre diferentes formas de cultivo. Fortaleza, CE, UFC, 2016. .... 100

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

- Tabela 1** - Caracterização dos tratamentos. Fortaleza, CE, UFC, 2016. .... 39
- Tabela 2** - Valores médios dos caracteres altura de planta (ALT); número de folhas comerciais (NFC), não comerciais (NFNC) e total (NFT); massa fresca comercial (MFC), não comercial (MFNC) e total (MFT), massa seca comercial (MSC), não comercial (MSNC) e total (MFT) da couve de folha cultivada solteira e consorciada com plantas aromáticas e condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2016..... 53
- Tabela 3** - Valores médios da altura de planta (ALT), número de hastes/perfilhos (HAS/PER), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PROD) das culturas consortes, sob o cultivo solteiro e consorciado. Fortaleza, CE, UFC, 2016. .... 53
- Tabela 4** - Valores médios da altura de planta (ALT), número de hastes (HAST), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PROD) do coentro sob o cultivo solteiro e consorciado, nas duas colheitas realizadas. Fortaleza, CE, UFC, 2016. .... 54
- Tabela 5** - Receita bruta (RB), custo operacional de produção (CO), Lucro Bruto (LB), taxa de retorno (TR), índice de lucratividade (IL), índice de Uso Eficiente da Terra (UET), contribuição relativa da cultura de couve de folha ao UET (CRC), razão de área equivalente no tempo (RAET), vantagem monetária (VM), índice de produtividade do sistema (IPS) das culturas de couve de folha, cebolinha, coentro, manjeriço e salsa cultivadas em monocultivo e em consorciação. Fortaleza, CE, UFC, 2016. .... 55

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1** - Valores médios da fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática (Ci), taxa de transpiração (E), razão entre a concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática e a concentração de CO<sub>2</sub> no ambiente (Ci/Ca) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) da couve de folha cultivada solteira e consorciada com plantas aromáticas e condimentares, aos 28 dias após o transplante. Fortaleza, CE, UFC, 2016. .... 71

<b>Tabela 2</b> – Indicadores de habilidade competitiva, agressividade (A), razão de competição (RC) e razão de compensação (RCo) das culturas de couve de folha, cebolinha, coentro, manjericão e salsa cultivadas em monocultivo e em consorciação. Fortaleza, CE, UFC, 2016. ....	74
--	----

### **CAPÍTULO 3**

<b>Tabela 1</b> - Caracterização dos tratamentos. Fortaleza, CE, UFC, 2016. ....	87
<b>Tabela 2</b> - Número médio de indivíduos e abundância relativa dos táxons de artrópodes coletados em plantas de couve de folha sob diferentes formas de cultivo (solteiro, consorciado com coentro, consorciado com cebolinha, consorciado com salsa ou consorciado com manjericão), entre setembro e novembro de 2015. Fortaleza, CE, UFC, 2016. ....	94
<b>Tabela 3</b> - Parâmetros significativos nas análises de regressão da flutuação do número de pulgões/folha ao longo do tempo em cada sistema de cultivo. Fortaleza, CE, UFC, 2016. ....	100

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 Objetivo Geral .....	14
2.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
3.1 Couve de folha .....	15
3.2 Consorciação de culturas .....	18
3.3 Culturas aromáticas e condimentares .....	21
3.3.1 Cebolinha .....	22
3.3.1 Coentro .....	23
3.3.3 Manjeriço .....	24
3.3.4 Salsa .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 1 - CULTIVO CONSORCIADO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS E CONDIMENTARES MELHORA O DESEMPENHO AGROECONÔMICO E A EFICIÊNCIA BIOLÓGICA DA COUVE DE FOLHA</b> .....	<b>34</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
2.1 Caracterização da área de estudo e delineamento experimental .....	38
2.2 Parcela experimental .....	39
2.3 Instalação e condução do experimento .....	41
2.4 Avaliações fitotécnicas, econômicas e eficiência biológica .....	41
2.5 Análises de dados .....	46
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO 2 – RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPETITIVIDADE DE COUVE DE FOLHA EM CULTIVO CONSORCIADO COM ERVAS AROMÁTICAS E CONDIMENTARES</b> .....	<b>60</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>62</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>64</b>
2.1 Caracterização da área de estudo e delineamento experimental .....	64

2.2 Parcela experimental .....	65
2.3 Instalação e condução do experimento .....	66
2.4 Avaliações fisiológicas e da habilidade competitiva .....	66
2.5 Análises de dados .....	70
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	71
4 CONCLUSÃO .....	78
REFERÊNCIAS .....	79
<b>CAPÍTULO 3 - CONSÓRCIO DE COUVE DE FOLHA COM ERVAS CONDIMENTARES ALTERA A DIVERSIDADE DE ARTROPÓDES E RETARDA O CRESCIMENTO POPULACIONAL DE <i>Myzus persicae</i> .....</b>	<b>83</b>
1 INTRODUÇÃO .....	85
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	87
2.1 Caracterização da área de estudo e delineamento experimental .....	87
2.2 Parcela experimental .....	87
2.3 Instalação e condução do experimento .....	88
2.4 Coleta e identificação de artrópodes .....	89
2.5 Análises de dados .....	90
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	92
4 CONCLUSÃO .....	101
REFERÊNCIAS .....	102
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	106

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os sistemas agrícolas convencionais, caracterizados pelo monocultivo e intensa dependência de insumos externos, sempre foram valorizados pelos altos rendimentos por área. Entretanto, os ganhos de produtividade nesses sistemas sempre resultaram do uso de tecnologias que, em detrimento da diversificação dos ecossistemas, instauraram a simplificação e homogeneidade da paisagem agrícola.

Muitos produtores, que adotaram ao longo dos últimos anos o sistema de cultivo convencional associado ao uso indiscriminado de produtos químicos, vêm atualmente enfrentando problemas com o desequilíbrio do agrossistema. Em que se verifica, nas áreas de cultivo, uma maior incidência de insetos-pragas, resistência de populações de plantas daninhas, pragas e patógenos, poluição ambiental, intoxicação humana (GOMES *et al.*, 2007), além dos problemas com os resíduos nos produtos que limitam sua aceitação em mercados consumidores mais exigentes. Considerando-se este cenário, tem-se tornado mais evidente o desafio de se trabalhar uma gestão mais eficaz e sustentável dos fatores produtivos nos sistemas agrícolas.

Uma das principais estratégias para uma agricultura sustentável é restaurar e manter a biodiversidade dos sistemas agrícolas (SONG *et al.*, 2010; MOUSAVI; ESKANDARI, 2011). Para tal, a consorciação das culturas tem sido reconsiderada como solução para alguns problemas da agricultura moderna. Com princípios ecológicos, a consorciação de culturas fundamenta-se no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies de plantas com características botânicas e fisiológicas distintas, exploradas na mesma área e em um mesmo período de tempo (PINTO *et al.*, 2011; ALBUQUERQUE *et al.*, 2012). Ela contribui para o uso mais eficiente dos recursos naturais, reduz problemas fitossanitários e permite maior produtividade, estabilidade produtiva e retorno econômico para o produtor. Além disso, ela se destaca acessível aos pequenos produtores. E, por tais motivos, Reis, Rodrigues e Reis (2013) citam-na como um dos sistemas de cultivo mais adequados à olericultura.

No entanto, para sua implantação, a consorciação apresenta desafios operacionais quanto à escolha das espécies e ao manejo a ser trabalhado, isso porque esses aspectos influenciam diretamente o desempenho agroeconômico do consórcio. Dessa forma, a indicação das combinações mais interessantes requer uma investigação complexa e de caráter muito específico (SOUZA; MACEDO, 2007), tendo em vista que dois consórcios com as mesmas espécies, podem apresentar desempenhos distintos quando sob manejos diferenciados.

Para a consorciação de hortaliças, pesquisas têm sido desenvolvidas com algumas espécies de maior expressividade comercial. Porém, estudos envolvendo consórcios com

espécies de brássicas, como a couve de folha (*B. oleracea* L. var. *acephala* D.C) ainda são poucos. Sendo descritos na literatura, estudos com associações de couve de folha com coentro (*Coriandrum Sativum* L.) (RESENDE *et al.*, 2010) e com espinafre ‘Nova Zelândia’ (*Tetragonia expansa* Murr.) (BIANCO, 2015), os quais demonstraram superioridade produtiva em relação aos seus monocultivos.

A couve de folha é uma hortaliça folhosa de elevado valor socioeconômico e nutricional para a olericultura. Entretanto, a cultura é considerada de alto risco devido aos intensos problemas fitossanitários, especialmente com insetos-pragas, que limitam a produção e ocasionam redução no seu valor de mercado (MARCOLINI; CECÍLIO FILHO; BARBOSA, 2005; STEINER *et al.*, 2009; KURAL *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012). Nesta perspectiva, a adoção da consorciação de culturas pode representar uma importante estratégia para o manejo integrado de pragas no cultivo de couve de folha, com possibilidades de reduzir o uso de inseticidas na lavoura e de produzir vegetais comercialmente mais aceitáveis (HONGJIAO; MINSHENG; CUI, 2010).

De modo geral, em cultivos de hortaliças cuja prática da consorciação tem sido utilizada, importante destaque tem sido dado ao uso de plantas aromáticas, medicinais e condimentares. Um dos motivos se dá em razão da presença de uma variedade de óleos voláteis (metabólitos secundários) nessas espécies, com ação inseticida, anti-alimentação e repelente sobre os insetos-pragas (ALVES, 2007; SONG *et al.* 2010; LETOURNEAU *et al.*, 2011), bem como pelos seus efeitos atrativos sobre insetos benéficos (polinizadores) e inimigos naturais (ROCHA *et al.*, 2012). Entretanto, apesar dos aparentes efeitos benéficos, os estudos com essas espécies ainda são incipientes, principalmente no Nordeste, onde as condições climáticas mais estéreis podem propiciar elevadas produções de óleos voláteis das culturas (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Da mesma forma, poucos são os trabalhos sobre cultivos consorciados envolvendo couve de folha e as espécies aromáticas e condimentares; havendo, portanto, carência de informações acerca de suas viabilidades produtiva e econômica no nordeste brasileiro. Diante disso, o presente trabalho foi desenvolvido para contribuir na geração de conhecimentos que possam sistematizar a produção comercial dessas culturas sob o cultivo consorciado. Para tal, o trabalho foi organizado em três capítulos. No primeiro, enfatizou-se a viabilidade do aproveitamento racional de recursos escassos (MORAES *et al.*, 2008). No segundo, explorou-se as interações planta-planta, enquanto que no terceiro, estudou-se as interações entre as plantas aromáticas e a comunidade de insetos visando o controle biológico natural das populações de insetos-pragas (BEIZHOU *et al.*, 2012).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o consórcio de couve de folha com cebolinha, coentro, manjerição e salsa, quanto aos aspectos agroeconômicos, fisiológicos, bem como sua influência sobre a comunidade de artrópodes.

### **2.2 Específicos**

- ✓ Avaliar os parâmetros agrônômicos da couve de folha, cebolinha, coentro, manjerição e salsa cultivados sob o sistema solteiro e consorciados;
- ✓ Mensurar e comparar os indicadores econômicos dos cultivos consorciados com seus respectivos monocultivos;
- ✓ Analisar a influência dos sistemas de cultivo sobre o comportamento fisiológico e habilidade competitiva da planta de couve de folha;
- ✓ Determinar a estrutura da comunidade de artrópodes e a flutuação populacional de pulgão sob condições de monocultivo e de consorciação;
- ✓ Avaliar a eficiência produtiva dos consórcios na produção da couve de folha nos diferentes sistemas de cultivo (solteiro e consorciado).

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Couve de folha

A Brassicaceae constitui uma das famílias botânicas mais numerosas, possuindo cerca de 4.000 espécies que estão inseridas em mais de 400 gêneros (AVATO; ARGENTIERI, 2015; FILGUEIRA, 2008). Muitas dessas espécies são economicamente importantes para a olericultura, principalmente aquelas pertencentes ao gênero *Brassica*. Este gênero é originário da costa do Mediterrâneo e compreende um grupo diversificado de espécies, dentre elas a *Brassica oleracea* L., que devido ao seu polimorfismo genético, é subdividida em diversas variedades botânicas, todas com características morfológicas distintas (KING, 2005; LEMOS, 2010; RAKOW, 2004).

Dentre as variedades, destacam-se a couve de folha (*B. oleracea* L. var. *acephala* D.C), couve-flor (*B. oleracea* L. var. *botrytis* L.), repolho (*B. oleracea* L. var. *capitata* L.), couve-brócolos (*B. oleracea* L. var. *italica* Plenck), couve-tronchuda (*B. oleracea* L. var. *tronchuda* L.H. Bailey), couve de bruxelas (*B. oleracea* L. var. *gemmifera* Zencker) e couve-rábano (*B. oleracea* L. var. *gongylodes* L.) (FILGUEIRA, 2008; MAY *et al.*, 2007).

A couve de folha é a variedade mais antiga e que mais se assemelha em termos genéticos à ancestral couve silvestre (*B. oleracea* L. var. *silvestres*) que deu origem a todas as variedades cultivadas conhecidas. Caracteriza-se por ser uma hortaliça arbustiva, bienal, com porte entre 0,4 e 1,2 m de altura, possui caule ereto e cilíndrico, sendo as folhas dispostas em forma de roseta. As folhas apresentam limbo bem desenvolvido, ceroso, por vez espesso, com coloração verde-claro a escuro, podendo ser ondulado e denteado na borda, conforme a variedade. Possui pecíolo longo e nervuras bem destacadas. Não há formação de cabeça. As inflorescências são do tipo racemo com flores pequenas e coloração branca ou amarelada, seguida de fruto tipo siliqua. No Brasil raramente produz pendão floral (ARTECHE, 2006; FILGUEIRA, 2008).

A couve de folha é uma das brássicas mais cultivadas mundialmente. No Brasil, ela representa uma parcela significativa da produção de hortaliças (FERNANDES *et al.*, 2009; RESENDE *et al.*, 2010), sobretudo nas regiões sudeste e sul do país, sendo São Paulo o estado de maior produção e consumo (SILVA *et al.*, 2012). A espécie é comumente cultivada por agricultores familiares em pequenas propriedades e apresenta rápido retorno econômico, custo relativamente baixo quando comparado a outras hortaliças, alta lucratividade (MARCOLINI; CECÍLIO FILHO; BARBOSA, 2005; SILVA *et al.*, 2012; STEINER *et al.*, 2009) e elevada

exigência em mão de obra, principalmente na fase de colheita, o que contribui para a inserção da família no campo. Por estes motivos, a cultura tem destaque socioeconômico na olericultura brasileira.

A couve de folha é uma cultura típica de clima temperado, mas com certa tolerância ao calor. Desenvolve-se bem em temperaturas de 15 a 25°C, embora temperaturas mais elevadas proporcionem a produção de folhas com sabor forte, enquanto que sob condições de invernos suaves possibilitam a produção de folhas com sabor mais adocicado. No Brasil, o plantio da cultura pode se estender ao longo de todo ano. Quanto aos solos, a cultura é relativamente rústica, no entanto requer solos com textura argilosa ou areno-argilosa, profundos, bem drenados, ricos em matéria orgânica e com pH em torno de 5,5 a 6,5 (FILGUEIRA, 2008; TORRES; TORRES, 2009). A cultura apresenta ainda boa resposta à adubação orgânica, tanto em produtividade quanto em qualidade de produto colhido. Devido à alta exigência em água, as irrigações devem ser frequentes, preferencialmente por aspersão (FILGUEIRA, 2008; SHINGO; VENTURA, 2009).

A propagação da couve de folha pode ser feita por sementes ou estacas, isto é, por meio de rebentos que nascem junto ao caule, nas axilas das folhas (PENTEADO, 2010). Segundo Artech (2006), a propagação vegetativa dá ao produtor a garantia de uma lavoura mais uniforme quando comparada à multiplicação por sementes. Todavia, atualmente, a obtenção de mudas semíferas é a prática mais utilizada.

Existe uma grande diversidade de variedades de couve de folha no mercado, as quais se diferenciam especialmente quanto à forma, tamanho, cor e sabor das folhas. No Brasil, as variedades mais cultivadas e comercializadas são as do tipo ‘tronchuda’ e ‘manteiga’. A couve de folha tipo ‘manteiga’ tem maior aceitação comercial, pois são mais tenras, macias e com melhor valor comercial (FILGUEIRA, 2008; NOVO *et al.*, 2010). Atualmente, várias cultivares do tipo ‘manteiga’ estão disponíveis ao produtor, como as convencionais Manteiga 900 Legítima Pé Alto (Feltrin<sup>®</sup>) e Manteiga da Geórgia (Isla<sup>®</sup>) e os híbridos Manteiga Arielli F1 (Feltrin<sup>®</sup>), Manteiga Top Bunch (Sakata<sup>®</sup>), Manteiga Green Magic (Sakama<sup>®</sup>).

A colheita da couve de folha inicia-se aos 50-60 dias após o transplantio das mudas. De forma manual, as folhas são destacadas no ponto de inserção com o caule, deixando-se em torno de 5 folhas em crescimento para que a planta possa se restabelecer e fornecer outras colheitas. As folhas devem ser colhidas preferencialmente nas horas mais frescas do dia e devem ser bem desenvolvidas, com 25-30 cm de comprimento, ter boa aparência, sem ferimentos ou danos ocasionados por insetos ou doenças, uma vez que os mercados são exigentes (FILGUEIRA, 2008; TORRES; TORRES, 2009). A produção pode alcançar mais de

25 t.ha<sup>-1</sup>, revelando um rendimento de aproximadamente 2-3 kg de folhas por planta. No entanto, esses rendimentos podem variar conforme os fatores agronômicos, tais como época de plantio, cultivares, fertilidade do solo e medidas de proteção das plantas (BALCAU *et al.*, 2013).

Após a colheita, as folhas da couve são comercializadas em maços ou na forma minimamente processada (picadas e embaladas). Elas normalmente são utilizadas *in natura* em saladas e sucos ou no preparo culinário de vários pratos, como caldo verde, couve à mineira e feijoada. Possuem poucas calorias e uma alta concentração de vitaminas (principalmente vitamina C, E), minerais (ferro, zinco, manganês, cálcio e magnésio), fibra e glutamina (um aminoácido com propriedade anti-inflamatória), além de flavonoides, polifenóis, carotenos e glucosinolatos que têm elevada atividade antioxidante. Tais atributos tornam o valor nutricional da couve de folha um dos mais altos de todas as Brássicas. Por exemplo, quando comparado os conteúdos de vitamina C e minerais da couve de folha e repolho, observa-se que a primeira tem maior concentração desses nutrientes (BALCAU *et al.*, 2013; KURAL *et al.*, 2011). Mesmo com o elevado valor nutricional, a couve de folha apresenta um consumo ainda baixo, inferior a 0,33 kg/per capita/ano. No entanto, o consumo brasileiro tem aumentado gradativamente, estimulado sobretudo pela procura por uma dieta saudável e balanceada, novas maneiras de sua utilização na culinária e recentes descobertas da ciência quanto as suas propriedades nutracêuticas (NOVO *et al.*, 2010).

A expansão do consumo e, por conseguinte, da produção de couve de folha e de outras brássicas no Brasil, tem intensificado diversos problemas fitossanitários, especialmente com insetos-pragas, que limitam a produção e ocasionam perdas e redução no seu valor de mercado, tornando assim, uma atividade de alto risco. Nas áreas cultivadas, é frequente a infestação de pulgão da couve (*Brevicoryne brassicae* L.) (Hemiptera: Aphididae), o pulgão-verde (*Mysus persicae* Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), a traça das crucíferas (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e curuquerê da couve (*Ascia monuste orseis* Latrielle) (Lepidoptera, Pieridae) (FILGUEIRA, 2008; PACHECO, 2015). Com relação aos pulgões, ressalta-se que à medida que suas populações aumentam, crescem as dificuldades para seu controle, uma vez que apresentam alta fecundidade, elevada capacidade de dispersão e resistência aos principais inseticidas (GALLO *et al.*, 2002; MELO, 2012). O que conseqüentemente, podem levar a perdas de até 80% nos cultivos de brássicas (RAZAQ *et al.*, 2011), exigindo, portanto, monitoramento do plantio à colheita e medidas de controle eficientes.

Nos sistemas de cultivo convencionais de couve de folha, o controle mais usual é por meio de aplicações periódicas de inseticidas sintéticos. Apesar da eficiência, essa prática

eleva os custos de produção, pode causar a contaminação ambiental quando seu uso é indiscriminado (LUCCA, 2009; PICANÇO *et al.*, 2005), bem como pode aumentar os riscos à saúde humana por meio de intoxicações. Nesse último caso, devido aos resíduos químicos acima do limite permitido nas folhas, resultantes da aplicação de inseticidas sintéticos com alto poder residual e das colheitas sucessivas realizadas em curto intervalo de tempo entre uma e outra, sem respeitar o período de carência necessário. Dessa forma, a redução da pressão de insetos-pragas na cultura de couve de folha, com a menor dependência de inseticidas químicos torna-se reconhecidamente uma necessidade (SOUZA *et al.*, 2004). Para isso, práticas mais sustentáveis devem ser incorporadas ao sistema produtivo, dentre elas, tem-se o enriquecimento da diversidade vegetal através do cultivo consorciado ou de outras práticas de base ecológica.

### **3.2 Consorciação de culturas**

A consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies de plantas com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, exploradas na mesma área em um mesmo período de tempo. Necessariamente, as plantas não são semeadas juntas, mas convivem uma parte significativa dos seus períodos de crescimento próximas, com o intuito de permitir interação biológica benéfica entre elas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012; PINTO *et al.*, 2011; WILLEY, 1979).

A consorciação de culturas é um sistema de cultivo empregado a bastante tempo no Brasil, porém, somente recentemente foi reconhecido como um sistema vantajoso para a produção agrícola (SOUZA *et al.*, 2004). É praticada sobretudo por pequenos agricultores que ao utilizarem nível tecnológico baixo, pouca área agricultável, mão de obra abundante e pouco capital para investimento, buscam otimizar a área agricultável em sua propriedade (ZARATE *et al.*, 2007; MACIEL *et al.*, 2004).

Na olericultura, a consorciação de culturas tem despertado a atenção de pesquisadores por se revelar um método de produção agrícola com inúmeras vantagens tanto no que se refere ao aspecto ambiental, como produtivo e econômico (MORAES *et al.*, 2008; REIS; RODRIGUES; REIS, 2013). Dentre essas vantagens, pode-se citar o maior aproveitamento do fator terra; maior produção de alimentos por unidade de área e aumento da renda líquida para o agricultor; maior utilização da mão de obra; maior diversidade de produção; maior estabilidade de renda e menores riscos de produção; melhor cobertura e proteção do solo; melhor aproveitamento das culturas pelos fatores de produção, como luz, água e nutrientes; melhoria da estrutura do solo; prevenção da compactação do solo; redução de custos no manejo

integrado de pragas e doenças; ciclagem de nutrientes; e, inibição do desenvolvimento de plantas daninhas (SANTOS *et al.*, 2005).

A superioridade dos plantios consorciados, em comparação aos monocultivos, pode ser determinada por uma série de práticas agronômicas que afetam as interações entre as espécies vegetais (MOUSAVI; ESKANDARI, 2011). Por exemplo, o simples fato de se realizar o cultivo conjunto de duas ou mais espécies numa mesma área, dá a possibilidade de se elevar a produção de alimentos sem a necessidade adicional de se utilizar área e insumos dispendiosos (BELTRÃO *et al.*, 2006), isso porque há um uso mais eficiente dos recursos. Outro ponto se refere à instabilidade do clima, que caso propicie uma baixa produção a uma cultura, as demais culturas consorciadas podem compensá-la, reduzindo os riscos de perdas, já que a diferença genética entre as espécies pode induzir ao comportamento fenotípico distinto numa mesma condição climática. Da mesma forma, a elevação da densidade de plantio, por meio da inserção de plantas consortes (companheiras) no vazio antes existente nas entrelinhas dos monocultivos, também produz uma cobertura vegetativa mais rápida do solo, promovendo o sombreamento e, por conseguinte, um controle mais eficiente das plantas daninhas e proteção do solo contra erosão e chuvas intensas (BELTRÃO *et al.*, 2006; MOUSAVI; ESKANDARI, 2011).

Além disso, o cultivo consorciado aumenta a diversidade vegetal e, conseqüentemente, influencia na população de artrópodes na área. A prática favorece a elevação do número de insetos benéficos, como os inimigos naturais que atuam na regulação das populações de espécies-pragas das culturas. Diversos pesquisadores já levantaram várias hipóteses para explicar o aumento na diversificação de insetos, dentre as principais: as plantas consortes podem liberar compostos voláteis que atuam como repelentes dos insetos-pragas por interferir no processo de localização e seleção da planta hospedeira (BEIZHOU *et al.*, 2012; HONGJIAO; MINSHENG; CUI, 2010); e, os insetos-pragas podem ser atraídos para as plantas associadas, servindo como plantas armadilhas; os compostos voláteis ou a maior disponibilidade de presas alternativas, fontes de néctar e microhabitats adequados podem ser atrativos de inimigos naturais (predadores e parasitoides) (BEIZHOU *et al.*, 2012).

No entanto, apesar dos inúmeros aspectos positivos da consorciação, esta prática de cultivo também apresenta desafios, sendo os principais atribuídos à competição por recursos (luz, umidade do solo, área e nutrientes) e aos efeitos alelopáticos, ou seja, algum tipo de efeito que pode ser inibitório ou benéfico, direto ou indireto, de uma planta sobre a outra, via produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (VILELA, 2009). Todavia, a competição entre as diferentes espécies somente se estabelece quando a intensidade de recrutamento de recursos por elas é menor que a capacidade do meio em fornecê-los, ou quando uma planta

impede o acesso ao recurso por parte da outra (MALUF, 1999). Já a associação de plantas antagonistas pode promover a alelopatia, interferindo negativamente no crescimento de uma ou ambas as espécies. Além do exposto, é possível ainda, que o consórcio afete negativamente a qualidade (cor, tamanho, formato, entre outras características) do produto, reduzindo seu valor comercial (REZENDE *et al.*, 2005).

De um modo geral, a condução de sistemas de consórcio exige prévio planejamento que deve ser baseado em alguns fundamentos, tais como: definição da cultura primária (de maior interesse econômico); combinação de plantas de espécies e de famílias distintas; associação de espécies com sistemas radiculares e formas de crescimento díspares; combinação de plantas de ciclo longo com as de ciclo curto; harmonização de culturas com diferentes exigências nutricionais; e, por fim, observação da complementariedade entre as espécies (FONSECA, 2009). Assegurar a efetividade deste último fundamento, garante que os recursos do ambiente não sejam canalizados todos ao mesmo tempo e nos períodos de maior exigência das culturas (complementariedade temporal), equilibrando seu uso nos planos horizontal e vertical, abaixo e acima do solo (complementariedade espacial), o que contribui para menor concorrência e melhor aproveitamento de recursos disponíveis (FONSECA, 2009; WILLEY, 1979; MOUSAVI; ESKANDARI, 2011).

Os sistemas consorciados demandam também de ajustes mais finos que aqueles usados em monocultivos. A densidade de plantio, a data relativa de semeadura, o período de associação/convivência e o arranjo das culturas em consorciação são fatores agronômicos extremamente importantes para o êxito desse sistema, visto que determinam o nível ótimo populacional que promoverá a máxima produção (REZENDE *et al.*, 2005; SOUZA; MACEDO, 2007). No entanto, o principal desafio no estabelecimento dos sistemas consorciados refere-se à seleção das culturas e cultivares que atendam às necessidades dos produtores (SCHONS *et al.*, 2009) e que tenham uma condição de complementariedade.

No caso das hortaliças, vários tipos e esquemas de consorciação têm sido estudados, os quais têm demonstrado eficiências agroecológica e biológica satisfatórias quando comparadas aos monocultivos (FONSECA, 2009). Citam-se as associações entre cebolinha e espinafre ‘Nova Zelândia’ (ZARATE; VIEIRA, 2004); coentro e alface (OLIVEIRA, E. *et al.*, 2005); repolho e rabanete (*Raphanus sativu L.*) (OLIVEIRA, F. *et al.*, 2005); alface e rabanete (REZENDE *et al.*, 2005); quiabo (*Abelmoschus esculentus L.*) Moench) e cebola (GUIMARÃES, 2008); cebolinha e rabanete (MASSAD *et al.*, 2009); couve de folha e coentro (RESENDE *et al.*, 2010); pepino (*Cucumis sativus L.*) e alface (REZENDE *et al.*, 2010); tomate e alface (CECILIO FILHO *et al.*, 2011); cebola e alface (MOTA *et al.*, 2012); beterraba e alface

(REIS; RODRIGUES; REIS, 2013); e, entre salsa e cebolinha (SCHMITT *et al.*, 2016), como exemplos de sucesso da aplicação dessa prática cultural.

Atualmente, além dos consórcios entre espécies de interesse econômico, tem-se enfatizado também o uso de plantas aromáticas e condimentares como culturas companheiras de hortaliças, sobretudo pela presença de óleos essenciais e suas propriedades com potencial uso como fitossanitário natural (FONSECA, 2009). Logo, a utilização dessas espécies como método alternativo para a redução da pressão de insetos-pragas em cultivos de hortaliças tem atraído a atenção dos pesquisadores (BEIZHOU *et al.*, 2012), possibilitando assim, o desenvolvimento de pesquisas com foco na expansão desse novo campo do conhecimento.

### **3.3 Culturas aromáticas e condimentares**

As plantas aromáticas são um grupo especial de plantas, em que vários órgãos vegetais são dotados de forte aroma e sabor. Muitas dessas plantas podem ser empregadas na culinária, como condimento para vários pratos e na indústria alimentícia e farmacêutica. Além disso, elas apresentam propriedades medicinais e uma variedade de óleos voláteis que são conhecidos por seus efeitos inseticidas, anti-alimentação e repelente sobre insetos-pragas (ALVES, 2007; SONG *et al.* 2010) e atrativas aos inimigos naturais (AGUIAR-MENEZES; SILVA, 2011; WANG, 2012). Tal fato torna essas plantas uma alternativa para os cultivos consorciados, já que, uma vez comprovada a sua eficiência produtiva em cultivos consorciados, podem possibilitar o aumento na estabilidade econômica, na obtenção de renda extra pelo produtor, além de contribuir para a manutenção da população de insetos-pragas em níveis mais baixos (BUSTOS; POHLAN; SCHULZ, 2008; ROCHA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2014).

O cultivo da maioria das plantas aromáticas e condimentares não requer muitos cuidados, pois são plantas rústicas que se adaptam facilmente as mais variadas condições edafoclimáticas. Porém, essas espécies apresentam exigências técnicas que definem a sua viabilidade econômica (ALVES, 2007) e que podem influenciar seu metabolismo secundário. Além disso, quando cultivadas em associações com outras espécies pode ocorrer uma possível interação alelopática entre elas (SILVA *et al.*, 2014) e, portanto, interferir na produção das substâncias bioativas. Segundo os pesquisadores Scheffer e Corrêa Júnior (2006), o cultivo consorciado interfere na fisiologia das plantas aromáticas promovendo um aumento na produção de princípios ativos responsáveis pela ação repelente ou atrativa sobre artrópodes.

Muitas são as espécies de plantas aromáticas e condimentares apontadas como promissoras no controle de insetos-pragas, no entanto, as mais representativas encontram-se nas famílias botânicas Apiaceae (coentro e salsa), Lamiaceae (manjeriço) (WANG, 2012).

### 3.3.1 Cebolinha

A cebolinha (*Allium fistulosum* L.) pertence à família Alliaceae é originária da Sibéria. Esta espécie é amplamente cultivada em todo mundo, especialmente nos países do Leste Asiático, como China, Japão e Coreia. No Brasil, é cultivada principalmente por pequenos agricultores (CHAN *et al.*, 2013; FILGUEIRA, 2008).

A cebolinha é uma planta perene, cultivada comercialmente como anual. Se assemelha à cebola, porém desenvolve pequeno bulbo que dificilmente excede o pseudocaule. O pseudocaule é alongado e com coloração branca-rosácea. As folhas são tubulares-alongadas, finas, de 15-30 cm de comprimento, cor verde-escura e aromáticas. A planta apresenta intenso perfilhamento, formando uma touceira (FILGUEIRA, 2008; ZARATE; VIEIRA, 2004; MASSAD *et al.*, 2009).

Por ser bastante rústica, adapta-se a uma ampla faixa de condições edafoclimáticas, podendo ser cultivada o ano todo em regiões de clima quente e em vários tipos de solo, desde que sejam bem drenados, férteis e com bom teor de matéria orgânica, uma vez que seu crescimento, rendimento e valor nutritivo é altamente influenciado pelo fornecimento de nutrientes (FILGUEIRA, 2008; ZARATE; VIEIRA; BRATTI, 2003). A cultura ainda apresenta vantagens como o rápido crescimento e resistência a muitas doenças e pragas (MARTÍNEZ; GALMARINI; MASUELLI, 2005), além de não necessitar de tratamentos culturais específicos.

Normalmente é propagada por sementes ou por divisão de touceira. E possui um ciclo de aproximadamente 55 dias quando propagada vegetativamente ou de 85 dias quando propagada por sementes. As folhas são consumidas como condimento em várias preparações culinárias, mas também têm sido utilizadas na medicina tradicional no tratamento de várias doenças, uma vez que possuem compostos bioativos com propriedades antioxidante, antimicrobiana, anti-hipertensiva e anticancerígena (CHAN *et al.*, 2013; FILGUEIRA, 2008).

Além disso, a planta ainda é rica em compostos sulfurados voláteis, como o ajoeno e alicina, que são responsáveis pelo odor característico da espécie (MARTINS *et al.*, 2002) e por suas características inseticidas, sobretudo ação repelente, como é o caso do uso do extrato de cebolinha no controle do pulgão-preto (*Aphis craccivora* Koch) (Hemiptera: Aphididae) em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) (SANTOS *et al.*, 2009).

### 3.3.2 Coentro

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma planta aromática, condimentar e medicinal pertencente à família Apiaceae, sendo originária do Mediterrâneo. Atualmente é disseminada por todo mundo, sendo largamente cultivada na Europa Central, Norte da África e Ásia. A cultura é muito utilizada pela indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética (ASGARPANAH *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2015). No Brasil, sua importância socioeconômica está associada ao consumo das folhas e ramos frescos como condimento, especialmente nas regiões Norte e Nordeste; sendo, portanto, o segundo vegetal mais consumido (BERTINI *et al.*, 2010; QUEIROZ, 2012).

Trata-se de uma planta herbácea, anual, de ciclo precoce, com porte de 0,3-0,6 m na fase vegetativa e que pode atingir até 1,40 m durante a floração. Seu caule é ereto, simpodial, de coloração verde, mas podendo se tornar violeta na floração. Na planta adulta o caule é oco e cada ramo termina com uma inflorescência. As folhas são compostas e de filotaxia alterna, com formas variadas, sendo as da base lobadas e as do ápice fendidas. A inflorescência é uma umbela composta, com flores, brancas, pequenas e aromáticas. Os frutos do coentro são globulares ou ovais com um diâmetro até 6 mm. (DEIDERICHSEN, 1996; FILGUEIRA, 2008; MEDEIROS; SUJII; MORAIS, 2009; NASCIMENTO; PEREIRA, 2005). A planta apresenta aroma característico da espécie, devido ao conteúdo aldeídico do óleo essencial presente nos tecidos vegetais, tendo os principais constituintes, os monoterpenos (coriandrol, citronelol, geraniol, mirceno,  $\alpha$  e  $\beta$ -terpineno, limoneno,  $\alpha$  e  $\beta$ -terpineno e cânfora) e também ácidos graxos (ácidos linoléico, oléico, palmítico, dentre outros) (DENG *et al.*, 2003).

A cultura é de clima quente, sendo intolerante a baixas temperaturas. Pode ser cultivado o ano todo nas regiões Norte e Nordeste. Quanto ao solo, pode crescer em qualquer tipo, desde que bem drenado. É tolerante a acidez e pouco exigente em fertilidade. Além disso, não requer tratamentos culturais específicos e é pouco sujeito aos problemas fitossanitários (FILGUEIRA, 2008; MEDEIROS; SUJII; MORAIS, 2009).

Apesar da importância socioeconômica do coentro, poucas pesquisas têm sido feitas no que concerne às suas tecnologias de produção, bem como no desenvolvimento de novas cultivares (PEREIRA; MUNIZ; NASCIMENTO, 2005). Por outro lado, alguns estudos têm demonstrado resultados satisfatórios com sua utilização como planta consorte, uma vez que auxilia na colonização e manutenção de inimigos naturais (MEDEIROS; SUJII; MORAIS, 2009; TOGNI *et al.*, 2009) e, conseqüentemente, contribui para o manejo integrado de pragas.

No Brasil, alguns trabalhos já evidenciaram que o coentro contribuiu para o aumento do número predadores como o bicho-lixeiro (*Chrysoperla carnea* Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) e a joaninha (*Coleomegilla maculata* De Geer) (Coleoptera: Coccinellidae) em consórcio com berinjela (PATT; HAMILTON; LASHOMB, 1997); para a conservação de Coccinélídeos e *Allograpta sp.* (Diptera: Syrphidae) em consórcio com tomateiro (TOGNI *et al.*, 2010); e do mesmo modo, quando associado à couve de folha, aumentando as populações de joaninhas em relação ao monocultivo (RESENDE *et al.*, 2010).

### 3.3.3 Manjericão

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.) pertence à família Lamiaceae, sendo originário do Sudoeste Asiático e da África Central. Atualmente é cultivado em muitos países como planta ornamental, condimentar e medicinal, tendo sido introduzido no Brasil pelos imigrantes italianos (LORENZI; MATOS, 2008; NURZYŃSKA-WIERDAK; BOROWSKI, 2011).

O manjericão é um subarbusto com porte entre 0,5-1,0 m de altura, caule bastante ramificado, folhas simples, opostas, ovais e de cor verde brilhante. As flores são pequenas e dispostas em racemos nas extremidades das ramificações, apresentando tons de branco ou rosáceo. Os frutos-semente são do tipo aquênios (FAVORITO *et al.*, 2011; LORENZI; MATOS, 2008). A planta é caracterizada por um aroma intenso e agradável.

A espécie é propagada por sementes ou estaquia e pode se comportar como planta anual ou perene, dependendo do clima, tratos culturais e variedade cultivada. Adapta-se bem em climas quentes ou amenos, podendo ser cultivado o ano todo em regiões tropicais. É tolerante a baixas temperaturas, porém seu crescimento é lento. Quanto ao solo, a planta requer solos leves, úmidos, ricos em matéria orgânica e bem drenados (FAVORITO *et al.*, 2011; MENDONÇA *et al.*, 2011; VIEIRA *et al.*, 2012).

O manjericão apresenta uso culinário, cujas folhas são popularmente utilizadas desidratadas ou *in natura* em diversos pratos (FAVORITO *et al.*, 2011). Já na indústria, sua utilização é feita por meio do óleo essencial extraído das folhas e flores (FERNANDES *et al.*, 2004). No Brasil, a cultura tem importância econômica, sendo cultivada principalmente por pequenos produtores rurais, que visam principalmente a comercialização das plantas como condimento ou aromatizante (TEIXEIRA *et al.*, 2002; LORENZI; MATOS, 2008).

Atualmente, o manjericão também vem se destacando diante de suas propriedades inseticidas e repelentes, graças aos inúmeros compostos químicos como linalol, estragol,

eugenol e cineol (MARTINEZ-VELAZQUEZ *et al.*, 2011), sendo, portanto, indicado como alternativa para o manejo integrado de pragas (FERNANDES *et al.*, 2004; POTENZA *et al.*, 2004). Souza (2014) demonstrou que a associação do manjeriço ao cultivo de pimentão (*Capsicum annuum* L.) foi benéfica, pois diminui a população de pulgões, sem afetar significativamente a produção. Por outro lado, em trabalhos de Montserrat *et al.* (2012), o manjeriço em cultivo de pimentão facilitou a instalação de *Orius laevigatus* Fieber (Hemiptera: Anthocoridae), um predador de tripes, pulgões, moscas-brancas e ácaros.

### 3.3.4 Salsa

A salsa ou salsinha (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym) é pertencente à família Apiaceae, sendo nativa da região central do Mediterrâneo (AWE; BANJOKO, 2013). É uma planta herbácea bienal em clima temperado ou anual em áreas tropicais e subtropicais. De porte ereto e que atinge de 0,15 a 0,30 m de altura, possui folhas pinadas, com coloração verde, flores pequenas, amarelo-esverdeadas reunidas em umbelas terminais e frutos do tipo aquênios (FODOR *et al.*, 2013; LORENZI; MATOS, 2008).

A cultura cresce melhor em solos úmidos, bem drenados e com pH entre 6,0-6,5. Não é exigente em fertilidade, mas requer atenção quanto ao manejo da adubação. A propagação ocorre normalmente por sementes, sendo que o processo de germinação é lento e desuniforme, podendo levar mais de quatro semanas. A colheita é feita aos 50-70 dias após a semeadura (FILGUEIRA, 2008; FODOR *et al.*, 2013, NASCIMENTO, 2005).

A salsa apresenta sabor e aroma característicos, o que contribui para ser um condimento muito apreciado pela população brasileira, especialmente nas regiões Sul e Sudeste (ESCOBAR *et al.*, 2010; ZHANG *et al.*, 2006). Suas folhas e ramos são utilizados na culinária, compondo saladas ou como tempero de diversos pratos. Também pode ser utilizada sob a forma de óleo essencial, como agente aromatizante na indústria alimentícia, farmacêutica, de perfumes e cosmética. Os principais componentes voláteis do óleo essencial são o apiol e a miristicina (TIAN *et al.*, 2011; ZHANG *et al.*, 2006).

Além disso, a salsa pode ter efeito sobre o controle de pragas. Alguns estudos evidenciaram a toxicidade do óleo essencial extraído da cultura sobre o adulto de mosca branca (*Trialeurodes vaporariorum* West.) (Hemiptera: Aleyrodidae) (MAHMOODI; VALIZADEGAN; MAHDAVI, 2014). Caboni *et al.* (2015) demonstraram o uso potencial de salsa em consórcio para o controle de *Meloidogyne* spp.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E. L.; SILVA, A. C. **Plantas atrativas para inimigos naturais e sua contribuição no controle biológico de pragas agrícolas**. Embrapa Agroecologia, Seropédica, 2011. 60p.
- ALBUQUERQUE, J. A. A. *et al.* Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 532-538, 2012.
- ALVES, J. N. **Utilização da radiação gama do cobalto-60 como tratamento quarentenário de plantas medicinais, aromáticas e condimentares desidratadas infestadas por *Lasioderma serricorne* (Fabricius,1792) (Coleoptera, Anobiidae) e *Plodia interpunctella* (Hubner, 1813) (Lepidoptera, Pyralidae)**. 2007. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2007.
- ARTECHE, I. E. B. **Tipificação de produtores, descrição de métodos de processamento mínimo e aspectos bromatológicos de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.) minimamente e processada**. 2006. 117f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- ASGARAPANAH, J. *et al.* Chemistry, pharmacology and medicinal properties of *Heracleum persicum* Desf. Ex Fischer: A review. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 6, n.10, p. 1813-1820, 2012.
- AVATO, P.; ARGENTIRI, M. P. Brassicaceae: a rich source of health improving phytochemicals. **Phytochemistry Reviews**, Bari, Italy, v. 14, p. 1019-1033, 2015.
- AWE, E. O.; BANJOKO, S. O. Biochemical and haematological assessment of toxic effects of the leaf ethanol extract of *Petroselinum crispum* (Mill) Nyman ex A.W. Hill (Parsley) in rats. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 13, n. 75, p. 1-6, 2013.
- BALCAU, S. L. *et al.* Establishing some technological methods to increase leaves production of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). **Journal of horticulture, forestry and biotechnology**, v. 17, n.1, p.15- 20, 2013.
- BEIZHOU, S. *et al.* Intercropping With Aromatic Plants Decreases Herbivore Abundance, Species Richness, and Shifts Arthropod Community Trophic Structure. **Environmental Entomology**, v. 41, n.4, p. 872-879, 2012.
- BELTRÃO, N. E. M. *et al.* **Consórcio Mamona + Amendoim: Opção para a Agricultura Familiar**. Circular Técnica 104. Embrapa Algodão, Campina Grande, 2006. 10p.
- BERTINI, C. H. M. *et al.* Desempenho agrônômico e divergência genética de genótipos de coentro. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n.3, p. 409-416, 2010.
- BIANCO, M. S. **Viabilidade agroeconômica do consórcio de couve com espinafre ‘Nova Zelândia’**. 2015. 55 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

BUSTOS, A. P.; POHLAN, H. A. J.; SCHULZ, M. Interaction between Coffee (*Coffea arabica* L.) and Intercropped Herbs under Field Conditions in the Sierra Norte of Puebla, Mexico. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, v. 109, n. 1, p. 85–93, 2008.

CABONI, P. *et al.* Nematicidal activity of furanocoumarins from parsley against *Meloidogyne* spp. **Pest Management Science**, v. 71, n. 8, p. 1099-1105, 2015.

CECILIO FILHO, A. B. *et al.* Agronomic efficiency of intercropping tomato and lettuce. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 3, p. 1109-1119, 2011.

CHAN, T. C. *et al.* A Comparative Study on the Total Antioxidant and Antimicrobial Potentials of Ethanolic Extracts from Various Organ Tissues of *Allium* spp. **Food and Nutrition Sciences**, 2013, v. 4, n. 8, p. 182-190, 2013.

DEIDERICHSEN, A. **Coriander (*Coriandrum sativum* L.)**: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plants Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996. 82 p.

DENG, C. H. *et al.* Determination of the volatile constituents of Chinese *Coriandrum sativum* L. by gas chromatography-mass spectrometry with solid-phase microextraction. **Chromatographia**, v. 57, v. 5, p. 357–361, 2003.

ESCOBAR, A. C. N. *et al.* A. Avaliação da produtividade de três cultivares de salsa em função de diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 2671-2676, 2010.

FAVORITO, P. A. *et al.* Características produtivas do manjericão (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, p.582-586, 2011.

FERNANDES, F. *et al.* Volatile Constituents throughout Brassica oleracea L. Var.acephala Germination. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Bragança, v. 57, p. 6795-6802, jul. 2009.

FERNANDES, P. C. *et al.* Cultivo de manjericão em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, p.260-264, abr./jun. 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FODOR, A. *et al.* Tetracycline and metabolites in agricultural farmland soil and *Petroselinum crispum* var. *neapolitanum* roots and leafs. **Analele Universității din Oradea, Fascicula Protecția Mediului**, v. 20, p. 27-32, 2013.

FONSECA, J. R. O. **Cultivos Consorciados entre Alface, Cenoura, Manjericão e Melissa**. 2009. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2009.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. **Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários**. Química Nova, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOMES, J. K. O. *et al.* Effects of weed control through cowpea intercropping on maize morphology and yield. **Planta Daninha**, Viçosa, 25, n. 3, p. 433-441, 2007.

GUIMARÃES, A. F. R. **Rendimento agrônômico de quiabo e cebola em consórcio e monocultivo**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2008.

HONGJIAO, C.; MINSHENG, Y.; CUI, L. Effects of intercropping systems on community composition and diversity of predatory arthropods in vegetable fields. **Acta Ecologica Sinica**, v. 30, n. 4, p. 190-195, 2010.

KING, G. J. **A white paper for the multinational Brassica genome project. Austrália: Southern Cross Plant Science**, 2005. Disponível em: <[http://www.brassica.info/info/publications/white\\_paper.php](http://www.brassica.info/info/publications/white_paper.php)> Acesso em 01 fev. 2016.

KURAL, B. V. *et al.* Effects of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC) leaves extracts on the susceptibility of very low and low density lipoproteins to oxidation. **Indian Journal of Biochemistry & Biophysics**, Gumushane (Turquia), v. 48, p. 361-364, 2011.

LEMOS, M. **Estudo do perfil fitoquímico e avaliação da atividade gastroprotetora do marcovar. *acephala* DC.** 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2010.

LETOURNEAU, D. K. *et al.* Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. **Ecological Applications**, v. 21, n. 1, p. 9-21, 2011.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2 ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

LUCCA, R. S. P. **Potencial inseticida de extrato de funcho, erva-doce, cravo da Índia e de preparado homeopático para o controle de pulgão em couve**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2009.

MACIEL, A. D. *et al.* Comportamento do feijoeiro em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, V. 26, n. 3, p. 273-278, 2004.

MAHMOODI, L.; VALIZADEGAN, O.; MAHDAVI, V. Fumigant toxicity of *Petroselinum crispum* L. (Apiaceae) essential oil on *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) adults under greenhouse Conditions. **Journal of Plant Protection Research**, v. 54, n. 3, p. 294-299, 2014.

MALUF, A. M. Interferência interespecífica entre *Amaranthus hybridus* L. e *Amaranthus viridis* L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 723-732, 1999.

MARCOLINI, M. W.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C. Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve de folha. **Científica**, v.33, n.2, p.192- 198, 2005.

MARTÍNEZ, L. E.; GALMARINI, C. R.; MASUELLI, R. W. Introgression of *Allium fistulosum* L. into interspecific hybrid backcrosses between *A. fistulosum* L. and *A. cepa*. L. **Acta Horticulturae**, v. 688, p.109-115, 2005.

MARTINEZ-VELAZQUEZ, G. A. *et al.* Acaricidal effect and chemical composition of essential oils extracted from *Cuminum cyminum*, *Pimenta dioica* and *Ocimum basilicum* against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, Berlin, v. 108, n. 2, p. 481-487, 2011.

MARTINS, E. R. *et al.* **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, 2002. 220 p.

MASSAD, M. D. *et al.* Produtividade de Cebolinha e Rabanete Cultivados Solteiros e Consorciados sob Manejo Orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6, 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Brasileira de Agroecologia, 2009, p. 218-222.

MAY, A. *et al.* **A cultura da couve-flor**. Boletim Técnico 200. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2007. 36p.

MEDEIROS, M. A.; SUJII, E. R.; MORAIS, H. C. Effect of plant diversification on abundance of South American tomato pinworm and predators in two cropping systems. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 300-306, 2009.

MELO, R. L. **Alternativas de controle de afídeos no cultivo da couve (*Brassica oleracea*) com ênfase a *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae)**. 2012. 132 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

MENDONÇA, J. C. *et al.* Efeitos Alelopáticos do Manjericão (*Ocimum basilicum* L.) exercidos sobre o alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2011, 7, Fortaleza. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

MONTSERRAT, C. *et al.* Utilización de *Mentha suaveolens* Ehrh y *Ocimum basilicum* L. como plantas refúgio para adelantar la instalación de *Orius laevigatus* F. (Hemiptera: Anthocoridae) en cultivo de pimiento. **Boletín de Sanidad Vegetal**, Plagas, v. 38, n. 2, p. 311-319, 2012.

MORAES, A. A. *et al.* Produção da capuchinha em cultivo solteiro e consorciado com os repolhos verde e roxo sob dois arranjos de plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p.1195-202, 2008.

MOTA, W. F. *et al.* Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 349-354, 2012.

MOUSAVI, S. R.; ESKANDARI, H. A General Overview on Intercropping and Its Advantages in Sustainable Agriculture. **Journal of Applied Environmental and Biological Sciences**, v. 1, n. 11, p. 482-486, 2011.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.211-214, 2005.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA R. S. Coentro: A hortaliça de mil e uma utilidades. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, 2005.

NOVO, M. C. S. S. *et al.* **Morfologia de folhas de couve do Banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo. Campinas**: Instituto Agrônomo de Campinas, 2010. 27p.

NURZYŃSKA-WIERDAK, R.; BOROWSKI, B. Dynamics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) growth affected by cultivar and foliar feeding with nitrogen. **Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus**, v. 10, n. 3, p. 307-317, 2011.

OLIVEIRA, E. Q. *et al.* Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.285-289, 2005.

OLIVEIRA, F. L. *et al.* Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.184-188, 2005.

OLIVEIRA, N. S. *et al.* Seleção e parâmetros genéticos de progênes de coentro tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, p.319-323,2015.

PACHECO, J. L. C. **Potencial entomopatogênico de fungos e actinobacterias marinhas no controle de *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae)**. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PATT, J. M.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Impact of strip insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 11, p. 175-181, 1997.

PENTEADO, S. R. **Horta doméstica e comunitária sem veneno - cultivo em pequenos espaços**. 3 ed. Campinas: Via Orgânica, 2010.

PEREIRA, R. S; MUNIZ, M. F. B.; NASCIMENTO, W. M. Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.703-706, 2005.

PICANÇO, M. C. *et al.* Manejo integrado de pragas de hortaliças. In: FONTES, P.C.R. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005. p.159-168.

PINTO, C. M. *et al.* Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.6, n.2, p.75-85, 2011

POTENZA, M. R. *et al.* Avaliação de produtos naturais irradiados para o controle de *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, p.485-492, 2004.

QUEIROZ, E. O. D. **Atividade antifúngica in vitro dos óleos essenciais de *Coriandrum sativum* L. (coentro) e *Foeniculum vulgare* Mill. (funcho) sobre cepas de *Cryptococcus neoformans***. 2012. 43f. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João pessoa, 2012.

RAKOW, G. Species origin and economic importance of *Brassica*. **Biotechnology in Agriculture and Forestry**, New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, v.54, p. 3-11, 2004.

RAZAQ, M. *et al.* Losses in yield and yield components caused by aphids to late sown Brassica *Napus* L., *Brassica Juncea* L. and *Brassica carinata* A. Braun At Multan, Punjab (Pakistan). **Pakistan Journal of Botany**. v. 43, n. 1, p. 319-324, 2011.

REIS, J. M. R.; RODRIGUES, J. F.; REIS, M. A. Adubação em consórcio de beterraba com alface. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 41-48, 2013.

RESENDE, A. L. S. *et al.* Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 41-46, 2010.

REZENDE, B. L. A. *et al.* Análise econômica de cultivos consorciados de alface americana x rabanete: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.853-858, 2005.

REZENDE, B. L. A. *et al.* Economic analysis of cucumber and lettuce intercropping under greenhouse in the winter-spring. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 2, p. 705-717, 2010.

ROCHA, H. C. R. *et al.* Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de folhas de capim citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) em cultivo consorciado com algodoeiro colorido no semiárido mineiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, p.183-187, 2012.

SANTOS, C. A. B. *et al.* Atividade inseticida de extratos vegetais contra o pulgão (*Aphis craccivora* Koch) do feijão caupi (*Vigna unguiculata*). In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 7, 2011, Fortaleza. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, Associação Brasileira de Agroecologia, 2009.

SANTOS, H. P. *et al.* **Eficiência de soja cultivada em modelos de produção sob sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005, 248 p.

SCHEFFER, M. C.; CORRÊA JÚNIOR, C. **Boas Práticas Agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Coordenação, Maria Consolacion Udry, Nivaldo Estrela Marques e Rosa Maria Peres Kornijezuk. Brasília: MAPA/SDC, 2006.

SCHMITT, O. J. *et al.* Consórcio de salsa e cebolinha para produção de maços comerciais mistos de cheiro-verde. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 114-120, 2016.

SCHONS, A. *et al.* Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.155-167, 2009.

SHINGO, G. Y.; VENTURA, M. U. Produção de couve *Brassica oleracea* L. var. *acephala* com adubação mineral e orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 589-594, 2009.

SILVA, C. P. *et al.* Desenvolvimento inicial de mudas de couve de folha em função do uso de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*). **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.1, p. 07-11, 2012.

SILVA, T. C. *et al.* Análise da matéria seca da *Melissa officinalis* e *achillea millefolium* sob influência do cultivo solteiro e consorciado. In: Congresso de Pós-Graduação da UFLA, 23, 2014, Lavras. **Anais...** Lavras: Associação dos Pós-graduandos da Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SONG, B. Z. *et al.* Effects of intercropping with aromatic plantas on diversity and structure of na arthropod community in a pera orchard. **BioControl**, v. 55, n.6, p. 741-751, dez. 2010.

SOUZA, I. L. **Controle biológico de pragas do pimentão (*Capsicum annuum* L.) orgânico em cultivo protegido associado a manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, 2014.

SOUZA, J. P.; MACEDO, M. A. S. Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. **ABCustos Associação Brasileira de Custos**, São Leopoldo, v. 2, p. 57-78, 2007.

SOUZA, M. L. O. *et al.* Efeito do consórcio do milho (*Zea mays* L.) com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no rendimento de grãos, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, número especial, p. 196-205, 2004.

STEINER, F. *et al.* Efeito do composto orgânico sobre a produção e acúmulo de nutrientes nas folhas de couve manteiga. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p.1886-1890, 2009.

TEIXEIRA, J. P. F. *et al.* Essential oil contents in two cultivars of basil cultivated on NFT-hydroponics. In: Proceedings of the First Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants. **Acta Horticulturae**, v. 569, p. 203-208, 2002.

TIAN, J. *et al.* In vitro and in vivo activity of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) against fungal spoilage of cherry tomatoes. **Food Control**, v. 22, n. 12, p. 1992-1999, 2011.

TOGNI, P. H. B. *et al.* Conservação de inimigos naturais (insecta) em tomateiro orgânico. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.4, p.669-676, 2010.

TOGNI, P. H. B. *et al.* Dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomate monocultivo e consorciado com coentro sob cultivo orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 183-188, 2009.

TORRES, M. A. P.; TORRES, P. G. V. **Guia do horticultor**. Porto Alegre: Editora Rígel, 2009.

VIEIRA, M. C. *et al.* Consórcio de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) e alface sob dois arranjos de plantas. **Revista Brasileira Plantas de Mediciniais**, Botucatu, v.14, p.169-174, 2012.

VILELA, H. **Alelopatia e os agrossistemas**. Portal agronomia. 2009. Disponível em:<[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_alelopatia\\_e\\_os\\_agrossistemas.html](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_alelopatia_e_os_agrossistemas.html)> Acesso em fev. 2016.

WANG, K. H. **Cover Crops as Insectary Plants to Enhance Above and Below Ground Beneficial Organisms**. The Food Provider, 2012.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs. Part 1: Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Produção e renda bruta da cebolinha solteira e consorciada com espinafre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 811-814, 2004.

ZARATE, N. A. H. *et al.* Produção da araruta ‘Comum’, solteira e consorciada com alface e cenoura. **Acta Científica Venezuelana**, v.58, n.1, p.1-5, 2007.

ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; BRATTI, R. Efeitos da cama-de-frangos e da época de colheita sobre a produção e a renda bruta da cebolinha ‘Todo Ano’. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.33, n.2, p.73- 78, 2003.

ZHANG, H. *et al.* Evaluation of antioxidant activity of parsley (*Petroselinum crispum*) essential oil and identification of its antioxidant constituents. **Food Research International**, v. 39, n. 8, p. 833–839, 2006.

## **CAPÍTULO 1 – CULTIVO CONSORCIADO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS E CONDIMENTARES MELHORA O DESEMPENHO AGROECONÔMICO E A EFICIÊNCIA BIOLÓGICA DA COUVE DE FOLHA**

**Resumo** – A consorciação de culturas é uma das estratégias de manejo da diversidade vegetal que visa a sustentabilidade dos agrossistemas. Para que seja bem-sucedida, as espécies consorciadas devem ser complementares no uso dos recursos produtivos. A couve de folha é uma importante hortaliça para a olericultura brasileira. Esta é preponderantemente manejada sob cultivo solteiro, mas observações de campo tem indicado que a cultura tem potencial produtivo satisfatório quando cultivada em consórcio com outras espécies de hortaliças. Neste sentido, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e econômico e a eficiência biológica do consórcio de couve de folha com plantas aromáticas e condimentares. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos consistiram dos sistemas de cultivo de couve de folha solteiro e consorciado com cebolinha, coentro, manjeriço e salsa e dos cultivos solteiros das condimentares. As características agrônomicas avaliadas na couve de folha foram altura, número de folhas, massa fresca e seca das folhas e produtividade. Para cebolinha, coentro e salsa avaliou-se a altura, número de perfilhos ou hastes, massa fresca e seca da parte aérea e produtividade. E para o manjeriço, altura, massa fresca e seca da parte aérea e produtividade. O consórcio com salsa possibilitou a obtenção das maiores médias para as características morfológicas e de produtividade para a couve de folha. O desempenho produtivo da cebolinha e do coentro não diferiu entre os sistemas de cultivo. O coentro e a salsa permitiram as maiores vantagens econômicas entre os consórcios, bem como a maior eficiência biológica. Conclui-se que o consórcio couve de folha e salsa apresenta viabilidade agroeconômica superior às demais associações.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. *Allium fistulosum*. *Coriandrum Sativum*. *Ocimum basilicum*. *Petroselinum crispum*. Consorciação. Vantagem produtiva. Uso eficiente da terra.

## THE INTERCROPPING WITH AROMATIC HERBS IMPROVES AGROECONOMIC PERFORMANCE AND BIOLOGICAL EFFICIENCY OF KALE

**Abstract** - The intercropping is one of the strategies of the management of plant diversity aimed at sustainability of agricultural systems. To be successful, it is necessary that the intercropped species are complementary in the use of productive resources. The kale is an important vegetable crop for the Brazilian horticulture. The kale is managed mainly under the monocrop but field observations indicate that the culture has good yield potential when intercropped with other species of vegetables. We aimed to evaluate the agroeconomic performance and biological efficiency of kale intercropping with and aromatic herbs. The experimental design was a randomized block with five repetitions. The treatments consisted of monoculture of kale and of the intercropping with bunching onion, coriander, basil and parsley and monoculture of aromatic herbs. The agronomic characteristics evaluated in kale were height, leaf number, fresh and dry weight of leaves and productivity. For bunching onion, coriander and parsley evaluated the height, number of tillers or rods, fresh and dry weight of shoot and productivity. And basil, height, fresh and dry weight of shoot and productivity. The intercropping with parsley obtained the highest average for the morphological characteristics and productivity for the kale. The productive performance of bunching onion and coriander did not differ between cropping systems. Coriander and parsley had the greatest economic advantages and the greatest biological efficiency between the intercropping. We conclude that the kale and parsley intercropping demonstrates agroeconomic efficiency superior than the other associations.

**Keywords:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. *Allium fistulosum*. *Coriandrum Sativum*. *Ocimum basilicum*. *Petroselinum crispum*. Intercropping. Land equivalent ratio. Productive advantage.

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das principais estratégias para alcançar uma agricultura mais sustentável nos agrossistemas simplificados pelo monocultivo é através da restauração e gestão da diversidade vegetal (MARKOVIC, 2013). Dentre as várias possibilidades para o manejo diversificado, a consorciação de culturas se destaca como uma das mais acessíveis e adequadas ao cultivo de hortaliças, especialmente em pequenas áreas e sob o sistema de produção familiar (MONTEZANO; PEIL, 2006). O sistema consorciado é definido como uma técnica de base ecológica, em que duas ou mais espécies são cultivadas numa mesma área por um determinado período de tempo (BRINTHA; SERAN, 2009; MONTEZANO; PEIL, 2006; PINTO *et al.*, 2011) e cuja adoção traz inúmeras vantagens, com destaque para a melhoria na utilização dos recursos produtivos (CARVALHO *et al.*, 2009; GRANGEIRO *et al.*, 2011), elevação da estabilidade produtiva e aumento da rentabilidade por unidade de área cultivada (GRANGEIRO *et al.*, 2011; MONTEZANO; PEIL, 2006).

De forma geral, os sistemas consorciados são constituídos pela associação de uma cultura principal, cujo interesse econômico é primário, com uma cultura companheira (BRINTHA; SERAN, 2009) que possibilite interesse econômico ou alguma vantagem ao processo produtivo da cultura principal. A vista disso é fundamental que a cultura principal tenha maior capacidade de adaptação e habilidade competitiva que as culturas consortes. Para tal, esta deve apresentar rápido crescimento inicial, eficiência na utilização dos recursos (GUSTAFSON; GIBSON; NICKRENT, 2004) e rápida expansão do dossel superior (LEMAIRE, 2001) em relação à cultura companheira, cabendo ainda citar, a necessidade de apresentar interação positiva ou complementariedade com a cultura que será associada (FONSECA, 2009; MOUSAVI; ESKANDARI, 2011).

A complementariedade estabelece que os padrões de crescimento das espécies são diferentes no tempo e no espaço (BRINTHA; SERAN, 2009), o que contribui para a minimização da competição interespecífica pelos recursos do ambiente, como luz e nutrientes e, além disso, para possíveis efeitos alelopáticos (PINTO; PINTO, 2012). Assim sendo, é possível afirmar que quando complementares, as culturas normalmente não exploram o mesmo nicho ecológico, apresentam crescimento mais equilibrado, o que pode possibilitar elevação na produtividade biológica e econômica nos sistemas consorciados (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012).

Diante dos vários aspectos que afetam as interações entre as culturas e, consequentemente, o desempenho dos consórcios, as avaliações de sistemas consorciados devem ser feitas a partir do estudo de um conjunto de fatores como crescimento e desenvolvimento vegetal das culturas envolvidas, produção e resultados econômicos (SOUZA; MACEDO, 2007) e, também, da análise da eficiência biológica em relação aos cultivos solteiros (MONTEZANO; PEIL, 2006; PINTO *et al.*, 2011).

No caso das hortaliças, várias pesquisas têm sido realizadas, as quais têm demonstrado a viabilidade agroeconômica da consorciação (OLIVEIRA *et al.*, 2010). No entanto, na literatura ainda são poucos os relatos de estudos acerca do consórcio de espécies da família Brassicaceae, especialmente a *Brassica oleracea*, com outras hortaliças ou com espécies aromáticas e condimentares. Os poucos estudos existentes foram desenvolvidos com couve-brócolos (*B. oleracea* L. var. *italica* Plenck) com alface (OHSE *et al.*, 2012), repolho (*B. oleracea* L. var. *capitata* L.) com capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) (MORAES *et al.*, 2008), couve de folha (*B. oleracea* L. var. *acephala*) com coentro (*Coriandrum sativum* L.) (RESENDE *et al.*, 2010) e couve de folha com espinafre ‘Nova Zelândia’ (BIANCO, 2015).

Com base nos estudos já realizados, o cultivo de couve de folha sob sistema consorciado tem sido considerado tecnicamente viável. No entanto, ainda há carência de informações para as condições edafoclimáticas do Nordeste; e, portanto, necessitando de pesquisas com essa temática. Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o desempenho agroeconômico e a eficiência biológica do consórcio de couve de folha com plantas aromáticas e condimentares (cebolinha, coentro, manjericão e salsa).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo e delineamento experimental

O estudo foi conduzido na Horta Didática pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Pici, localizada em Fortaleza-CE, cujas coordenadas geográficas são 03°44' de Latitude Sul e 38°34' de Longitude Oeste, e 21 m de altitude. O clima da região é, segundo Köppen, do tipo As, definido como clima tropical com verão seco, com temperatura média anual maior que 26°C e precipitação média anual é de aproximadamente 1.450 mm (ALVARES *et al.*, 2014).

Durante a realização do estudo, a temperatura média manteve-se em torno 28,1°C, oscilando entre 21,4 e 23,6°C a temperatura mínima e a temperatura máxima entre 32,4 e 29,0°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 57,7 e 80,7%, tendo como valor médio 66,6%. Quanto às precipitações, observou-se um valor acumulado no período de 11 mm. Estes dados foram obtidos junto à Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, Campus Pici.

O estudo foi realizado durante o período de agosto a novembro de 2015 a campo, sob delineamento em blocos ao acaso. A área destinada à realização do experimento tem um histórico de utilização com o cultivo de hortaliças. As características químicas do solo utilizado para o cultivo, obtidas através da realização de análise de fertilidade nas camadas de 0-20 cm, revelou pH (água) = 6,3; P = 215,3 mg.dm<sup>-3</sup> e K = 310,0 mg.dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 12,7 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 7,6 cmolc.dm<sup>-3</sup> e Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmolc.dm<sup>-3</sup>; (H+Al) = 1,9 cmolc.dm<sup>-3</sup>; SB = 21,7 cmolc.dm<sup>-3</sup> e CTC = 23,8 cmolc.dm<sup>-3</sup>; V = 92,0% e MO = 65,8 g.kg<sup>-1</sup>.

Para a avaliação de aspectos agrônômicos da cultura principal do estudo (couve de folha) foram considerados todos os tratamentos que, em sua composição apresentavam a referida cultura, ou seja, cinco tratamentos (T1 a T5; Tabela 1) que foram avaliados em cinco repetições. Para a avaliação agrônômica de cada uma das culturas secundárias utilizadas nas consorciações com couve de folha, fez-se uma comparação individualizada destas, entre seus sistemas de cultivo solteiro e consorciado.

Já para a avaliação econômica e da eficiência biológica de cada um dos cultivos realizados, seja na forma consorciada, seja na forma de monocultivo, todos foram comparados entre si, como se fossem tratamentos específicos. Neste caso, além dos cinco tratamentos já citados, que em sua composição apresentavam a couve de folha, também foram considerados como tratamentos, os monocultivos das culturas secundárias (T6 a T9; Tabela 1).

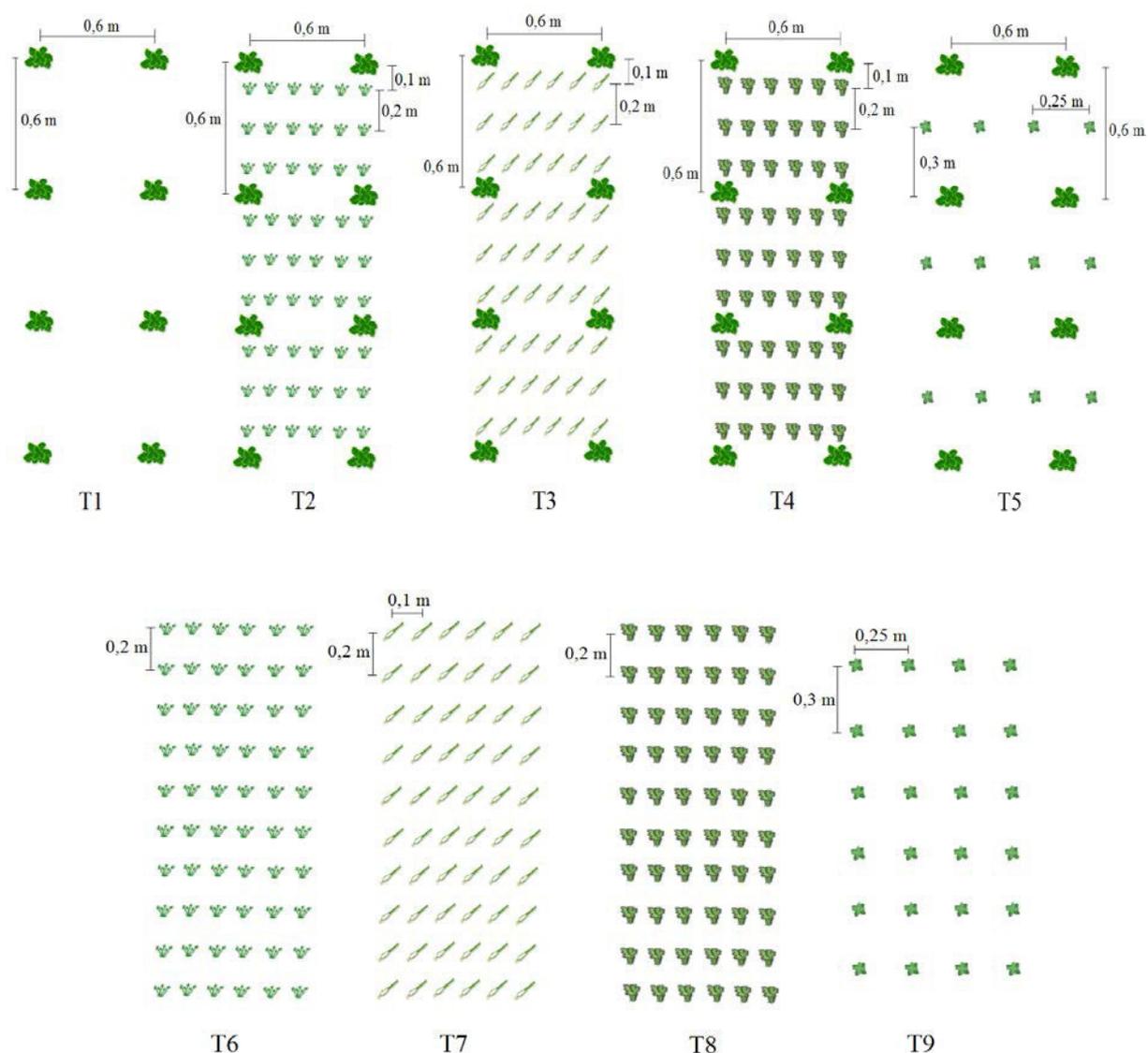
**Tabela 1** - Caracterização dos tratamentos. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

<b>Tratamentos</b>
T1 - cultivo solteiro de couve de folha
T2 - cultivo consorciado couve de folha e coentro
T3 - cultivo consorciado couve de folha e cebolinha
T4 - cultivo consorciado couve de folha e salsa
T5 - cultivo consorciado couve de folha e manjeriçã
T6 - cultivo solteiro de coentro
T7 - cultivo solteiro de cebolinha
T8 - cultivo solteiro de salsa
T9 - cultivo solteiro de manjeriçã

## 2.2 Parcela experimental

As parcelas experimentais, tanto de monocultivo quanto do cultivo consorciado de couve de folha, foram constituídos por duas linhas, sendo dispostas quatro plantas em cada uma delas, totalizando 8 plantas por parcela. O espaçamento utilizado entre as plantas de couve de folha foi de 0,6 x 0,6 m. Nos tratamentos consorciados, as hortaliças consortes foram dispostas entre as linhas de couve de folha, de forma transversal ao comprimento do canteiro (Figura 1). A cebolinha, o coentro e a salsa foram cultivados em nove linhas (três linhas em cada entrelinha de couve de folha). Os espaçamentos utilizados para as culturas consorciadas a couve de folha foram: coentro e salsa, de 0,20 m entre linhas de cultivo e 4 gramas de sementes por metro linear de sulco de cultivo; cebolinha, de 0,20 m entre linhas de cultivo e 0,10 m entre plantas. As plantas de couve de folha ficaram distanciadas por 0,10 m das linhas de cultivo do coentro, da salsa e da cebolinha. O manjeriçã foi cultivado em linha única espaçada a 0,30 m das linhas de couve de folha e 0,25 m entre plantas de manjeriçã (quatro plantas por fileira, sendo três fileiras), totalizando 12 plantas por parcela.

Nos tratamentos solteiros, a cebolinha, coentro e salsa foram cultivados em dez linhas com espaçamento de 0,20 m entre linhas e de 0,05 m entre plantas para coentro e salsa. Para a cebolinha o espaçamento entre linhas de cultivo foi de 0,20 m e 0,10 m entre plantas. O manjeriçã foi disposto em seis linhas espaçadas a 0,30 m e 0,25 m entre plantas (quatro plantas por fileira), totalizando 24 plantas por parcela.



**Figura 1** - Croqui dos tratamentos com os arranjos das plantas de couve de folha e das ervas aromáticas, em sistema solteiro e consorciado. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Para área útil considerou-se as quatro plantas centrais de couve-de-folha, sendo incluídas as fileiras das plantas consortes. As plantas localizadas fora da área interna do quadrilátero imaginário, de couve-de-folha, constituíram a bordadura. Nos tratamentos solteiros das plantas aromáticas e condimentares, a área útil foi constituída das quatro fileiras centrais para cebolinha, coentro e salsa e das duas fileiras centrais para o manjericão. Para a cebolinha, coentro e salsa, foram colhidas as plantas contidas dentro de uma área de 0,30 x 0,30 m; enquanto que para o manjericão, as duas plantas centrais das fileiras foram colhidas para avaliação.

### 2.3 Instalação e condução do experimento

As culturas de cebolinha, coentro e salsa foram semeadas diretamente em sulcos preparados no solo que foi previamente revolvido e adubado aos cinco e oito dias antes do transplântio do manjeriço e couve de folha, respectivamente. Os plantios de manjeriço e couve de folha foram realizados com mudas produzidas em bandejas plásticas de 162 células preenchidas com substrato a base de húmus de minhoca (80%) e vermiculita (20%), as quais foram transplantadas aos 20 e 23 dias após a semeadura (DAS), respectivamente. Devido ao curto ciclo do coentro, em comparação aos demais, uma segunda semeadura foi realizada um dia após sua colheita.

As seguintes cultivares foram utilizadas no trabalho: 'Manteiga de Geórgia' para couve de folha (Isla<sup>®</sup>), coentro 'Verdão' (Feltrin<sup>®</sup>), cebolinha 'Todo Ano' (Feltrin<sup>®</sup>), salsa 'Graúda Portuguesa' (Feltrin<sup>®</sup>) e manjeriço tipo 'Italiano' (Feltrin<sup>®</sup>).

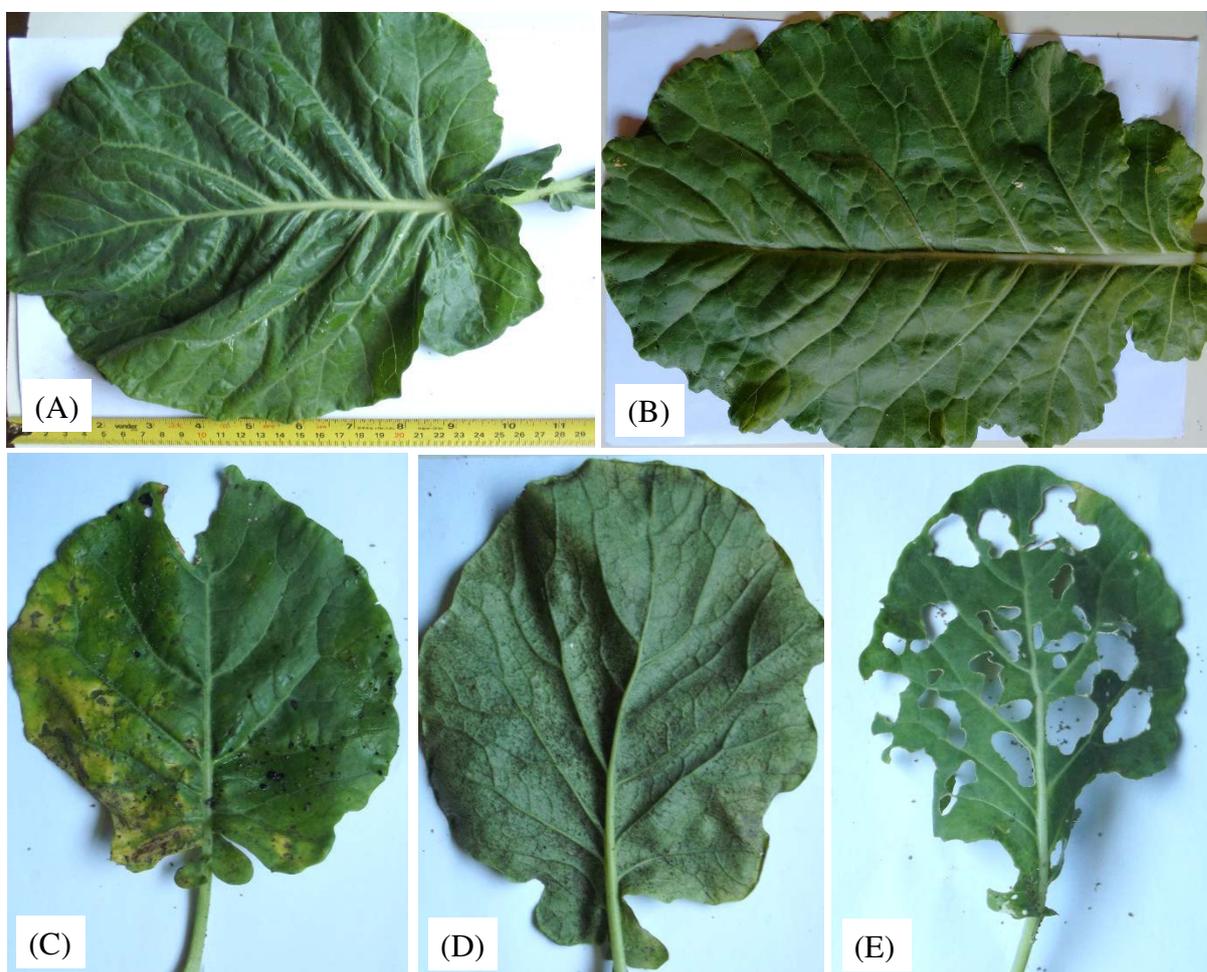
A adubação de plantio foi realizada com a incorporação de 12 kg.m<sup>-2</sup> de composto orgânico (produzido no local) no dia da instalação do experimento a campo, um pouco antes da semeadura das culturas de cebolinha, coentro e salsa. As adubações de cobertura foram feitas quinzenalmente, com início aos 15 dias após o transplântio (DAT) das mudas de couve de folha, com uma dose de 0,3 kg.planta<sup>-1</sup> para couve de folha e manjeriço e 0,3 kg.linha<sup>-1</sup> para as culturas semeadas em linha. A irrigação das plantas foi feita de forma localizada por microaspersão, em dois turnos de rega ao dia. As capinas foram realizadas periodicamente. Não houve aplicação de defensivos agrícolas durante o experimento.

As colheitas foram realizadas de acordo com os padrões de comercialização de cada cultura na região de cultivo. Para a couve de folha, foram realizadas três colheitas, as quais ocorreram aos 41, 56 e 70 DAT. O manjeriço foi colhido aos 36, 51 e 70 DAT. Para o coentro, as colheitas ocorreram aos 35 e 36 DAS de cada um dos cultivos realizados. Para as culturas de salsa e cebolinha as colheitas foram realizadas aos 55 e 70 DAS, respectivamente.

### 2.4 Avaliações fitotécnicas, econômicas e eficiência biológica

As características avaliadas para a couve de folha foram: altura de plantas (cm), número de folhas no padrão comercial (comprimento de 25-30 cm) (Figura 2), número de folhas fora do padrão comercial, número total de folhas, massa fresca das folhas com padrão comercial (g), massa fresca das folhas fora do padrão comercial (g), massa fresca total das folhas (g), massa seca das folhas com padrão comercial, massa seca das folhas fora do padrão comercial

(g); massa seca total das folhas (g) e produtividade ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (massa fresca das folhas de padrão comercial por hectare de área cultivada).



**Figura 2** - Classificação comercial das folhas de couve. (A) e (B) Folhas com padrão comercial. (C), (D) e (E) Folhas fora do padrão comercial. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Para cebolinha, coentro e salsa, foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas (cm), número médio de perfilho/haste por planta, massa fresca da parte aérea (g), massa seca da parte aérea (g) e produtividade ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (massa fresca da parte aérea). Para o manjeriço foi avaliada a altura de planta (cm), massa fresca da parte aérea (g), massa seca da parte aérea (g) e a produtividade ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (massa fresca da parte aérea).

A medição da altura foi efetuada com auxílio de uma régua graduada em milímetros e obtida a partir do nível do solo até a extremidade das folhas mais altas. Para a determinação da massa fresca utilizou-se balança de precisão. As plantas de cebolinha, coentro e salsa foram seccionadas rente ao colo e posteriormente pesadas. Após a coleta e pesagem, o material vegetal fresco foi alocado em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a uma

temperatura de 65°C por 48 horas. Após este período, os sacos de papel, contendo os vegetais, foram colocados em um dissecador para a redução da temperatura e, sua posterior estabilização, sendo então determinada à massa seca em balança de precisão.

Para análise econômica foram avaliados: custo operacional de produção (CO) (R\$.ha<sup>-1</sup>), receita bruta (RB) (R\$.ha<sup>-1</sup>), lucro bruto (LB) (R\$.ha<sup>-1</sup>), taxa de retorno (TR) (%) e índice de lucratividade (IL) (%).

Os custos foram contabilizados por meio da metodologia da Conab (CONAB, 2010), em que foram considerados os desembolsos efetivos (custos diretos) realizados desde o preparo do solo até a colheita, com insumos, mão de obra e operações de máquinas. Para o cálculo, foram computados os materiais gastos e a duração de cada atividade e operação por unidade de área, sendo que as operações de preparo do solo e adubação de plantio foram comuns entre os tratamentos, tendo em vista que a quantidade de composto orgânico aplicado e o tempo gasto para a execução das atividades foram os mesmos para os cultivos solteiros e consorciados.

Os custos indiretos foram representados pela energia elétrica consumida na irrigação, pela conservação das benfeitorias e pela remuneração dos fatores produtivos, não diretamente desembolsáveis, como a depreciação. O consumo da energia elétrica levou em conta a necessidade de bombeamento da água da fonte de captação até o sistema de irrigação (microaspersão), sendo rateada de forma proporcional ao período de duração de rega nos sistemas de cultivo. A conservação das benfeitorias (gastos com manutenção periódica) foi estimada em 2% ao ano sobre o valor do bem novo. A depreciação da infraestrutura (perda de valor ou eficiência produtiva causada pelo desgaste devido ao uso) foi calculada com base no método linear, com percentual de 10% ao ano. Os rateios da conservação e depreciação do viveiro e do sistema de irrigação foram baseados no número de mudas produzidas e no tempo de rega de cada sistema produtivo, respectivamente.

A RB foi obtida através do produto da produção comercial das culturas pelo preço médio praticado na região em janeiro de 2016. A unidade de comercialização da couve de folha foi o maço com aproximadamente seis folhas de tamanho comercial, com cerca de 400 gramas (g); da cebolinha, coentro e salsa foi o maço de 100 g; e, para o manjeriço, o maço de 400 g. Para o LB considerou-se a diferença entre a RB e o CO. A TR foi calculada mediante a razão entre a RB e o CO, enquanto que o IL foi obtido da razão entre a LB e RB.

A eficiência biológica entre os componentes dos sistemas consorciados foi calculada mediante a utilização do índice de uso eficiente da terra (UET), contribuição relativa da cultura de couve de folha ao UET (CRC), razão de área equivalente no tempo (RAET), índice de produtividade do sistema (IPS) e vantagem monetária (VM).

Para o cálculo do UET foi utilizada a fórmula proposta por Willey (1979):

$$UET = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} = I_a + I_b$$

em que:  $Y_{ab}$ : produção da cultura “a” em consórcio com a cultura “b”;

$Y_{ba}$ : produção da cultura “b” em consórcio com a cultura “a”;

$Y_{aa}$ : produção da cultura “a” em monocultivo;

$Y_{bb}$ : produção da cultura “b” em monocultivo; e,

$I_a$  e  $I_b$ : produtividades relativas individuais das culturas.

O UET assume valores menores e maiores que 1,0. Se  $UET > 1$  indica que houve vantagem produtiva;  $UET = 1$  não houve vantagem produtiva e se  $UET < 1$ , então ocorre desvantagem produtiva do sistema de cultivo em estudo (WILLEY, 1979).

A CRC foi calculada pela razão entre a produtividade relativa individual (I) da couve de folha e o UET total do sistema, conforme fórmula proposta por Souza e Macedo (2007):

$$CRC = \frac{(I \times 100)}{UET}$$

em que: I - produtividade relativa individual;

UET - índice de uso eficiente da terra.

Para o cálculo da RAET, utilizou-se a metodologia proposta por Hiebsch e McCollum (1987), sendo:

$$RAET = \frac{(UET_a \times T_a) + (UET_b \times T_b)}{T_{ab}}$$

em que:  $UET_a$  e  $UET_b$ : rendimento parcial do uso eficiente da terra das respectivas culturas;

$T_a$  e  $T_b$ : número de dias do plantio à colheita da cultura ‘a’ e da cultura ‘b’;

$T_{ab}$ : tempo total (dias) do sistema de consorciação entre as culturas.

Este índice inclui o fator tempo para o cálculo da eficiência do consórcio, sendo que se a RAET > 1, ocorre vantagem produtiva da consorciação avaliada; se a RAET = 1, não há vantagem produtiva e se a RAET < 1 ocorre desvantagem produtiva, não justificando a relação de cultivo para fins de rendimento (PINTO; PINTO, 2012). De modo geral, quando o período do consórcio é semelhante ao ciclo produtivo das culturas envolvidas no consórcio, o RAET permanece igual ao UET; já quando o período do consórcio se estende mais que o ciclo produtivo individual das culturas, o RAET é menor que o UET, indicando uso ineficiente dos recursos ao longo do tempo; e, quando a duração da consorciação é menor que o ciclo produtivo das culturas, tem-se um RAET maior que o UET, devido a maior eficiência no uso dos fatores de produção no tempo, permitindo mais colheitas durante um intervalo de tempo.

O IPS foi calculado de acordo com a metodologia de Odo (1991):

$$\text{IPS} = \left( \frac{Y_{bb}}{Y_{aa}} \right) \times Y_{ab} + Y_{ba}$$

em que: Yaa: rendimento da cultura 'a' em monocultivo;

Ybb: rendimento da cultura 'b' em monocultivo;

Yab: rendimento da cultura 'a' em consórcio;

Yba: rendimento da cultura 'b' em consórcio.

A grande vantagem do IPS é que ele padroniza o rendimento da cultura secundária em relação à cultura principal.

A VM foi calculada através da expressão proposta por Willey (1979):

$$\text{VM} = \frac{\text{RB} \times (\text{UET}-1)}{\text{UET}}$$

em que: RB - renda bruta do sistema, isto é, o valor da produção do sistema consorciado;

UET - valor do uso eficiente da terra.

Tendo em vista o critério utilizado para o cálculo da produtividade da cultura principal, em que se considerou somente as folhas comercializáveis, sendo descartadas as folhas fora de padrão, estimou-se uma redução de produtividade das culturas secundárias em virtude das perdas pré e pós-colheita, em torno de 30% de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), sendo

estes novos valores de produtividade utilizados para o cálculo dos indicadores econômicos e da eficiência biológica das culturas consortes.

## **2.5 Análises de dados**

Os resultados das características fitotécnicas foram submetidos à análise de variância (teste F), com comparação de médias pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software Genética e Estatística GENES (CRUZ, 2013).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciaram efeito dos diferentes sistemas de cultivo para as variáveis fitotécnicas de couve de folha, à exceção do número de folhas e massa seca comerciais (Tabela 2). Para a altura das plantas, as maiores médias foram observadas nos consórcios com coentro (T2) e com salsa (T4), que diferiram dos demais sistemas de cultivo, mas não entre si.

A maior altura da couve de folha observada para os tratamentos T2 e T4 em relação ao cultivo solteiro (T1) podem estar relacionados a uma maior competição por luz. Tanto o coentro como a salsa apresentam crescimento inicial rápido e uniforme. Tais características associadas a suas sementeiras direta, realizadas com oito dias de antecedência ao transplântio da couve de folha, podem ter causado algum sombreamento e, conseqüentemente, o estiolamento das plantas de couve de folha (TAIZ; ZEIGER, 2013). Plantas com acesso insuficiente à luz tendem a crescer de forma rápida, alongando e afinando seus tecidos, com o intuito de alcançá-la e, assim, retomar seu desenvolvimento adequado. Durante o crescimento estiolado pode-se observar à redução da taxa fotossintética, sendo que a prolongação desta condição pode causar efeitos negativos no rendimento produtivo da cultura (CECILIO FILHO *et al.*, 2011).

Além do exposto, o crescimento mais lento da couve de folha no período posterior ao transplântio, onde são necessários alguns dias para a retomada do crescimento das plantas, torna a cultura mais sensível à competição interespecífica por recursos ambientais nas fases iniciais de seu ciclo, o que pode ter se refletido em um menor potencial produtivo. No caso deste trabalho, apesar dos bons resultados obtidos para a couve de folha consorciada com as culturas do coentro e da salsa, melhores produções poderiam ter sido alcançadas se a sementeira direta dessas culturas condimentares fosse realizada de forma mais tardia, ou seja, próxima a data de transplântio da couve, o que possivelmente causaria menor interferência competitiva e contribuiria para uma maior complementariedade entre as espécies dentro dos sistemas consorciados.

Para o número de folhas não comerciais (NFNC) e número de folhas totais (NFT), os tratamentos T1, T2, e T4 foram os que proporcionaram maior produção, não diferindo entre si (Tabela 2). Resende *et al.* (2010) também não encontraram diferenças para o número total de folhas quando comparado o monocultivo com o consórcio com coentro. Os tratamentos T4 e T2 apresentaram 54% das folhas fora do padrão comercial.

De um modo geral, todos os tratamentos apresentaram elevadas perdas na qualidade das folhas de couve devido, principalmente, ao ataque por pulgão (*Myzus persicae*) e por larvas de lepidópteros durante o ciclo produtivo, tais como *Ascia monuste orseis* (Latrielle, 1818) (Lepidoptera: Pieridae) e *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae).

Quanto à massa fresca comercial (MFC), não comercial (MFNC) e total (MFT), a consorciação de couve de folha com salsa (T4) foi a que possibilitou a obtenção dos maiores valores, o que mostra elevada eficiência produtiva para a consorciação em questão (Tabela 2). Da mesma forma, para a massa seca não comercial e seca total, destaque pode ser feito a consorciação da couve de folha com a salsa, que apresentou valores superiores aos dos demais tratamentos avaliados, sendo, em relação ao monocultivo, superior em 47 e 43%, em média, respectivamente.

Para o fator produtividade, pode-se observar diferença entre os tratamentos avaliados quanto à produção de couve de folha (Figura 3). Os melhores resultados observados foram para o consórcio de couve com salsa, que apresentou produtividade 78% superior ao segundo melhor resultado obtido que foi verificado para o monocultivo da couve (Figura 2). Para todos as demais consorciações, foi observada produtividade de couve de folha inferior se comparado ao sistema solteiro de produção desta cultura. Resultados similares aos obtidos neste trabalho foram observados por Resende *et al.* (2010) que verificaram redução de 15,29% na produtividade da couve de folha consorciada com coentro, quando comparada a produtividade das plantas provenientes de cultivo solteiro. Choudhuri e Jana (2012) trabalhando com repolho também observaram produtividades superiores (em torno de 17,58%) no cultivo solteiro se comparado com aquelas obtidas no consórcio com coentro. Tais resultados permitem inferir que eventualmente houve algum tipo de competição ou processo de antagonismo envolvendo o cultivo de brássicas consorciadas com coentro, o que parece tornar tal combinação inviável quando se almeja produzir brássicas. Por outro lado, Bianco (2015) não verificou diferenças produtivas nos cultivos de couve de folha solteiro e consorciada com espinafre.

Como observado para o coentro consorciado com a couve, o manjeriço e a cebolinha também parecem exercer algum tipo de pressão de competição com a couve. Carvalho *et al.* (2009) verificaram pressão competitiva do manjeriço consorciado com tomateiro. No entanto, segundo eles, tal pressão não foi suficiente para afetar significativamente a produtividade total do tomateiro. Tal resultado é semelhante ao observado neste trabalho, já que apesar da diferença em números absolutos de produção de couve de folha, observada entre os tratamentos monocultivo e consórcio de couve de folha e manjeriço, não foi observada diferença entre os tratamentos.

Uma possível explicação para as pressões de competição ocorridas para os consórcios de couve com coentro ou manjerição podem estar relacionadas principalmente ao sombreamento provocado por estas à couve, principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento da couve pós-transplântio, momento em que as plantas de manjerição e coentro já começam a sombrear as plantas de couve recém transplantadas. A produtividade das plantas depende da produção total de biomassa e de sua distribuição nas diferentes partes que a compõem (CECILIO FILHO *et al.*, 2011). De forma geral os processos de biossíntese de fitomassa são afetados negativamente pela menor disponibilidade de energia luminosa (TAIZ & ZEIGER, 2013). Quanto à pressão de competição ocorrida entre a couve de folha e a cebolinha, consorciadas, essa parece ter sido provocada por algum tipo de efeito inibitório, mas não pelo sombreamento, já que além da pequena área foliar, a arquitetura das folhas da cultura, geralmente eretas, pouco sombrearam as plantas de couve mesmo nos estádios mais avançados de desenvolvimento de ambas as culturas. Pesquisadores trabalhando com consórcios de outras brássicas com cebola (*Allium cepa* L.) observaram que as produtividades de repolho, couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) e brócolos não diferiram quando comparados a seus respectivos monocultivos (UNLU; SARI; SOLMAZ, 2010).

Considerando os desempenhos das culturas consortes sob os tipos de sistemas de cultivo, não foram observadas diferenças entre os fatores avaliados nas plantas de cebolinha e coentro nos tratamentos consorciado ou solteiro (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Massad, Oliveira e Dutra (2010) que também não encontraram diferenças para o número de perfilhos de plantas de cebolinha cultivadas em sistema solteiro e consorciado com rabanete. Oliveira *et al.* (2013) avaliando a viabilidade técnica do consórcio de coentro, cenoura e rúcula, sob quatro densidades populacionais, também não verificaram diferenças entre plantas de coentro produzidas nos sistemas solteiro e consorciado para o componente morfológico de altura. Por outro lado, Resende *et al.* (2010), observaram que a semeadura de coentro, sete dias antes do transplântio da couve de folha, teve influência significativa na altura do coentro, sendo esta maior (8,36%) no cultivo consorciado quando comparado ao sistema solteiro.

Em contrapartida, ao considerar os diferentes ciclos produtivos de coentro, observou-se efeitos significativos sobre os parâmetros avaliados (Tabela 4). À exceção do número de hastes, para os demais fatores avaliados, foi observado decréscimo no segundo ciclo. Essa diferença pode ser explicada, inicialmente, pela semeadura antecipada do coentro (primeiro ciclo) em relação ao transplântio da couve de folha. Nesta ocasião, as plantas de coentro puderam crescer sob uma menor competição intraespecífica, tendo em vista que as mudas de couve apresentam um crescimento mais lento no período pós-transplântio.

Já as reduções observadas no segundo ciclo, possivelmente ocorreram devido ao sombreamento provocado pela cultura da couve de folha, que uma vez estabelecida na área de cultivo, interceptava parte da luz que antes chegava com mais intensidade às plantas de coentro. No entanto, apesar da redução produtiva observada para a cultura do coentro no segundo ciclo, suas plantas mantiveram qualidade para a comercialização. Grangeiro *et al.* (2011) observaram resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho para a cultura do coentro quando cultivada em consorciação a beterraba. Esses pesquisadores observaram que a semeadura mais tardia do coentro em relação à beterraba (14 dias após a semeadura da última) foi capaz de promover a redução da produtividade do coentro quando comparado ao tratamento no qual as duas culturas foram semeadas simultaneamente.

Quanto aos desempenhos das culturas do manjericão e da salsa, foi observada diferença entre os tratamentos. Para o manjericão a produtividade entre os dois sistemas de cultivo diferenciou-se, sendo que o monocultivo se apresentou como mais produtivo do que a consorciação (Tabela 3). A justificativa para a menor produtividade observada para o manjericão consorciado está relacionada à menor quantidade de plantas cultivadas por área, ou seja, 50% menor do que aquele utilizado em monocultivo. Tal afirmação pode ser confirmada quando se compara a produção individual por planta de manjericão entre os diferentes sistemas de produção, 387,1 e 378,4 g de massa fresca de parte aérea produzidos em consórcio e monocultivo, respectivamente. Outro ponto importante a destacar é que as plantas de manjericão consorciadas com a couve não sofreram nenhuma alteração, se comparada com as plantas conduzidas em monocultivo já que não foram observadas diferenças para os fatores altura, número de hastes e massa seca da parte aérea (Tabela 3). Para a salsa os fatores altura e número de hastes das plantas foram diferentes, sendo que aquelas consorciadas apresentaram valores maiores em relação às conduzidas sob monocultivo.

Os indicadores econômicos dos sistemas de cultivo estão descritos na Tabela 5, sendo considerados para a análise da eficiência econômico-financeira basicamente os tratamentos com a presença da couve de folha (cultivo solteiro (T1) e consorciado (T2, T3, T4 e T5). A receita bruta obtida no monocultivo (T1) foi de R\$ 19.399,80 por hectare, sendo inferior às receitas de todos os cultivos consorciados. Dentre as consorciações avaliadas, importante destaque deve ser feito ao consórcio couve com coentro (T2) que possibilitou acréscimo superior a 400% nos rendimentos brutos. Os demais consórcios, à exceção daquele realizado com manjericão, também apresentaram receita bruta superior quando comparados aos seus monocultivos (Tabela 5). Para o manjericão, a receita bruta do cultivo solteiro (T9) foi superior em relação à do sistema consorciado, mostrando que a receita obtida da produção de

couve de folha no consórcio (T5) não compensou a menor densidade populacional do manjeriço.

Os custos operacionais estimados para o T1 foram de R\$ 7.365,85 por hectare. Os tratamentos T2, T3 e T4 obtiveram custos muito próximos, de forma geral, 28,65% superiores aos computados para T1 e, aproximadamente, 61,67% a mais que os custos de seus respectivos cultivos solteiros. Apesar do custo operacional dos cultivos consorciados terem sido maiores que o do cultivo solteiro da couve de folha, o aumento significativo na produção por área nos tratamentos T2, T3 e T4 refletiram positivamente sobre a receita bruta, o que resultou em maior lucro bruto ao produtor.

À exceção do T5, os valores de lucro bruto obtidos nos demais consórcios foram superiores aos encontrados em seus respectivos cultivos solteiros (Tabela 5). O sistema de consórcio que proporcionou maior retorno econômico foi o T2 com lucro bruto de R\$ 102.985,80 por hectare, com uma taxa de retorno de 11,3 e índice de lucratividade de 91,18%. Esses resultados indicam que a cada R\$ 1,00 investido foi gerado R\$ 11,30 de lucro, ou seja, os ganhos financeiros pagam os custos realizados com o cultivo e ainda permitem um retorno adicional (ganhos financeiros) de 91,18%. A consorciação couve com salsa também se mostrou atrativa, mas com ganhos menores a da consorciação apresentada anteriormente. Para esta, a taxa de retorno foi 8,3 e o índice de lucratividade de 87,97%. Com isso, além da possibilidade técnico-produtiva, os consórcios T2 e T4 também apresentam viabilidade econômico-financeira, já que a maximização do lucro bruto, em comparação aos seus respectivos cultivos solteiros, revelam ganhos efetivos com a consorciação, e, portanto, melhoram o desempenho agroeconômico.

Quanto ao uso eficiente da terra (UET), à exceção do T5, as demais consorciações apresentaram valores superiores à unidade básica 1,0 (nem ganha e nem perde), revelando vantagens no aproveitamento da terra em relação ao cultivo solteiro de couve de folha. De acordo com os dados observados, são necessários 33, 84 e 181% a mais de área para que as culturas no cultivo solteiro produzam o equivalente à produção de seus consórcios T3, T2 e T4 em um hectare, respectivamente. Resende *et al.* (2010) observaram UET de 1,92 para consórcio couve de folha e coentro.

As culturas da família Apiaceae (coentro e salsa) foram as que possibilitaram os maiores valores de UET, indicando maior eficiência biológica. A melhor resposta do UET para a combinação couve de folha e salsa possivelmente se deu pela cooperação mútua entre as culturas, o que levou à maior produção de couve de folha (78,2% a mais que o cultivo solteiro). Para esta consorciação, a couve de folha teve uma contribuição de mais de 63% na formação

do UET. Já no T2, a couve de folha teve uma contribuição menor no UET, apenas 44,30%. Neste caso, o coentro contribuiu mais expressivamente devido aos efeitos complementares da sua produtividade, mantendo assim, a eficiência biológica do consórcio. Segundo Willey (1990), o melhor resultado em cultivo consorciado pode ser alcançado quando se utilizam espécies de plantas chamadas de companheiras. Isso fortalece o grau de complementaridade entre elas e, nesse caso, possibilita que o consórcio produza mais do que seus respectivos cultivos solteiros.

Apesar do UET ser um bom indicador da eficiência agrônômica dos sistemas consorciados, ele não considera o fator tempo, ou seja, a quantidade de dias que aquele determinado cultivo, neste caso consorciação, ocupará a área de cultivo. Neste sentido, o UET pode superestimar as vantagens produtivas, particularmente quando as culturas consorciadas apresentam grande diferença no ciclo produtivo (período compreendido do plantio até a colheita) (PINTO *et al.*, 2011). Para suprir este problema, tomou-se o cuidado de calcular a chamada razão de área equivalente no tempo (RAET). Os valores do RAET calculados foram, de modo geral, superiores aos valores do UET para todos os tratamentos, com exceção para o T2 (Tabela 5). Os índices do RAET alcançados pelos tratamentos T3 (1,50) e T4 (3,86) decorreram do menor período de duração do consórcio entre as espécies em relação ao ciclo produtivo de cada uma. Logo, os maiores valores do RAET encontrados nesses consórcios estabelecem a possibilidade de maximizar a produção por área a um menor consumo de recursos produtivos no tempo e, conseqüentemente, menor custo operacional, tornando a exploração agrícola mais sustentável nesses sistemas.

Por fim, a elevada rentabilidade dos consórcios T2 e T4 é confirmada pela vantagem monetária obtida, em que ambos apresentaram valores superiores a R\$ 48.000,00 por hectare. Tais resultados confirmam os maiores valores do UET, mostrando que a superioridade no uso eficiente da terra, isto é, maior vantagem agrônômica traduziu-se em ganhos econômicos. Outro fator estudado e que confirma os tratamentos T2 e T4 como superiores é o índice de produtividade do sistema (IPS). Este índice compara os sistemas de cultivos e indica qual apresenta a maior estabilidade produtiva. Isso foi observado para os tratamentos T2 e T4, já que ambos mostraram os maiores em relação aos demais IPSs determinados. Nesses tratamentos, os rendimentos das culturas, após a padronização dos rendimentos das culturas companheiras, foram superiores em mais de 2.700 kg.ha<sup>-1</sup> em comparação ao monocultivo da cultura principal.

**Tabela 2** - Valores médios dos caracteres altura de planta (ALT); número de folhas comerciais (NFC), não comerciais (NFNC) e total (NFT); massa fresca comercial (MFC), não comercial (MFNC) e total (MFT), massa seca comercial (MSC), não comercial (MSNC) e total (MST) da couve de folha cultivada solteira e consorciada com plantas aromáticas e condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Tratamentos	ALT	NFC	NFNC	NFT	MFC	MFNC	MFT	MSC	MSNC	MST
	cm				g					
<b>T1<sup>1</sup></b>	5,68 b	3,65 <sup>ns</sup>	5,40 a	9,05 a	116,40 b	87,70 b	204,10 b	11,29 <sup>ns</sup>	8,66 b	19,95 b
<b>T2</b>	10,04 a	4,40	7,10 a	11,50 a	94,7 b	70,90 b	165,60 b	9,05	7,22 b	16,27 b
<b>T3</b>	2,85 b	1,95	4,10 b	6,05 b	48,40 b	33,80 b	82,20 b	4,82	3,59 b	8,41 b
<b>T4</b>	7,76 a	6,15	7,10 a	13,25 a	207,40 a	161,50 a	368,90 a	18,94	16,19 a	35,13 a
<b>T5</b>	3,45 b	1,95	3,15 b	5,10 b	34,10 b	27,00 b	61,10 b	2,96	2,50 b	5,45 b

<sup>1</sup>T1 - Cultivo solteiro de couve de folha; T2 - Cultivo consorciado couve de folha e coentro; T3 - Cultivo consorciado couve de folha e cebolinha; T4 - Cultivo consorciado couve de folha e salsa; T5 - Cultivo consorciado couve de folha e manjeriço.

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** - Valores médios da altura de planta (ALT), número de hastes/perfilhos (HAS/PER), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PROD) das culturas consortes, sob o cultivo solteiro e consorciado. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Tratamento	Cebolinha					Salsa					Manjeriço			
	ALT cm	PER	MFPA g	MSPA g	PROD kg.ha <sup>-1</sup>	ALT cm	HAS	MFPA g	MSPA g	PROD kg.ha <sup>-1</sup>	ALT cm	MFPA g	MSPA g	PROD kg.ha <sup>-1</sup>
Consórcio	37,81 <sup>ns</sup>	4,16 <sup>ns</sup>	58,26 <sup>ns</sup>	5,38 <sup>ns</sup>	9.711,10 <sup>ns</sup>	19,86 a	5,06 a	58,26 <sup>ns</sup>	7,83 <sup>ns</sup>	9.711,20 <sup>ns</sup>	77,91 <sup>ns</sup>	387,10 <sup>ns</sup>	38,81 <sup>ns</sup>	30.968,00 b
Solteiro	39,73	4,17	63,60	5,76	10.600,00	15,85 b	4,21 b	56,60	7,85	9.433,30	73,72	378,40	38,09	63.066,60 a

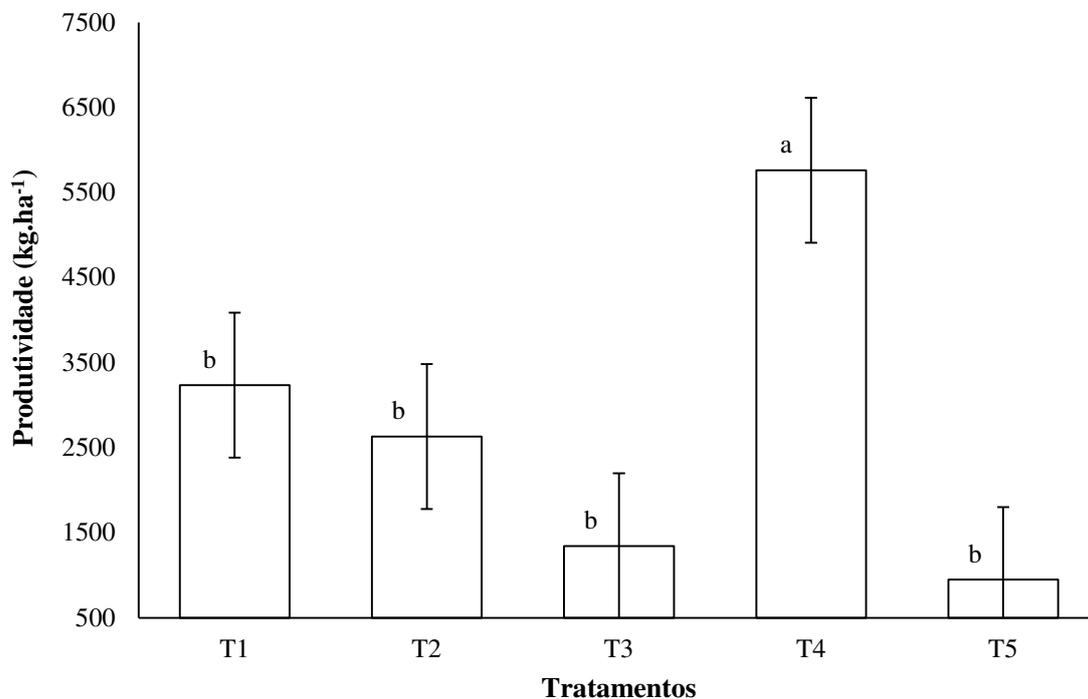
Tratamento	Coentro (1ª Colheita)					Coentro (2ª Colheita)				
	ALT cm	HAS	MFPA g	MSPA g	PROD kg.ha <sup>-1</sup>	ALT cm	HAS	MFPA g	MSPA g	PROD kg.ha <sup>-1</sup>
Consórcio	24,57 <sup>ns</sup>	3,53 <sup>ns</sup>	198,93 <sup>ns</sup>	17,94 <sup>ns</sup>	33.155,60 <sup>ns</sup>	17,27 <sup>ns</sup>	4,15 <sup>ns</sup>	72,00 <sup>ns</sup>	7,78 <sup>ns</sup>	12.000,00 <sup>ns</sup>
Solteiro	25,66	3,49	205,60	19,75	34.266,67	18,01	4,16	72,00	7,78	12.000,00

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** - Valores médios da altura de planta (ALT), número de hastes (HAST), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PROD) do coentro sob o cultivo solteiro e consorciado, nas duas colheitas realizadas. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Colheita	ALT	HAST	MFPA	MSPA	PROD
	(cm)		(g)		kg.ha <sup>-1</sup>
1ª Colheita	25,20 a	3,50 b	202,30 a	18,80 a	33.710,0 a
2ª Colheita	17,60 b	4,20 a	72,10 b	7,80 b	12.000,0 b

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.



**Figura 3** - Produtividade da couve de folha em função do sistema de cultivo, solteiro ou consorciado com plantas aromáticas e condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

T1 - Cultivo solteiro de couve de folha; T2 - Cultivo consorciado couve de folha e coentro; T3 - Cultivo consorciado couve de folha e cebolinha; T4 - Cultivo consorciado couve de folha e salsa; T5 - Cultivo consorciado couve de folha e manjeriço. Os tratamentos diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**Tabela 5** - Receita bruta (RB), custo operacional de produção (CO), Lucro Bruto (LB), taxa de retorno (TR), índice de lucratividade (IL), índice de Uso Eficiente da Terra (UET), contribuição relativa da cultura de couve de folha ao UET (CRC), razão de área equivalente no tempo (RAET), vantagem monetária (VM), índice de produtividade do sistema (IPS) das culturas de couve de folha, cebolinha, coentro, manjericão e salsa cultivadas em monocultivo e em consorciação. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

	<b>RB</b>	<b>CO</b>	<b>LB</b>	<b>TR</b>	<b>IL</b>	<b>UET</b>	<b>CRC</b>	<b>RAET</b>	<b>VM</b>	<b>IPS</b>
		<b>R\$.ha<sup>-1</sup></b>			<b>%</b>		<b>%</b>		<b>R\$.ha<sup>-1</sup></b>	<b>kg.ha<sup>-1</sup></b>
<b>T1<sup>1</sup></b>	19,399,80	7.365,85	12.033,95	2,63	62,03	1,0	-	-	-	3.233,20
<b>T2</b>	112.943,67	9.957,87	102.985,80	11,34	91,18	1,84	44,40	1,43	51.501,20	5.943,46
<b>T3</b>	28.459,71	9.388,83	19.070,88	3,03	67,01	1,33	31,22	1,50	7.092,59	4.306,56
<b>T4</b>	75.353,64	9.081,21	66.272,43	8,30	87,95	2,81	63,38	3,86	48.549,43	9.089,65
<b>T5</b>	70.716,00	11.698,93	59.017,07	6,04	83,46	0,78	37,37	0,81	-19.484,37	2.534,87
<b>T6</b>	94.826,76	6.803,71	88.023,05	13,94	92,83	1,00	-	-	-	-
<b>T7</b>	22.260,00	5.617,92	16.642,08	3,96	74,76	1,00	-	-	-	-
<b>T8</b>	39.619,86	5.298,53	34.321,33	7,48	86,63	1,00	-	-	-	-
<b>T9</b>	132.439,86	11.719,00	120.720,86	11,30	91,15	1,00	-	-	-	-

<sup>1</sup>T1 - Cultivo solteiro de couve de folha; T2 - Cultivo consorciado couve de folha e coentro; T3 - Cultivo consorciado couve de folha e cebolinha; T4 - Cultivo consorciado couve de folha e salsa; T5 - Cultivo consorciado couve de folha e manjericão; T6 – Cultivo solteiro de coentro; T7 – Cultivo solteiro de cebolinha; T8 – Cultivo solteiro de Salsa; T9 – Cultivo solteiro de manjericão.

#### **4 CONCLUSÃO**

O consórcio couve de folha e salsa apresentou o melhor desempenho agrônomo, sendo sua produtividade superior a das demais consorciações avaliadas.

A presença de couve de folha não influenciou no rendimento produtivo das plantas aromáticas e condimentares, exceto para o manjeriço.

No consórcio com coentro é necessário ajuste quanto à época de estabelecimento da associação, visando um equilíbrio no crescimento das espécies, priorizando a couve de folha.

Os consórcios de couve de folha com coentro e com salsa possibilitaram as maiores vantagens econômicas, resultado da maior rentabilidade, lucratividade e estabilidade produtiva observadas.

O consórcio couve de folha e salsa foi o que apresentou a maior eficiência biológica, já que houve maior habilidade no uso dos fatores de produção no espaço e tempo.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A. A. *et al.* Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.3, p. 532-538, 2012.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- BIANCO, M. S. **Viabilidade agroeconômica do consórcio de couve com espinafre 'Nova Zelândia'**. 2015. 55 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.
- BRINTHA, I.; SERAN, T. H. Effect of paired row planting of radish (*Raphanus sativus* L.) intercropped with vegetable amaranthus (*Amaranthus tricolor* L.) on yield components of radish in sandy regosol. **The Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 1, p. 19-28, 2009.
- CARVALHO, A. J. **Sistemas de produção de feijão em consórcio com eucalipto ou com braquiária**. 2009. 129 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- CARVALHO, L. M. *et al.* Produtividade do tomateiro em cultivo solteiro e consorciado com espécies aromáticas e medicinais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 458-464, 2009.
- CECÍLIO FILHO, A. B. *et al.* Agronomic efficiency of intercropping tomato and lettuce. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n.3, p. 1109-1119, 2011.
- CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.
- CHOUDHURI, P.; JANA, J. C. Effect of intercropping on yield and economics of cabbage. **Journal of Crop and Weed**, v. 8, n. 1, p. 155-157, 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília: Conab, 2010. 60 p.
- CRUZ, C.D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p.271-276, 2013.
- FONSECA, J. R. O. **Cultivos Consorciados entre Alface, Cenoura, Manjeriço e Melissa**. 2009. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2009.
- GRANGEIRO, L. C. *et al.* Avaliação agroeconômica das culturas da beterraba e coentro em função da época de estabelecimento do consórcio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 242-248, 2011.

GUSTAFSON, D. J.; GIBSON, D. J.; NICKRENT, D. L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**, v. 18, p. 451-457, 2004.

HIEBSCH, C. K.; MCCOLLUM, R. E. Area x time equivalency ratio: a method of evaluating the productivity of intercrops. **Agronomy Journal**, v. 79, n. 1, p. 15-22, 1987.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.29-37.

MARKOVIC, D. Crop Diversification Affects Biological Pest Control. *Agroznanje*, v. 14, n.3, p. 449-459, 2013

MASSAD, M. D.; OLIVEIRA, F. L.; DUTRA, T. R. Desempenho do consórcio cebolinha-rabanete, sob manejo orgânico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 539-543, 2010.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 129-132, 2006.

MORAES, A. A. *et al.* Produção da capuchinha em cultivo solteiro e consorciado com os repolhos verde e roxo sob dois arranjos de plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1195-202, 2008.

MOUSAVI, S. R.; ESKANDARI, H. A. General overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. **Journal of Applied Environmental and Biological Sciences**, v. 1, n. 11, p. 482-486, 2011.

ODO, P. E. Evaluation of Short and Tall Sorghum Varieties in Mixtures with Cowpea in the Sudan Savanna of Nigeria: Land Equivalent Ratio, Grain Yield and System Productivity Index. **Experimental Agriculture**, v.27, n.4, p. 435-441, 1991.

OHSE, S. *et al.* Viabilidade agrônômica de consórcios de brócolis e alface estabelecidos em diferentes épocas. **Idesia**, Chile, v. 30, n. 2, 2012.

OLIVEIRA, E. Q. *et al.* Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.36-40, 2010.

OLIVEIRA, W. M. *et al.* Componentes morfológicos do coentro, cenoura e rúcula em função de sistema de cultivo e densidades populacionais. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.2, p.05-09, 2013.

PINTO, C. M.; PINTO, O. R.O. Avaliação da eficiência biológica e habilidade competitiva nos sistemas de consorciação de plantas. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v.8, n.14; p. 105-122, 2012.

PINTO, C. M. *et al.* Produtividade e índices competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.

RESENDE, A. L. S. *et al.* Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 41-46, 2010.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p. 597-612. 1974.

SOUZA, J. P.; MACEDO, M. A. S. Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. **ABCustos Associação Brasileira de Custos**, São Leopoldo, v. 2, p. 57-78, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

UNLU, H.; SARI, N.; SOLMAZ, I. Intercropping effect of different vegetables on yield and some agronomic properties. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.8, n. 3-4, p. 723-727, 2010.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs. Part 1: Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

WILLEY, R. W. Resource use in intercropping systems. **Agricultural Water Management**, v. 17, n. 1-3, p. 251-231, 1990.

## **CAPÍTULO 2 – RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPETITIVIDADE DE COUVE DE FOLHA EM CULTIVO CONSORCIADO COM ERVAS AROMÁTICAS E CONDIMENTARES**

**Resumo** – O cultivo consorciado permite que diferentes tipos de interações ecológicas ocorram entre as espécies, mas sua efetivação depende basicamente da complementariedade ou da capacidade adaptativa das plantas ao período de convivência. A couve de folha é uma planta que apresenta diferentes respostas às variáveis ambientais e, por isso, pode ter um comportamento distinto e específico quando cultivada com outras espécies. O presente trabalho teve por objetivo analisar o comportamento fisiológico e a habilidade competitiva da couve de folha em consórcio com plantas aromáticas e condimentares (cebolinha, coentro, manjericão e salsa). Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: condutância estomática, taxa de transpiração, concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática, fotossíntese líquida, razão entre a concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática e a concentração de CO<sub>2</sub> no ambiente e eficiência instantânea de carboxilação. O experimento foi conduzido em condições de campo, em delineamento em blocos ao acaso e com cinco repetições. A taxa fotossintética e a eficiência de carboxilação foram menores nas plantas em consórcio com coentro. A couve de folha apresentou menor habilidade competitiva. As culturas mais agressivas foram a cebolinha e o coentro. A salsa teve o menor efeito competitivo não interferindo na produtividade da couve de folha. Os rendimentos de coentro proporcionaram maior compensação às perdas de produtividade da couve de folha. Conclui-se que o consórcio couve de folha e salsa foi o sistema mais vantajoso devido à interferência mais equilibrada entre as espécies quanto aos recursos produtivos.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea L. var. acephala*. *Allium fistulosum*. *Coriandrum Sativum*. *Ocimum basilicum*. *Petroselinum crispum*. Eficiência fotossintética. Trocas gasosas. Plasticidade fenotípica. Competição interespecífica.

## PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND COMPETITIVENESS OF KALE IN INTERCROPPING WITH AROMATIC HERBS

**Abstract** – The intercropping allows different types of ecological interactions occur between species. But the effectiveness of the intercropping basically depends on the complementarity or adaptive capacity of plants to coexistence period. Kale is a plant that has different responses to environmental variables. Therefore it may have a distinct and specific behavior when grown with other species. This study aimed to analyze the physiological ecology and the competitive ability of the kale intercropped with aromatic herbs (bunching onion, coriander, basil and parsley). The physiological parameters evaluated were stomatal conductance, transpiration rate, CO<sub>2</sub> concentration in the chamber substomatal, net photosynthesis, ratio between the concentration of CO<sub>2</sub> in substomatal chamber and the concentration of CO<sub>2</sub> in the environment and instantaneous carboxylation efficiency. The experiment was conducted in the field, in design in randomized block with five repetitions. The photosynthetic rate and carboxylation efficiency were lower in plants intercropped with coriander. The kale had lower competitive ability. The most aggressive cultures were bunching onion and coriander. The parsley had the lowest competitive effect not interfering with the productivity of the kale. The coriander income provided greater compensation to productivity losses of kale. we conclude that kale intercropped and parsley was most advantageous due to more balanced system interference among the species for productive resources.

**Keywords:** *Brassica oleracea L. var. acephala*. *Allium fistulosum*. *Coriandrum Sativum*. *Ocimum basilicum*. *Petroselinum crispum*. Photosynthetic efficiency. Gas exchange. Phenotypic plasticity. Interspecific competition.

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie *Brassica oleracea* L. originalmente domesticada na região costeira do Mediterrâneo, hoje apresenta variedades botânicas cultivadas em todo o mundo, as quais se adaptam a uma vasta gama de condições climáticas (LEMOS, 2010; RODRIGUEZ, *et al.*, 2015). Dentre essas variedades, a couve de folha (*B. oleracea* L. var. *acephala* D.C) é a mais difundida no Brasil, apresentando uma parcela significativa na produção de hortaliças (FERNANDES *et al.*, 2009; RESENDE *et al.*, 2010). Ela é cultivada, sobretudo, em pequenas áreas ou em hortas domésticas (MARCOLINI; CECÍLIO FILHO; BARBOSA, 2005), mas atualmente tem sido produzida em grandes áreas com finalidade comercial.

A couve de folha, por ser rústica, adapta-se bem em diferentes condições ambientais e não necessita de alto nível tecnológico para o seu desenvolvimento (VILAR; CARTEA; PADILLA, 2008). A cultura ainda é responsiva às técnicas de manejo, podendo ser cultivada em diversos níveis tecnológicos e sistemas de cultivo, já que traz em si diferentes mecanismos de respostas às variáveis ambientais, até mesmo sob estresses (RODRIGUEZ *et al.*, 2015).

Dentre os sistemas de cultivo existentes, o cultivo consorciado é um sistema alternativo de produção que, quando adotado, pode melhorar a utilização de recursos limitados, minimizar os efeitos adversos de fatores bióticos e abióticos, reduzir os picos de trabalho e aumentar a estabilidade de rendimento, bem como aumentar a lucratividade dos produtores. De modo geral, esse tipo de cultivo se baseia em princípios ecológicos, como a diversidade, onde se tem o plantio conjunto de duas ou mais espécies em uma determinada área (SANTOS *et al.*, 2005; ZAEFARIAN *et al.*, 2012). A efetivação da maior diversidade biológica na consorciação se dá normalmente pelo uso de espécies que diferem em altura, arquitetura foliar, sistema radicular e em outras características morfofisiológicas, que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes (FERREIRA, 2007; VIEGAS NETO *et al.*, 2012).

No entanto, deve-se considerar que, em cultivos consorciados comerciais de hortaliças, tanto a água, quanto os nutrientes devam estar disponíveis abundantemente para as culturas, sendo que maior atenção deve ser dada a radiação incidente, já que ela pode atuar como o fator limitante ao crescimento das plantas em condições de sombreamento excessivo entre as espécies consortes. Baumanna *et al.* (2002) citam que sob o estresse luminoso, as características morfológicas e fisiológicas das espécies consortes resultam dos efeitos dessa concorrência interespecífica, o que pode ser prejudicial para uma ou ambas as culturas cultivadas. Tal competição afeta as plantas no que concerne à quantidade e a qualidade do produto final, bem como no que se refere a sua eficiência na utilização dos recursos ambientais.

Esta colocação se torna mais evidente quando se avaliam características fisiológicas associadas à fotossíntese, como trocas gasosas e composição e intensidade de luz (ASPIAZU *et al.*, 2010).

Em geral, as espécies e cultivares componentes de um consórcio possuem capacidade diferenciada de competir entre si, sendo que aquelas com maior habilidade competitiva para captar recursos se destacam, especialmente quando apresentam capacidade de suportar ou de produzir efeitos alelopáticos (PINTO; PINTO, 2012). Tal condição pode resultar em maior crescimento e produtividade da espécie dominante em detrimento da dominada. Há também espécies que se autorregulam devido a sua capacidade de alterar aspectos morfológicos e fisiológicos em resposta às condições ambientais em que estão submetidas. Essa característica é descrita como plasticidade fenotípica (TAIZ; ZEIGER, 2013). Quando presente entre as espécies componentes de um consórcio, a plasticidade fenotípica pode estabelecer relações mais equilibradas de interferência, beneficiando as culturas (COOLMAN; HOYT, 1993).

Nos sistemas consorciados, as espécies estabelecem relações complexas (BELTRÃO *et al.*, 2006) que decorrem da maior ou menor concorrência pelos recursos disponíveis no ambiente. Willey (1979) estabeleceu como as principais: a inibição mútua, quando as espécies consorciadas têm suas produtividades diminuídas; a cooperação mútua, quando as espécies consorciadas têm as produtividades superiores aos seus monocultivos; a compensação, quando uma das espécies tem produtividade aumentada e a outra reduzida proporcionalmente; e, por fim, a complementação, quando os ganhos e as perdas de produtividade entre as espécies não são contrabalançados. Neste último caso, uma espécie apresenta produtividade superior enquanto que a outra pode ser menor ou igual ao monocultivo.

Diante do exposto, o principal desafio para a implantação de sistemas consorciados está na escolha das espécies que tenham plasticidade adaptativa ou que sejam complementares (SCHONS *et al.*, 2009), isto é, que apresentem crescimento diferente no espaço e, além disso, também apresentem demandas diferentes, por recursos, ao longo do tempo. Sendo assim, diante das complexas interações biológicas que se estabelecem nos consórcios, a seleção das espécies mais viáveis e a adoção das estratégias de manejo mais adequadas devem ser baseadas na análise do comportamento fisiológico, bem como na habilidade competitiva das mesmas. No entanto, essas investigações raramente são o foco das pesquisas com culturas sob consórcio que, de forma geral, concentram-se na avaliação de variáveis de crescimento, produção física, eficiência biológica e rendimento financeiro-econômico.

O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento fisiológico e a habilidade competitiva da couve de folha sob os sistemas de cultivo solteiro e consorciado com plantas aromáticas e condimentares (cebolinha, coentro, manjericão e salsa).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo e delineamento experimental

O estudo foi conduzido na Horta Didática pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Pici, localizada em Fortaleza-CE, cujas coordenadas geográficas são 03°44' de Latitude Sul e 38°34' de Longitude Oeste, e 21 m de altitude. O clima da região é, segundo Köppen, do tipo As, definido como clima tropical com verão seco, com temperatura média anual maior que 26°C e precipitação média anual é de aproximadamente 1.450 mm (ALVARES *et al.*, 2014).

Durante a realização do estudo, a temperatura média se manteve em torno 28,1°C, oscilando entre 21,4 e 23,6°C a temperatura mínima e a temperatura máxima entre 32,4 e 29,0°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 57,7 e 80,7%, tendo como valor médio 66,6%. Quanto às precipitações, observou-se um valor acumulado de 11 mm durante todo o período de realização do trabalho. Os dados foram obtidos junto à Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, Campus Pici.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com nove tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram no cultivo solteiro e consorciado de couve de folha com hortaliças aromáticas e condimentares, bem como no cultivo solteiro das últimas, sendo: T1(cultivo solteiro de couve de folha), T2 (cultivo consorciado couve de folha e coentro), T3 (cultivo consorciado couve de folha e cebolinha), T4 (cultivo consorciado couve de folha e salsa), T5 (cultivo consorciado couve de folha e manjericão), T6 (cultivo solteiro de coentro), T7 (cultivo solteiro de cebolinha); T8 (cultivo solteiro de salsa) e T9 (cultivo solteiro de manjericão).

Para a avaliação fisiológica da cultura principal do estudo (couve de folha) foram considerados todos os tratamentos que em sua composição apresentavam a referida cultura, ou seja, cinco tratamentos (T1 a T5) que foram avaliados em cinco repetições. Já para a avaliação da habilidade competitiva de cada uma das culturas, foram considerados tanto os sistemas consorciados como seus respectivos monocultivos. Neste caso, além dos cinco tratamentos já citados, que em sua composição apresentavam a couve de folha, também foram considerados como tratamentos, os monocultivos das culturas secundárias (T6 a T9).

As características químicas do solo de cultivo, obtidas através da realização de análise de fertilidade da camada que vai de 0-20 cm, revelou pH (água) = 6,3; P = 215,3 mg.dm<sup>-3</sup> e K = 310,0 mg.dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 12,7 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 7,6 cmolc.dm<sup>-3</sup> e Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmolc.dm<sup>-3</sup>.

<sup>3</sup>; (H+Al) = 1,9 cmolc.dm<sup>-3</sup>; SB = 21,7 cmolc.dm<sup>-3</sup> e CTC = 23,8 cmolc.dm<sup>-3</sup>; V = 92,0% e MO = 65,8 g.kg<sup>-1</sup>.

## 2.2 Parcela experimental

As parcelas experimentais, tanto de monocultivo quanto do cultivo consorciado de couve de folha, foram constituídos por duas linhas, sendo dispostas quatro plantas em cada uma delas, totalizando 8 plantas por parcela. O espaçamento utilizado para as plantas de couve de folha foi de 0,6 x 0,6 m. Nos tratamentos consorciados, as hortaliças consortes foram dispostas entre as linhas de couve, de forma transversal ao comprimento do canteiro. A cebolinha, o coentro e a salsa foram cultivados em nove linhas (três linhas em cada entrelinha de couve). Os espaçamentos utilizados para as culturas consorciadas a couve foram: coentro e salsa, de 0,20 m entre linhas de cultivo e 4 gramas de sementes por metro linear; cebolinha de 0,20 m entre linhas de cultivo e 0,10 m entre plantas. As plantas de couve de folha ficaram distanciadas por 0,10 m das linhas de cultivo do coentro, da salsa e da cebolinha. O manjeriço foi cultivado em linha única espaçada a 0,30 m das linhas de couve de folha e 0,25 m entre plantas de manjeriço (quatro plantas por fileira, sendo três fileiras), totalizando 12 plantas por parcela.

Nos tratamentos solteiros, a cebolinha, coentro e salsa foram cultivados em dez linhas, com espaçamento de 0,20 m entre linhas e de 0,05 m entre plantas para coentro e salsa. Para a cebolinha o espaçamento entre linhas de cultivo foi de 0,20 m e 0,10 m entre plantas. O manjeriço foi disposto em seis linhas espaçadas a 0,30 m e 0,25 m entre plantas (quatro plantas por fileira), totalizando 24 plantas por parcela.

A área útil constituiu-se das quatro plantas centrais de couve de folha no cultivo solteiro e consorciado. Neste último, as fileiras das plantas consortes das entrelinhas das plantas centrais de couve de folha também foram incluídas. Nos tratamentos solteiros das plantas aromáticas e condimentares, a área útil foi constituída das quatro fileiras centrais para cebolinha, coentro e salsa; e para o manjeriço, as duas linhas longitudinais centrais. Excluiu-se as primeiras e últimas fileiras da parcela, usadas como bordaduras. Para a cebolinha, coentro e salsa, foram colhidas as plantas contidas dentro de uma área de 0,30 x 0,30 m; enquanto que para o manjeriço, as duas plantas centrais das fileiras foram colhidas para avaliação.

### 2.3 Instalação e condução do experimento

As culturas de cebolinha, coentro e salsa foram semeadas diretamente em sulcos preparados no solo que foi previamente revolvido e adubado aos cinco e oito dias antes do transplântio do manjeriço e couve de folha, respectivamente. Os plantios de manjeriço e couve de folha foram realizados com mudas produzidas em bandejas plásticas de 162 células preenchidas com substrato a base de húmus de minhoca (80%) e vermiculita (20%), as quais foram transplantadas aos 20 e 23 dias após a semeadura (DAS), respectivamente. Devido ao curto ciclo do coentro, em comparação aos demais, uma segunda semeadura foi realizada um dia após sua colheita.

As seguintes cultivares foram utilizadas no trabalho: ‘Manteiga de Geórgia’ para couve de folha (Isla<sup>®</sup>), coentro ‘Verdão’ (Feltrin<sup>®</sup>), cebolinha ‘Todo Ano’ (Feltrin<sup>®</sup>), salsa ‘Graúda Portuguesa’ (Feltrin<sup>®</sup>) e manjeriço tipo ‘Italiano’ (Feltrin<sup>®</sup>).

A adubação de plantio foi realizada com a incorporação de 12 kg.m<sup>-2</sup> de composto orgânico (produzido no local) no dia da instalação do experimento a campo, um pouco antes da semeadura das culturas de cebolinha, coentro e salsa. As adubações de cobertura foram feitas quinzenalmente, com início aos 15 dias após o transplântio (DAT) das mudas de couve de folha, com uma dose de 0,3 kg.planta<sup>-1</sup> para couve de folha e manjeriço e 0,3 kg.linha<sup>-1</sup> para as culturas semeadas em linha. A irrigação das plantas foi feita de forma localizada por microaspersão, em dois turnos de rega ao dia. As capinas foram realizadas periodicamente. Não houve aplicação de defensivos agrícolas durante o experimento.

As colheitas foram realizadas de acordo com os padrões de comercialização de cada cultura na região de cultivo. Para a couve de folha, foram realizadas três colheitas, as quais ocorreram aos 41, 56 e 70 DAT. O manjeriço foi colhido aos 36, 51 e 70 DAT. Para o coentro, as colheitas ocorreram aos 35 e 36 DAS de cada um dos cultivos realizados. Para as culturas de salsa e cebolinha as colheitas foram realizadas aos 55 e 70 DAS, respectivamente.

### 2.4 Avaliações fisiológicas e da habilidade competitiva

A avaliação fisiológica foi conduzida apenas para a couve de folha, sendo realizadas em folhas totalmente expandidas e expostas a luz, localizadas preferencialmente no terço superior da planta. Utilizou-se um analisador de gás infravermelho (IRGA), modelo portátil LI-6400XT, LI-COR, Biosciences In. Lincon, Nebraska (USA) sendo determinados os seguintes fatores fisiológicos: 1) Condutância estomática ( $g_s - \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); 2) Taxa de transpiração

( $E$  -  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); 3) Concentração de  $\text{CO}_2$  na câmara subestomática ( $C_i$  -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ ); 4) Fotossíntese líquida ( $A$  -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); 5) Razão entre a concentração de  $\text{CO}_2$  na câmara subestomática e a concentração de  $\text{CO}_2$  no ambiente ( $C_i/C_a$ ) e 6) Eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ). A avaliação fisiológica foi realizada aos 28 dias após o transplântio das mudas de couve de folha, entre às 8 e 11 horas da manhã, em dia de céu limpo, utilizando-se iluminação artificial de  $1.200 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos) na câmara de avaliação do equipamento, de forma a manter as condições ambientais mais homogêneas durante as avaliações. Foram avaliadas duas plantas por parcela (Figura 1).



**Figura 1** - Avaliação fisiológica em couve de folha, aos 28 DAT, com analisador de gás infravermelho (IRGA). Fortaleza, CE, UFC, 2016.

A habilidade competitiva entre os componentes dos sistemas consorciados foi obtida mediante o cálculo do índice de agressividade ( $A$ ), da razão de competição ( $RC$ ) e da razão de compensação ( $RCo$ ). A agressividade ( $A$ ) mede a competição interespecífica no consórcio por meio da relação entre os rendimentos das culturas (WILLEY; RAO, 1980). O índice foi proposto por McGilchrist e Trenbath (1971):

$$A_{ab} = \frac{Y_{ab}}{(Y_{aa} * Z_{ab})} - \frac{Y_{ba}}{(Y_{bb} * Z_{ba})}$$

$$A_{ba} = \frac{Y_{ba}}{(Y_{bb} * Z_{ba})} - \frac{Y_{ab}}{(Y_{aa} * Z_{ab})}$$

em que:  $Y_{ab}$ : rendimento da espécie 'a' em mistura com a espécie 'b';

- $Y_{aa}$ : rendimento da espécie 'a' em monocultivo;  
 $Z_{ab}$ : proporção de plantio da espécie 'a' em mistura com a espécie 'b';  
 $Y_{ba}$ : rendimento da espécie 'b' em mistura com a espécie 'a';  
 $Y_{bb}$ : rendimento da espécie 'b' em monocultivo;  
 $Z_{ba}$ : proporção de plantio da espécie 'b' em mistura com a espécie 'a'.

Esse índice indica o quanto uma cultura em sistema consorciado foi superior, em produtividade, à outra. Quando A for igual a zero, ambas as culturas são igualmente competitivas; por outro lado, quando o valor de A for diferente de zero, sendo  $A_{ab} > 0$ , a habilidade competitiva da cultura 'a' excede 'b' no consórcio, ou seja, 'a' é dominante. No entanto, quando  $A_{ba} > 0$ , a habilidade competitiva da cultura 'b' excede 'a' no consórcio, ou seja, b é dominante. Sempre que uma cultura apresentar o sinal positivo, ela é considerada dominante, sendo que aquela que apresentar sinal negativo é dominada. Quanto maior for o valor numérico, maior será a diferença entre as espécies no que se refere à capacidade competitiva (BIANCO, 2015; DUTRA, 2012; PINTO *et al.*, 2011; PINTO; PINTO, 2012).

Já o fator razão de competição (RC) foi obtido a partir do índice de agressividade (WILLEY; RAO, 1980), calculado com base na equação:

$$RC_a = \frac{\frac{Y_{ab}}{Y_{aa} * Z_{ab}}}{\frac{Y_{ba}}{Y_{bb} * Z_{ba}}} = \frac{UET_a * Z_{ba}}{UET_b * Z_{ab}}$$

$$RC_b = \frac{\frac{Y_{ba}}{Y_{bb} * Z_{ba}}}{\frac{Y_{ab}}{Y_{aa} * Z_{ab}}} = \frac{UET_b * Z_{ab}}{UET_a * Z_{ba}}$$

em que:  $Y_{ab}$  e  $Y_{ba}$ : representam o rendimento das culturas 'a' e 'b' em consórcio;

$Y_{aa}$  e  $Y_{bb}$ : rendimento das culturas 'a' e 'b' em monocultivo;

$UET_a$  e  $UET_b$ : índice de uso eficiente da terra da cultura 'a' e 'b', respectivamente;

$Z_{ab}$  e  $Z_{ba}$ : proporção de plantio das espécies 'a' e 'b' no consórcio.

Esse índice indica o número de vezes em que uma espécie é mais competitiva que a outra, ou seja, apresenta maior habilidade para usar os recursos ambientais (COSTA, 2014). A interpretação da razão de competição (RC) é dada por:  $RC < 1$  existe um benefício positivo e a cultura pode crescer em associação; se  $RC > 1$  ocorre desvantagem para a outra cultura,

portanto não se indica o seu cultivo em associação (EGBE; BAR-ANYAM, 2010; PINTO; PINTO, 2012).

Quanto à razão de compensação (RC<sub>o</sub>), esta foi calculada conforme Ntare e Williams (1992), sendo expressa pela equação:

$$RC_{oab} = \frac{Y_{ab}}{Y_{bb} - Y_{ba}}$$

$$RC_{oba} = \frac{Y_{ba}}{Y_{aa} - Y_{ab}}$$

em que: Y<sub>ab</sub> e Y<sub>ba</sub>: rendimento das culturas 'a' e 'b' em consórcio;

Y<sub>aa</sub> e Y<sub>bb</sub>: rendimento do monocultivo da cultura 'a' e 'b'.

Esse índice indica se os rendimentos da cultura mais competitiva compensaram seu efeito competitivo sobre a espécie dominada. Quando RC<sub>oab</sub> > 1, o efeito competitivo da espécie 'a' sobre a espécie 'b' foi balanceado pelo ganho substancial na espécie 'a'. Quando RC<sub>oba</sub> > 1, o efeito competitivo da espécie 'b' sobre a espécie 'a' foi balanceado pelo ganho substancial na espécie 'b' (PINTO; PINTO; PITOMBEIRA, 2012). Enquanto que RC<sub>oab</sub> = 1 indica que a perda do rendimento da espécie 'b' no consórcio com a espécie 'a' é igual ao rendimento da espécie 'a' em consórcio com a espécie 'b', não ocorrendo compensação. Quando RC<sub>oab</sub> = 0 indica que não houve efeito competitivo da espécie 'a' sobre a espécie 'b', porque o rendimento da espécie 'b' em consórcio com a espécie 'a' é mantida igual ao seu monocultivo, portanto, não havendo necessidade de compensação. Quando RC<sub>oab</sub> < 1 indica que o rendimento da espécie 'b' no consórcio com a espécie 'a' foi superior que no seu monocultivo, não havendo necessidade de compensação.

Os rendimentos produtivos das culturas foram estimados com base nas massas frescas das folhas de padrão comercial (comprimento de 25-30 cm e sem danos de pragas e doenças) para couve de folha e da parte aérea para as demais culturas. Para a determinação da massa fresca utilizou-se balança de precisão. Os valores dos rendimentos da produção foram estimados para uma área de um hectare. Tendo em vista o critério utilizado para o cálculo do rendimento da cultura principal, em que se considerou somente as folhas comercializáveis, sendo descartadas as folhas fora de padrão, estimou-se uma redução de rendimento das culturas secundárias, em virtude das perdas pré e pós-colheita, em torno de 30% de acordo com Chitarra

e Chitarra (2005), sendo estes novos valores de produtividade utilizados para o cálculo dos indicadores econômicos e da eficiência biológica das culturas consortes.

## **2.5 Análises de dados**

Os resultados das respostas fisiológicas da couve de folha foram submetidos à análise de variância (teste F), com comparação de médias pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância, utilizando o software Genética e Estatística GENES (CRUZ, 2013).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças entre os cultivos solteiro e consorciado aos 28 dias após o transplântio (DAT) da couve de folha, para as variáveis fotossíntese líquida (A) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) (Tabela 1). Os demais parâmetros avaliados, relacionados a trocas gasosas, não diferiram entre os tratamentos.

Aos 28 DAT, as plantas de couve consorciadas com coentro (T2) apresentaram fotossíntese líquida inferior àquela observada nos demais tratamentos. Resultado similar também foi observado para o caractere eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci), no qual o T2 também apresentou valor inferior aos demais tratamentos, sendo 32,58% inferior ao cultivo solteiro.

**Tabela 1** - Valores médios da fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática (Ci), taxa de transpiração (E), razão entre a concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática e a concentração de CO<sub>2</sub> no ambiente (Ci/Ca) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) da couve de folha cultivada solteira e consorciada com plantas aromáticas e condimentares, aos 28 dias após o transplântio. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

	<b>Photo (A)</b>	<b>Cond (gs)</b>	<b>Ci</b>	<b>Transp (E)</b>	<b>Ci/Ca</b>	<b>A/Ci</b>
	$\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol CO}_2\text{ mol}^{-1}$	$\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$		
T1 <sup>1</sup>	25,69 a	0,59 <sup>ns</sup>	291,99 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,09 a
T2	18,75 b	0,54	312,98	0,008	0,79	0,06 b
T3	27,17 a	0,68	298,33	0,009	0,76	0,09 a
T4	26,39 a	0,62	292,82	0,009	0,74	0,09 a
T5	25,36 a	0,58	292,39	0,009	0,74	0,08 a
<b>Média</b>	<b>24,67</b>	<b>0,60</b>	<b>297,70</b>	<b>0,009</b>	<b>0,74</b>	<b>0,08</b>
<b>CV (%)</b>	<b>9,07</b>	<b>16,60</b>	<b>4,54</b>	<b>58,96</b>	<b>4,49</b>	<b>12,28</b>

<sup>1</sup>T1 - Cultivo solteiro de couve de folha; T2 - Cultivo consorciado couve de folha e coentro; T3 - Cultivo consorciado couve de folha e cebolinha; T4 - Cultivo consorciado couve de folha e salsa e T5 - Cultivo consorciado couve de folha e manjericão.

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Não foram encontradas pesquisas que estudem fatores fisiológicos da couve de folha sob cultivos consorciados. As poucas informações encontradas referem-se ao comportamento da cultura em cultivo solteiro, sendo semelhantes aos resultados obtidos neste trabalho. Rodriguez *et al.* (2015) observaram condutância estomática (gs) variando em torno de 0,2 e 0,8 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> em plantas de couve de folha conduzidas sob temperaturas de 12 e 32°C, respectivamente. Para a canola (*B. napus* L.), Jensen *et al.* (1996) observaram

condutância estomática entre 1-1,5 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, taxa fotossintética média de 29 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e Ci/Ca de 0,82 em plantas submetidas a temperatura de 22°C.

Os maiores valores de taxa fotossintética líquida e de eficiência de carboxilação (*A* e *A/Ci*) da couve de folha nos tratamentos T1, T3, T4 e T5 podem ser explicadas, sobretudo, pelo nível da radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre as plantas, uma vez que se considerou a ausência de limitações meteorológicas à cultura e a semelhança das práticas de manejo durante a condução do experimento. Assim, as maiores atividades fotossintéticas observadas nesses tratamentos possivelmente são resultantes da maior radiação luminosa interceptada pelas folhas da couve, já que no T2, o menor desempenho pode ser explicado pela interceptação irregular da radiação sobre as plantas. No caso deste tratamento o rápido crescimento inicial do coentro, somado à retomada mais lenta do crescimento da couve de folha após o transplântio, pode ter promovido um fechamento precoce do dossel (ou entrelinhas) e, conseqüente, ter ocorrido o sombreamento da cultura principal (Figura 2). Como efeito, observou-se o estiolamento das plantas, em que se tem o favorecimento do alongamento do caule em detrimento do acúmulo de biomassa (WELLER; MURFET; REID, 1997) como estratégia para escapar do sombreamento.



**Figura 2** - Sombreamento da couve pelo coentro. (A) Couve (11 DAT) e coentro (19 DAS). (B) Couve (18 DAT) e coentro (26 DAS). Fortaleza, CE, UFC, 2016.

De fato, em sistemas consorciados, a espécie mais alta pode diminuir a carga de radiação solar sobre a espécie inferior (NATARAJAN; WILLEY, 1981), levando à uma condição de concorrência por luz e, por conseguinte, interferindo negativamente sobre a produção da espécie menos competitiva. Em geral, sob intensidade de luz desfavorável, as plantas normalmente não recebem a quantidade de luz necessária, especialmente àquelas nas

faixas do vermelho e do azul (ASPIAZU *et al.*, 2010; MESSINGER; BUCKLEY; MOTT, 2006) ou ocorre mudanças no balanço de radiação entre o vermelho e vermelho distante (WELLER; MURFET; REID, 1997) resultando em alterações morfológicas e fisiológicas (SANTOS *et al.*, 2015), tais como: 1) Redução no índice estomático (número de estômatos.mm<sup>-2</sup>) (MORAIS *et al.*, 2003); 2) Maior teor de clorofila (REGO; POSSAMAI, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2013); 3) Aumento da área foliar para a maior interceptação da luz (LOPES; LIMA, 2015); 4) Queda na atividade da rubisco (ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase) (NIINEMETS *et al.*, 1998); e, 5) Redução da taxa respiratória, com abaixamento do ponto de compensação luminoso (DUSSI *et al.*, 2005; LOPES; LIMA, 2015). Esses ajustes levam ao menor desempenho da fotossíntese, podendo ocorrer também redução na condutância estomática e na transpiração (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2006; MORAIS *et al.*, 2003).

Em acordo ao exposto, Dalstra *et al.* (2014) citam que as plantas quando estão sob algum tipo de estresse reduzem a condutância estomática e a transpiração, bem como a taxa de fotossíntese. No entanto, quando o agente de estresse é removido, a planta pode se recuperar, por meio do reestabelecimento e normalização da capacidade fotossintética e da concentração interna de CO<sub>2</sub> (CORNIANI *et al.*, 2006).

Para a condutância estomática (gs), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), transpiração (E) e relação (Ci/Ca) apesar das diferentes formas de cultivo avaliadas, nenhuma delas foi capaz, por si só, de alterar o nível de quaisquer desses parâmetros fisiológicos das plantas.

A gs descreve a resistência à difusão de gases promovida pela abertura e fechamento dos estômatos (SILVEIRA *et al.*, 2013). O controle do influxo de CO<sub>2</sub> durante a fotossíntese e do efluxo de vapor d'água por meio da transpiração é obtido essencialmente pelo movimento dessa organela (SILVA *et al.*, 2010; SHIMAZAKI *et al.*, 2007). De forma geral, a regulação desse movimento está associada a vários fatores ambientais (radiação solar, temperatura do ar e umidade, concentração de CO<sub>2</sub>), bem como a fatores intrínsecos da planta (condição hídrica e nutritiva e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>) que interagem de forma coordenada e complexa sob a produção biológica das plantas, conforme as condições de cultivo (ANGELOCCI *et al.*, 2004; PAIVA *et al.*, 2005).

Já a Ci está relacionada com a quantidade de CO<sub>2</sub> presente na câmara subestomática. Em condições normais, para uma planta C<sub>3</sub> típica, caso da couve de folha, maiores níveis de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática são acompanhados de maior incremento na fotossíntese (LONG; BERNACCHI, 2003) e de acréscimo da atividade estomática (NASCIMENTO, 2009). Isso tudo ocorrendo em equilíbrio e de forma harmônica, sempre haverá a reposição do CO<sub>2</sub> utilizado para a síntese de fotoassimilados, na câmara subestomática.

No entanto, pode haver aumento do CO<sub>2</sub> nesta câmara mesmo em condições que sejam verificadas reduções na condutância estomática das plantas. Segundo Machado, Medina e Gomes (1999), esse aumento da Ci pode ser explicado pela queda na atividade das enzimas relacionadas ao processo de fixação de CO<sub>2</sub>, bem como pode estar relacionado a menor interceptação de luz e, conseqüentemente, a uma redução da eficiência fotoquímica do fotossistema II, com elevada fluorescência e menor fluxo de energia química (ATP e NADPH) para a assimilação de CO<sub>2</sub>, promovendo assim menor consumo desse substrato (SIELEWIESIUK, 2002; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Quanto a eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ) foi observado menor valor médio para as plantas de couve de folha consorciadas com coentro. Esse menor valor está relacionado principalmente a menor radiação luminosa alcançada por essas plantas devido ao sombreamento causado pelas plantas de coentro, uma vez que a menor eficiência fotoquímica pode provocar a queda na eficiência de carboxilação da rubisco (GAMA, 2013). Por outro lado, a maior interceptação de luz possibilitou acréscimos na razão  $A/C_i$  nos demais tratamentos. Esses resultados corroboram com Machado *et al.* (2005), que verificaram estreita relação entre a eficiência instantânea de carboxilação e a taxa de fotossíntese líquida.

Considerando as interações estabelecidas entre as culturas, nos consórcios, observou-se que as plantas aromáticas e condimentares apresentaram-se mais eficazes na captação de recursos de crescimento e mantiveram uma performance mais competitiva que a cultura principal (Tabela 2).

**Tabela 2** - Indicadores de habilidade competitiva, agressividade (A), razão de competição (RC) e razão de compensação (RCo) das culturas de couve de folha, cebolinha, coentro, manjeriçao e salsa cultivadas em monocultivo e em consorciação. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Tratamentos	A		RC		RCo	
	Couve	Consorte	Couve	Consorte	Couve	Consorte
T1 (Couve Solteira)	-	-	-	-	-	-
T2 (Couve + Coentro)	-2,08	2,08	0,33	3,02	-3,38	53,74
T3 (Couve + Cebolinha)	-2,25	2,25	0,19	5,29	2,16	3,60
T4 (Couve + Salsa)	-0,87	0,87	0,72	1,39	-2,69	-29,61
T5 (Couve + Manjeriçao)	-0,62	0,62	0,31	2,68	0,08	9,48
T6 (Coentro Solteiro)	-	-	-	-	-	-
T7 (Cebolinha (Solteira)	-	-	-	-	-	-
T8 (Salsa Solteira)	-	-	-	-	-	-
T9 (Manjeriçao Solteiro)	-	-	-	-	-	-

Os resultados mostraram, de modo geral, agressividade positiva para as culturas companheiras, sendo caracterizadas como dominantes, enquanto que as plantas de couve de folha apresentaram agressividade negativa, indicando menor capacidade competitiva, e, portanto, sendo considerada dominada. Logo, esses resultados, descrevem a couve de folha como um concorrente fraco, não corroborando com os estudos de Bianco (2015), que caracterizou a cultura como dominante, mas de baixa agressividade em relação ao espinafre 'Nova Zelândia', quando semeadas juntas.

A cebolinha foi à cultura que apresentou o maior índice de agressividade. Esta cultura, apesar de não ter apresentado características morfológicas e forma de crescimento que visivelmente apontassem para algum tipo de concorrência pelos recursos produtivos, parece ter exercido efeitos alelopáticos negativos sobre as plantas de couve de folha (Figura 3A). Ao mesmo tempo, seus rendimentos também foram reduzidos, no entanto, em uma proporção menor àquela observada para a couve de folha.

Quanto ao manjericão, mesmo a espécie apresentando características morfofisiológicas que possibilitem maior habilidade competitiva em relação à couve de folha tais como, porte maior, copa mais densa e crescimento mais rápido, o que se observou efetivamente foi uma menor agressividade (Figura 3B). Tal fato pode ser justificado, sobretudo, pela redução da densidade populacional da espécie no consórcio, em torno de 50% da trabalhada no monocultivo, o que minimizou sua habilidade competitiva. Apesar da menor agressividade do manjericão, no consórcio com couve de folha, observou-se a redução nos rendimentos das culturas, presumivelmente como consequência de um possível efeito alelopático.



**Figura 3** - Consórcios com couve de folha aos 29 DAT. (A) Consórcio com cebolinha (37 DAS). (B) Consórcio com manjericão (32 DAT). Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Em relação ao coentro, a alta agressividade observada pode ser explicada pelo seu crescimento inicial mais rápido somada à antecipação da sua sementeira em relação ao transplante da couve de folha, que promoveu maior vantagem da espécie em relação à cultura principal. Neste sentido, é possível que ajustes quanto ao período de estabelecimento do consórcio possam reduzir a competitividade do coentro. Sendo recomendada sua sementeira de forma mais tardia. Neste consórcio, foi estabelecida uma relação de complementação parcial, tendo em vista a maior produtividade do coentro acompanhada de uma redução produtiva da couve de folha, quando relacionados aos seus cultivos solteiros.

A cebolinha foi a cultura que se mostrou mais competitiva, aproximadamente cinco vezes mais do que a cultura principal (Tabela 2), o que interferiu negativamente na produtividade da couve de folha. No entanto, os rendimentos alcançados pela cebolinha no consórcio permitiram, em termos numéricos de produtividade, contrabalancear as perdas produtivas da couve de folha, estabelecendo-se uma relação de compensação de 3,60. Ou seja, a perda de produção da couve de folha consorciada em relação ao seu monocultivo foi cerca de três vezes menor que a produção da cebolinha.

Quanto ao coentro, este apresentou uma razão de competição de 3,02, o que indica que a cultura foi três vezes mais competitiva que as plantas de couve de folha no consórcio (Tabela 2). Da mesma forma, os ganhos substanciais no rendimento do coentro, compensaram satisfatoriamente às perdas produtivas da cultura principal. Sendo que, a relação de compensação em torno de 53,7 foi possível especialmente pelos dois cultivos produtivos durante o ciclo da cultura principal. A compensação dos rendimentos da couve de folha também ocorreu no consórcio com manjeriço.

Já a salsa, mesmo sendo mais competitiva (1,39) que a couve de folha, pouco interferiu no crescimento e no potencial produtivo da cultura principal (Tabela 2). Essa interferência mais equilibrada observada entre couve de folha e salsa, resultou em menores efeitos competitivos, e como consequência as culturas alcançaram ganhos produtivos satisfatórios (cooperação mútua) no consórcio quando comparado aos seus monocultivos. Com esses resultados, não houve efeitos compensatórios entre os rendimentos dessas culturas, já que suas produções no consórcio foram maiores do que o esperado.

Ao se considerar o comportamento competitivo das culturas e seus efeitos sobre seus rendimentos nos consórcios, em comparação aos rendimentos obtidos nos monocultivos, foi possível estabelecer as interações ecológicas entre a couve de folha e as culturas consortes. Assim, com base nas relações descritas por Willey (1979), observou-se entre as culturas de couve de folha e salsa uma interação de cooperação mútua, tendo em vista que a menor

competição entre as espécies contribuiu para a maior complementaridade no uso dos recursos produtivos, e conseqüentemente para a maior produção das duas culturas no consórcio, quando comparado aos seus respectivos monocultivos.

Para as culturas da couve de folha e do manjeriço, ocorreu interação do tipo inibitória mútua, pois observou-se menor produtividade de ambas culturas no sistema consorciado, em relação aos cultivos solteiros. Tal condição é resultante dos efeitos da competição por recursos durante o período de associação, especialmente no que se refere à luz, desfavorecendo o consórcio. Efeitos inibitórios mútuos também foram observados no consórcio entre couve de folha e cebolinha, com reduções de produtividade para as duas culturas no sistema consorciado. Por outro lado, no consórcio couve de folha e coentro, observou-se a relação de complementação parcial, uma vez que as perdas na produtividade da couve de folha (18,64%) não foram contrabalançadas pelos ganhos produtivos do coentro (2,46%).

Assim, considerando essas interações estabelecidas entre as culturas é possível inferir que nos consórcios T3 e T5 o potencial produtivo foi reduzido por um possível antagonismo das culturas; no T2, o manejo, especialmente quanto à época de estabelecimento da associação privilegiou o crescimento da cultura mais competitiva; e, no tratamento T4, a complementariedade das culturas resultaram em melhor eficiência produtiva.

#### 4 CONCLUSÃO

O coentro, quando semeado antes do transplante da couve de folha, interferiu no metabolismo fisiológico dessa, reduzindo seu desempenho fotossintético e a eficiência de assimilação de CO<sub>2</sub>.

Diante da utilização dos recursos do ambiente, a couve de folha foi dominada pelas culturas companheiras, sendo a cebolinha a mais agressiva.

O rendimento produtivo do coentro possibilitou a compensação dos seus efeitos competitivos sobre a couve de folha.

A salsa apresentou o menor efeito competitivo, e, portanto, representou o consórcio mais vantajoso com a couve de folha.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- ANGELOCCI, L. R. *et al.* Transpiration, leaf diffusive conductance, and atmospheric water demand relationship in an irrigated acid lime orchard. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 16, n.1, p. 53-64, 2004.
- ASPIAZU, I. *et al.* Photosynthetic activity of cassava plants under weed competition. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, número especial, p. 963-968, 2010.
- BAUMANNA, D. T. *et al.* Analysing crop yield and plant quality in na intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. **Agricultural Systems**, v. 73, n. 2, p.173–203, 2002.
- BELTRÃO, N. E. M. *et al.* **Consórcio Mamona + Amendoim: Opção para a Agricultura Familiar**. Circular Técnica 104. Embrapa Algodão, Campina Grande, 2006. 10p.
- BIANCO, M. S. **Viabilidade agroeconômica do consórcio de couve com espinafre ‘Nova Zelândia’**. 2015. 54 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.
- CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.
- COOLMAN, R. M; HOYT, G. D. Increasing Sustainability by Intercropping. **HortTechnology**, v. 3. n. 3, p. 309-312, 1993.
- CORNIANI, N. *et al.* Determinação das trocas gasosas e de potencial hídrico através do uso de sistemas portáteis na avaliação do estresse. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14, 2006, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: USP, 2006
- COSTA, A. P. **Consortiação de cultivares de caupi-hortaliça com cultivares de cenoura em sistema orgânico. 2014. 76 F.** Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.
- CRUZ, C.D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p.271-276, 2013.
- DALASTRA, G. M. *et al.* Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidos com um e dois frutos por planta. **Bragantia**, Campinas, v.73, n.4, p.365-371, 2014.
- DUSSI, M.C. *et al.* Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apple cv. Fuji. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.3, p.253-260, 2005.

DUTRA, A. F. **Eficiência agroeconômica do consórcio mamona e amendoim em área do semiárido paraibano.** 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

EGBE, O. M.; BAR-ANYAM, M. N. Pigeonpea/sorghum intercropping in southern Guinea savanna: effects of planting density of pigeonpea. **Nature and Science**, v. 8, n. 11, p. 156-167, 2010.

FERNANDES, F.; *et al.* Volatile Constituents throughout Brassica oleracea L. Var.acephala Germination. **Journal of Agriulture and Food Chemistry**, Bragança, v. 57, p. 6795-6802, 2009.

FERREIRA, V. M. **Definição de parâmetros para estimativa de risco climático no consórcio milho – feijão–caupi.** 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.

GAMA, V. N. **Análises morfofisiológicas de plantas de pau-brasil (Caesalpinia echinata Lam.) cultivadas em pleno sol e em sombreamento natural.** 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

JENSEN, C.R. *et al.* Leaf photosynthesis and drought adaptation in field-grown oilseed rape (*Brassica napus* L.). **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 23, p. 631-644, 1996.

LEMONS, M. **Estudo do perfil fitoquímico e avaliação da atividade gastroprotetora do extrato hidroalcoólico, frações e subfrações das folhas de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.).** 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, 2010.

LIMA JUNIOR, E. C. *et al.* Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n.1, p. 33-41, 2006.

LONG, S.P.; BERNACCHI, C.J. Gas exchange measurements, what can they tell us about the underlying limitations of photosynthesis? Procedures and sources of error. **Journal of Experimental Botany**, v.54, p.2393-2401, 2003.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. **Fisiologia da produção.** Viçosa: Editora UFV, 2015. 492 p.

MACHADO, E. C. *et al.* Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161- 1170, 2005.

MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; GOMES, M. M. A. Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranja “Valença”. **Bragantia**, v.58, p.217-226, 1999.

MARCOLINI, M. W.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C. Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve de folha. **Científica**, v.33, n.2, p.192- 198, 2005.

MCGILCHRIST, C. A.; TRENBATH, B. R. A revised analysis of plant competition experiments. **Biometrics**, v. 27, p. 659-671, 1971.

MESSINGER, S. M.; BUCKLEY, T. N.; MOTT, K. A. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO<sub>2</sub>. **Plant Physiology**, v. 140, p. 771-778, 2006.

MORAIS, H. *et al.* Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1131-1137, 2003.

NASCIMENTO, J. L. **Crescimento e assimilação de carbono em plantas jovens de *Attalea funifera* Mart. submetidas ao sombreamento e ao estresse hídrico.** 2009. 110 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2009.

NATARAJAN, M; WJLLEY, R.W. **Growth studies in sorghum/pigeon pea intercropping with particular emphasis on canopy development and light interception.** In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTERCROPPING. Hyderabad, Índia, 1979. p. 180-187.

NIINEMETS, U. *et al.* An analysis of light effects on foliar morphology, physiology, and light interception in temperate deciduous woody species of contrasting shade tolerance. **Tree Physiology**, v. 18, n. 10, p. 681-696, 1998.

NTARE, B. R.; WILLIAMS, J. H. Response of cowpea cultivars to planting pattern and date of sowing in Intercrops with pearl millet in Niger. **Experimental Agriculture**, v.28, n.1, p.41-48, 1992.

PAIVA, A. S. *et al.* Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.161-169, 2005.

PINTO, C. M. *et al.* Produtividade e índices competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.

PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O. Avaliação da eficiência biológica e habilidade competitiva nos sistemas de consorciação de plantas. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v.8, n.14; p. 105-122, 2012.

PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O.; PITOMBEIRA, J. B. Mamona e girassol no sistema de consorciação em arranjo de fileiras: eficiência biológica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.1, p.41-52, 2012.

REGO, G. M.POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.

RESENDE, A. L. S. *et al.* Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 41-46, 2010.

RODRIGUEZ, V. M. *et al.* Effect of temperature stress on the early vegetative development of *Brassica oleracea* L. **Plant Biology**, v. 15, n.145, 1-9, 2015.

SANTOS, H. P. *et al.* **Eficiência de soja cultivada em modelos de produção sob sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005, 248 p.

SANTOS, L. D. T. *et al.* Phenotypic plasticity of *Neonotonia wightii* and *Pueraria phaseoloides* grown under different light intensities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 1, p. 519-528, 2015.

SCHONS, A. *et al.* Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.155-167, 2009.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p. 597-612. 1974.

SHIMAZAKI, K. I. *et al.* Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.58, p.219-247, 2007.

SIELEWIESIUK, J. Why there are photodamages to photosystem II at low light intensities. *Acta Physiology. Plant* 24, 399–406. 2002.

SILVA, C. D. S. *et al.* Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v.23, p.7-13, 2010.

SILVEIRA, H.M. *et al.* Características fisiológicas de cultivares de mandioca após aplicação do mesotrione. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 403-409, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

VIEGAS NETO, A.L. *et al.* Milho pipoca consorciado com feijão em diferentes arranjos de plantas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.1, p. 28-33, 2012.

VILAR, M.; CARTEA M. E.; PADILLA, G. The potential of kales as a promising vegetable crop. **Euphytica**, v.159, p.153–165, 2008.

WELLER, J. L.; MURFET, I. C.; REID, J. B. Pea mutants with reduced sensitivity to far-red light define an important role for phytochrome A in day-length detection. **Plant Physiology**, v. 114, n. 4, p. 1225-1236, 1997.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs. Part 1: Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

WILLEY, R.W.; RAO, M. R. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. **Experimental Agriculture**, v.16, n.2, p.117-125, 1980.

ZAEFARIAN, F. *et al.* Leaf chlorophyll of corn, sweet basil and borage under intercropping system in weed interference. **Food and Biotechnological Engineering**, v. 6, n. 9, p. 687-689, 2012.

### **CAPÍTULO 3 – CONSÓRCIO DE COUVE DE FOLHA COM ERVAS CONDIMENTARES ALTERA A DIVERSIDADE DE ARTROPÓDES E RETARDA O CRESCIMENTO POPULACIONAL DE *Myzus persicae***

**Resumo** - O consórcio entre culturas promove um aumento na complexidade estrutural do ambiente de cultivo, de modo que as plantas se tornam menos suscetíveis, desfavorecendo artrópodes-pragas e favorecendo os inimigos naturais. Além de representar um incremento econômico ao agricultor tanto pela redução no uso de agrotóxicos quanto pela diversificação dos produtos cultivados. Contudo, essas respostas são complexas e específicas às espécies da comunidade vegetal. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a diversidade de artrópodes, bem como o nível de crescimento populacional de *Myzus persicae* no consórcio da couve de folha com culturas condimentares (cebolinha, coentro, manjeriço e salsa). Para isso, os seguintes parâmetros foram avaliados em cultivo solteiro e consorciado de couve de folha: (i) diversidade e abundância de artrópodes; (ii) velocidade de crescimento das populações do pulgão *M. persicae*; (iii) número médio de pulgões por folha de couve de folha; (iv) número remanescente de plantas de couve de folha; e (v) massa fresca total produzida da couve de folha. A família Aphididae foi a mais abundante, representada pelo *M. persicae*. As aranhas foram os predadores mais abundantes. A consorciação promoveu maior número de táxons. O consórcio com manjeriço obteve a maior diversidade seguido dos consórcios com as apiáceas. A flutuação da população de pulgão foi sazonal, tendo um crescimento mais lento nos consórcios com coentro e com salsa. O ataque de pulgão dizimou todas as plantas do consórcio com cebolinha. Conclui-se que a presença de coentro e salsa são as alternativas mais viáveis para compor sistemas de cultivo de couve de folha, visando a manutenção em níveis mais baixos, as infestações de *M. persicae*.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. *acephala*. *Allium fistulosum*. *Coriandrum Sativum*. *Ocimum basilicum*. *Petroselinum crispum*. Policultivo. Controle Biológico Natural. Manejo integrado de pragas.

## INTERCROPPED OF KALE WITH AROMATIC HERBS CHANGES THE ARTHOPOD DIVERSITY, SLOWS THE POPULATION GROWTH THE *Myzus persicae*

**Abstract** – The intercropping appropriate of crops increases the structural complexity of the culture environment. Consequently, the plants become less susceptible disadvantaging pests and favoring the natural enemies. In addition to representing an economic increase to the farmer both by reducing the use of pesticides as the diversification of crops. However, the responses of intercropping are complex and specific species of plant community. Therefore, this study aimed to evaluate the diversity of arthropods and the level of population growth *Myzus persicae* on the kale intercropped with aromatic herbs (bunching onion, coriander, basil or parsley). For this, the following parameters were evaluated in monoculture and intercropping of kale: (i) diversity and abundance of arthropods; (ii) growth rate of the population of the aphid *Myzus persicae*; (iii) average number of aphids per leaf of kale; (iv) the remaining number of plants of kale; and (v) total fresh mass of kale produced. The Aphididae Family was the most abundant, represented by *M. persicae*. The spiders were the most abundant predators. The intercropping obtained the greater number of taxons. The kale intercropped with basil achieved greater diversity index followed by kale intercropped with coriander and parsley. The fluctuation of the aphid population was seasonal, with a slow growth in kale intercropped with coriander and with parsley. The aphid attack decimated all plants of intercropped kale-bunching onion. Therefore, the presence of coriander and parsley are the most viable alternatives to compose cultivate systems of kale in order to maintain lower levels infestations of *M. persicae*.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *acephala*. *Allium fistulosum*. *Coriandrum Sativum*. *Ocimum basilicum*. *Petroselinum crispum*. Polyculture. Biological Control Natural. Integrated pest management.

## 1 INTRODUÇÃO

A couve de folha (*B. oleracea* L. var. *acephala* D.C) é uma das hortaliças pertencente à família Brassicaceae mais difundida mundialmente (FERNANDES *et al.*, 2009; NOVO *et al.*, 2010; RESENDE *et al.*, 2010). No Brasil, ela representa uma parcela significativa na produção de hortaliças, principalmente nas regiões Sudeste e Sul, sendo São Paulo o estado de maior produção e consumo (SILVA *et al.*, 2012).

A cultura é de grande interesse econômico, especialmente aos agricultores familiares, porém seu cultivo é considerado uma atividade de alto risco devido aos intensos problemas fitossanitários, principalmente com insetos-pragas (MARCOLINI; CECILIO FILHO; BARBOSA, 2005; SILVA *et al.*, 2012). Nas áreas cultivadas com couve de folha, é frequente a infestação do pulgão-da-couve [*Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae)], pulgão-verde [*Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae)], traça-das-crucíferas [*Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae)], curuquerê-da-couve [*Ascia monuste orseis* Latrielle (Lepidoptera: Pieridae)], lagarta mede-palmo [*Trichoplusia ni* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)] e mosca-branca [*Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae)] (FILGUEIRA, 2008; GALLO *et al.*, 2002; PACHECO, 2015).

Os pulgões atacam não só a couve de folha, mas inúmeras espécies do gênero *Brassica*, sendo considerados pragas importantes nesses cultivos em todo o mundo (BLACKMAN; EASTOP, 2000; CATIE, 1990; COLLIER; FINCH, 2007; FILGUEIRA, 2008; GALLO *et al.*, 2002). As injúrias causadas por esses insetos advêm da sucção contínua de seiva nos tecidos do floema, introdução de toxinas e transmissão de viroses. As injúrias mais visíveis do ataque são encarquilhamento e clorose das folhas e brotações (ASI *et al.*, 2009; BLACKMAN; EASTOP, 2000; COLLIER; FINCH, 2007; GALLO *et al.*, 2002; MELO, 2012; SAETHRE *et al.*, 2011). Esses insetos eliminam ainda com suas fezes uma grande quantidade de líquido açucarado, favorecendo o crescimento de fungos de coloração escura, cujo sintoma é comumente chamado de fumagina (LEITE *et al.*, 1996; GALLO *et al.*, 2002). Esse crescimento fúngico normalmente dificulta a fotossíntese das plantas. Em vista disso, o ataque de pulgões compromete tanto a produtividade quanto a qualidade das folhas da couve.

De modo geral, o controle de pulgões nos cultivos de couve de folha tem sido realizado principalmente com o uso de inseticidas (BASS *et al.*, 2014; LUCCA, 2009; MELO, 2012). No entanto, os pulgões exibem uma elevada capacidade de desenvolver mecanismos de resistência que lhes permitem sobreviver a exposições de concentrações normalmente consideradas tóxicas de inseticidas (GEORGHIOU; LAGUNES-TEJADA, 1991; BASS *et al.*,

2014). Esta elevada adaptação se dá devido à alta densidade populacional nos campos, elevada frequência de aplicações de produtos químicos, reprodução por partenogênese telítoca e ao ciclo de vida curto dos pulgões (BASS *et al.*, 2014; BLACKMAN; EASTOP, 2000; COLLIER; FINCH, 2007). Além disso, as pulverizações contínuas durante o período de colheita, onde as folhas de couve são retiradas regularmente e em curtos intervalos de tempo, tem resultado na presença de resíduos de inseticidas acima dos níveis aceitáveis (AGÊNCIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2010). Desse modo, o controle químico tem se tornado problemático, fazendo-se necessário a busca por novas estratégias de manejo das populações de pulgões.

Uma alternativa ao uso de agrotóxicos é o controle cultural através da consorciação de plantas. O cultivo consorciado envolve um manejo diferenciado, onde duas ou mais espécies crescem simultaneamente na mesma área durante todo ou parte de seu ciclo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012; WILLEY, 1979), trazendo benefícios à produção agrícola. Em uma recente e criteriosa revisão publicada por Letourneau *et al.* (2011) (mais de 500 experimentos em 45 estudos avaliados), são evidenciadas, de forma clara, as vantagens do cultivo consorciado. Nesses sistemas, são observados incrementos na diversidade e abundância de inimigos naturais e supressão das populações de herbívoros, conseqüentemente, e menos danos são constatados nos cultivos consorciados em comparação aos monocultivos.

A grande maioria dos pequenos agricultores já fazem o uso dos cultivos diversificados, produzindo poucas culturas tais como, legumes, verduras e ervas condimentares na mesma área ou em áreas vizinhas. Contudo, esses cultivos não visam o controle de pragas, mas sim a complementação da renda. Sendo assim, em culturas que são produzidas em pequenas áreas, tais como as *Brassicas*, o consórcio pode ser conduzido como uma estratégia para otimização do manejo de pragas. No entanto, para tal, é necessário a avaliação de quais culturas podem ser produzidas de forma consorciada visando não só o aspecto econômico, mas também buscando minimizar os problemas de ordem fitossanitária.

Nesta perspectiva, o presente estudo apresentou os seguintes objetivos: (i) avaliar se o consórcio da couve de folha com culturas condimentares (cebolinha, coentro, manjerição ou salsa) poderia promover alterações na estrutura da comunidade de artrópodes (diversidade e abundância), favorecendo os inimigos naturais; (ii) se os cultivos consorciados poderiam reduzir as populações do pulgão *M. persicae*, praga-chave da couve de folha; e (iii) avaliar o benefício econômico dos consórcios através da massa fresca total produzida da couve de folha nos diferentes sistemas de cultivo (solteiro e consorciados).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo e delineamento experimental

O estudo foi desenvolvido, entre os meses de agosto e novembro de 2015, em plantio experimental na Horta Didática do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Pici, localizada em Fortaleza, Estado do Ceará, cujas coordenadas geográficas são 03°44' de Latitude Sul e 38°34' de Longitude Oeste, e 21 m de altitude. O clima da região é, segundo Köppen, do tipo As, definido como clima tropical com verão seco, com temperatura média anual maior que 26°C e precipitação média anual é de aproximadamente 1.450 mm (ALVARES *et al.*, 2014).

Durante a condução do estudo, a temperatura média manteve-se em torno 28,1°C, oscilando entre 21,4 e 23,6°C a temperatura mínima e a temperatura máxima entre 32,4 e 29,0°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 57,7 e 80,7%, tendo como valor médio 66,6%. Quanto às precipitações, observou-se um valor acumulado de 11 mm no período. Os dados foram obtidos junto à Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, Campus Pici.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com 5 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos consistiram no cultivo de couve de folha solteiro e consorciado com hortaliças aromáticas e condimentares, descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** - Caracterização dos tratamentos. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

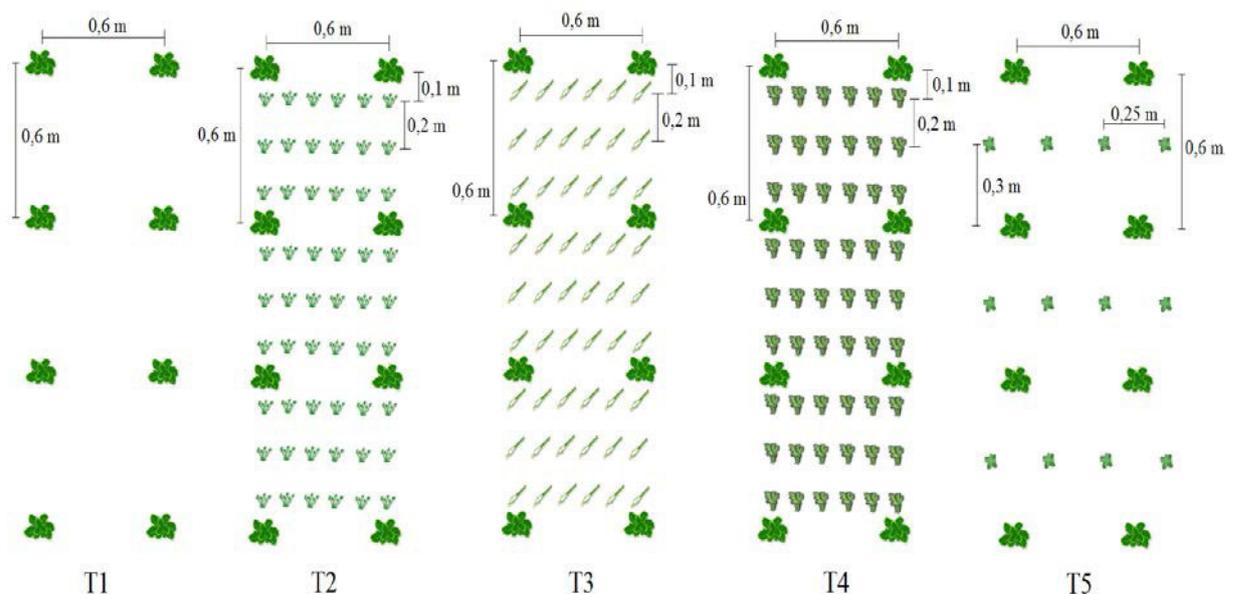
<b>Tratamentos</b>
T1 - cultivo solteiro de couve de folha
T2 - cultivo consorciado couve de folha e coentro
T3 - cultivo consorciado couve de folha e cebolinha
T4 - cultivo consorciado couve de folha e salsa
T5 - cultivo consorciado couve de folha e manjeriço

### 2.2 Parcela experimental

As parcelas experimentais, tanto de cultivo solteiro quanto consorciado, foram constituídas por 2 fileiras de couve de folha, no espaçamento de 0,6 x 0,6 m, sendo dispostas 4

plantas em cada fileira e totalizando 8 plantas por parcela (Figura 1). Nos cultivos consorciados, as ervas condimentares foram dispostas entre as fileiras de couve de folha e transversais ao comprimento do canteiro.

A cebolinha, coentro e salsa foram cultivados em três fileiras espaçadas a 0,20 m e alternadas com uma fileira de couve de folha, totalizando nove fileiras por parcela. A densidade de semeadura do coentro e da salsa foi de 4 gramas de sementes por metro linear. O espaçamento entre plantas foi de 0,10 m para cebolinha. As plantas de couve de folha ficaram distanciadas a 0,10 m das fileiras de condimentares mais próximas. Já o manjeriço foi cultivado no espaçamento de 0,6 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas, distanciando a 0,30 m e alternado com uma fileira de couve de folha, totalizando quatro plantas por fileira e doze plantas por parcela. Para área útil, considerou-se as quatro plantas centrais de couve de folha, sendo incluídas as fileiras das ervas condimentares distribuídas entre elas. Apenas essas plantas foram utilizadas na avaliação das populações de insetos.



**Figura 1** - Croqui dos tratamentos com os arranjos das plantas de couve de folha e das ervas aromáticas, em sistema solteiro e consorciado. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

### 2.3 Instalação e condução do experimento

As culturas de cebolinha, coentro e salsa foram semeadas diretamente em sulcos preparados no solo que foi previamente revolvido e adubado. Os plantios de manjeriço e couve de folha foram realizados com mudas produzidas em bandejas plásticas de 162 células

preenchidas com substrato a base de húmus de minhoca (80%) e vermiculita (20%), as quais foram transplantadas aos 20 e 23 dias após a sementeira (DAS), respectivamente. Devido ao curto ciclo do coentro, em comparação aos demais, uma segunda sementeira foi realizada um dia após sua colheita. As seguintes cultivares foram utilizadas no trabalho: ‘Manteiga de Geórgia’ para couve de folha (Isla<sup>®</sup>), coentro ‘Verdão’ (Feltrin<sup>®</sup>), cebolinha ‘Todo Ano’ (Feltrin<sup>®</sup>), salsa ‘Graúda Portuguesa’ (Feltrin<sup>®</sup>) e manjerição tipo ‘Italiano’ (Feltrin<sup>®</sup>).

A adubação de plantio consistiu da incorporação de 12 kg.m<sup>-2</sup> de composto orgânico (produzido no local) em todas as parcelas, no dia da instalação do experimento a campo, na ocasião da sementeira das culturas de cebolinha, coentro e salsa. Isto é, cinco e oito dias antes do transplante (DAT) do manjerição e couve de folha, respectivamente. As adubações de cobertura foram feitas quinzenalmente, com início aos 15 DAT das mudas de couve de folha, com uma dose de 0,3 kg.planta<sup>-1</sup> para couve de folha e manjerição e 0,3 kg.linha<sup>-1</sup> para as culturas semeadas em linha. A irrigação das plantas foi feita de forma localizada por microaspersão, em dois turnos de rega ao dia. As capinas foram realizadas periodicamente. Não houve aplicação de defensivos agrícolas durante o experimento.

As colheitas foram realizadas de acordo com os padrões de comercialização de cada cultura na região de cultivo. Para a couve de folha, foram realizadas três colheitas, as quais ocorreram aos 41, 56 e 70 DAT, sendo pesada a massa fresca total de folhas (g) por planta em cada colheita. O manjerição foi colhido aos 36, 51 e 70 DAT. Para o coentro, as colheitas ocorreram aos 35 e 36 dias após a sementeira de cada um dos cultivos realizados. Para as culturas de salsa e cebolinha as colheitas foram realizadas aos 55 e 70 DAS, respectivamente.

#### **2.4 Coleta e identificação de artrópodes**

O levantamento populacional dos artrópodes foi realizado semanalmente tanto sobre a cultura da couve de folha quanto sobre as culturas consórcios, com início aos 7 DAT das mudas de couve de folha para o campo e se estendendo até a última colheita.

Na cultura da couve de folha a quantificação do número de pulgões foi realizada através da contagem direta em uma folha por planta, preferencialmente a mediana (folha adulta e totalmente expandida). Alguns espécimes foram semanalmente coletados e armazenados para confirmação da espécie. Para os demais artrópodes (herbívoros e/ou inimigos naturais) toda a planta foi inspecionada, com o mínimo de perturbação para evitar a sua dispersão, coletando-se todos os artrópodes presentes. As lagartas presentes foram quantificadas, isoladas e mantidas em placas de Petri em condições ambientais com substrato alimentar (pedaços de folha de

couve) para verificar a emergência de adultos de parasitoides, o que não foi constatado posteriormente.

As culturas consortes foram amostradas para a verificação da possibilidade de compartilhamento de artrópodes-pragas e/ou inimigos naturais entre estas e a cultura de couve de folha. Para cebolinha, coentro e salsa, quatro pontos foram escolhidos ao acaso, enquanto que para o manjeriço, as quatro plantas da área útil foram selecionadas. A inspeção ocorreu através da batida das folhas das plantas selecionadas em bandeja de fundo branco.

Todos os insetos presentes foram coletados e armazenados em tubos “eppendorf” com álcool hidratado (70%). Posteriormente todos os artrópodes foram observados com o auxílio de um estereomicroscópio e identificados com base na literatura (FUGIHARA *et al.*, 2011; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

## 2.5 Análises de dados

Os dados provenientes das coletas dos artrópodes foram utilizados para análise faunística e para o estudo da flutuação populacional dos pulgões ao longo do ciclo da cultura de couve de folha. A análise faunística foi realizada com base no número médio dos insetos amostrados em cada tratamento nas datas de coleta e por meio de parâmetros ecológicos, tais como abundância relativa e diversidade. A abundância relativa representa a participação percentual do número de indivíduos de cada táxon, em relação ao número total de indivíduos amostrados. A diversidade foi calculada utilizando-se o Índice Shannon-Wiener ( $H'$ ) (SHANNON; WEAVER, 1949), conforme fórmula:

$$H' = -\sum p_i (\ln p_i)$$

em que:  $H'$  = componente de “riqueza” de espécies

$p_i$  = frequência relativa da espécie  $i$  dada por  $n_i/N$

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$N$  = número total de indivíduos

$\ln$  = logaritmo neperiano

Os índices de diversidade encontrados para cada sistema de cultivo (solteiro ou consorciados) foram comparados entre si através dos seus respectivos intervalos de confiança

(95% de probabilidade), de tal forma que a sobreposição entre intervalos os caracteriza como semelhantes estatisticamente.

A flutuação do número de pulgões/folha ao longo do tempo em cada sistema de cultivo foi analisada graficamente através de análises de regressão e curvas de tendência elaboradas no software estatístico Table curve 2D (Version 5.01). Um único modelo de regressão foi escolhido para todos os sistemas de cultivo, a escolha do modelo se deu através dos maiores valores de  $r^2$  e menores valores de P. O número médio de pulgões/folha ao longo do tempo em cada sistema de cultivo, bem como o percentual de plantas remanescentes em cada sistema de cultivo foram submetidos ao teste não paramétrico Wilcoxon-rank (SAS Institute, 2001), uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal.

A influência das populações de pulgões sobre a massa fresca total produzida por planta de couve de folha, nas três colheitas, foi analisada através de regressão linear (SAS Institute, 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abundância relativa de artrópodes nos diferentes sistemas de cultivo de couve de folha (solteiro ou consorciado) apresentou um padrão semelhante, onde a família Aphididae representou mais de 98% dos indivíduos coletados (Tabela 2). Os indivíduos da família Aphididae foram todos identificados como *M. persicae*. Esta espécie é considerada cosmopolita e uma das mais adaptáveis entre os afídeos, alternando suas populações entre seus diversos hospedeiros. As populações permanecem mais ou menos ativas durante todo o ano, dependendo das condições de temperatura (VAN EMDEN *et al.*, 1969; KASPROWICZ *et al.*, 2008). Na couve são encontrados normalmente colonizando as folhas medianas (CIVIDANES; SOUZA, 2003).

A família Pieridae foi o segundo táxon mais abundante, exceto para o consórcio com manjeriço. Entretanto, sendo observado menos de um indivíduo por planta (Tabela 2). Essa família é predominantemente de regiões tropicais e possui diversos representantes, sendo algumas espécies-praga relevantes às brássicas (GALLO *et al.*, 2002; QUADROS; ISERHARD; ROMANOWSKI, 2007). As maiores abundâncias da família Pieridae foram observadas nos consórcios com salsa e com coentro, o que demonstrou que seus indivíduos tiveram maior atratividade pelas associações de brássicas com apiáceas do que pelo cultivo solteiro, diferentemente do que se esperava. Esse efeito pode ser explicado em parte pela ausência de efeito repelente ou de confundimento dos compostos voláteis liberados pelas apiáceas, ou pela interação química entre as culturas que atraiu os pierídeos, possibilitando assim maiores taxas de oviposição nesses consórcios. Segundo Beltrão *et al.* (2006) e Marković (2013) a interação química entre as espécies cultivadas simultaneamente podem favorecer determinadas pragas, tendo os sistemas consorciados relações complexas.

Diversos outros táxons foram observados, no entanto em menor abundância (menos de 2% dos indivíduos coletados) (Tabela 2). De modo geral, esses táxons são representados por espécies predadoras, na maioria de hábito polífago, que podem se alimentar de pulgões durante a fase larval, adulta ou em ambas (BARBOSA, QUINTELA, 2014; GALLO *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2013), compreendendo importantes agentes de mortalidade dessa praga. Dentre eles, destaca-se as aranhas (Araneae) e joaninhas (Coccinellidae).

As aranhas foram os inimigos naturais mais abundantes, ocorrendo em maior número no consórcio com manjeriço (0,77%) e menor número no cultivo solteiro. Estes resultados são semelhantes aqueles observados por Souza (2014), que obteve maior abundância de aracnídeos em cultivos consorciados (pimentão e manjeriço) comparativamente ao

monocultivo (cultivo solteiro de pimentão). As aranhas são reconhecidas como importantes predadores generalistas (CHARLET; OLSON; GLOGOZA, 2002) presente na maioria dos habitats terrestres, incluindo os sistemas agrícolas menos perturbados (SOUZA, 2014). Isso porque, quando reunidas em grupos de espécies podem contribuir para a redução da população de um complexo de pragas (SUNDERLAND, 1999; SARWAR, 2013), entre elas, os pulgões.

Em relação à família Coccinellidae, estes são conhecidos como importantes agentes reguladores de pragas, alimentando-se preferencialmente de pulgões, cochonilhas, ácaros e moscas brancas (SILVA *et al.*, 2013). Neste estudo, o consórcio com manjeriço obteve a maior abundância relativa de coccinélídeos, seguido do consórcio com coentro. No cultivo solteiro não foi identificado indivíduo desta família. Tais resultados assemelham-se aos encontrados por Souza (2014) em cultivos de pimentão, cuja a abundância de joaninhas foi maior em consórcio com manjeriço (1,04%) quando comparado com o monocultivo (0,44%), justificada devido a intensa e constante floração das plantas de manjeriço atrativas aos coccinélídeos.

Alguns estudos têm evidenciado também uma maior presença de coccinélídeos em associações de hortaliças com espécies de apiáceas, sobretudo coentro. Em cultivos de couve de folha, Resende *et al.* (2010) verificou que a presença de coentro em faixas de plantio de couve contribuiu para a maior abundância de coccinélídeos em relação ao cultivo solteiro. Da mesma forma que Patt, Hamilton e Lashomb (1997) e Togni *et al.* (2010) observaram maior abundância desses predadores em consórcio com coentro quando comparados aos cultivos solteiros de berinjela (*Solanum melongena* L.) e de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), respectivamente.

Os diferentes sistemas de cultivo influenciaram a diversidade de artrópodes (Tabela 2). O consórcio de couve de folha com manjeriço foi aquele em que se observou maior número de táxons (15), enquanto que os cultivos de couve de folha solteiro e consorciado com cebolinha foram os menos diversos (5 e 6 táxons, respectivamente). Valores intermediários foram observados para os cultivos consorciados com coentro e salsa (10 e 8 táxons, respectivamente).

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) calculados para os sistemas de cultivo, em que a maior diversidade foi associada ao consórcio com manjeriço (0,092), diferindo-se de todos os demais tratamentos (Tabela 2). Ressalta-se que esse índice relaciona a riqueza de espécies e a abundância proporcional de cada uma (SANTOS, 2009). Dessa forma, é possível afirmar que o consórcio com manjeriço se caracterizou pela maior heterogeneidade e abundância relativa mais equilibrada entre táxons (menor dominância).

**Tabela 2** - Número médio de indivíduos e abundância relativa dos táxons de artrópodes coletados em plantas de couve de folha sob diferentes formas de cultivo (solteiro, consorciado com coentro, consorciado com cebolinha, consorciado com salsa ou consorciado com manjeriço), entre setembro e novembro de 2015. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Ordem/família	Solteiro		Consórcio coentro		Consórcio cebolinha		Consórcio salsa		Consórcio manjeriço	
	$\bar{X}$	Abundância	$\bar{X}$	Abundância	$\bar{X}$	Abundância	$\bar{X}$	Abundância	$\bar{X}$	Abundância
Aphididae	150,86	99,86	118,62	99,41	140,83	99,79	136,48	99,43	152,91	98,63
Araneae	0,03	0,02	0,16	0,13	0,11	0,08	0,21	0,15	1,19	0,77
Chrysomelidae	-	-	0,01	0,01	-	-	-	-	0,01	<0,01
Cicadellidae	-	-	0,01	0,01	-	-	-	-	0,03	0,02
Coccinelidae	-	-	0,13	0,11	0,01	<0,01	0,09	0,07	0,26	0,17
Culicidae	-	-	-	-	-	-	0,02	0,01	0,34	0,22
Dolicopodidae	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,05	0,04	0,11	0,07
Formicidae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	<0,01
Lygaeidae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,02
Mantodea	-	-	0,04	0,03	-	-	-	-	0,01	0,01
Membracidae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	<0,01
Pieridae	0,13	0,09	0,25	0,21	0,12	0,08	0,34	0,25	0,09	0,06
Plutellidae	0,03	0,02	0,08	0,06	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
Reduviidae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,02
Syrphidae	-	-	0,01	0,01	-	-	0,04	0,03	0,01	<0,01
Total	151,07	100	119,32	100	141,13	100	137,26	100	155,04	100
H'	0,011 c (0,008 – 0,015)		0,045 b (0,03 – 0,05)		0,017 c (0,013 – 0,022)		0,043 b (0,036 – 0,050)		0,092 a (0,084 – 0,101)	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si através da sobreposição do intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

As diferenças na comunidade de artrópodes podem estar relacionadas com as características das plantas consortes. Segundo Menezes (2005), os diferentes aspectos da planta, como tipo, estrutura (porte, copa, presença ou ausência de flores) e efeitos (atratividade ou repelência de insetos), exercem grande influência no forrageamento de insetos benéficos, por isso a qualidade na diversidade de plantas coopera para uma diversidade mais funcional na entomofauna dentro dos sistemas agrícolas. Quanto mais distintas as espécies da vegetação, maior é a heterogeneidade/complexidade estrutural do ambiente. Diante disso, acredita-se que a maior diversidade associadas ao consórcio com manjeriço pode estar ligada à sua copa mais abundante e floração constante. Pois a incorporação de plantas floríferas nos agroecossistemas oferece recursos adicionais de alimento e abrigo para os inimigos naturais (BIANCHI; BOOIJ; TSCHARNTKE, 2006), refletindo na maior riqueza e diversidade de espécies.

Os resultados deste estudo assemelham-se aos encontrados em trabalhos com os consórcios de pimentão com manjeriço (SOUZA, 2014), de alface (*Lactuca sativa* L.) com cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*) (ZACHÉ, 2009), de tomate com coentro (TOGNI *et al.*, 2010) e couve de folha com coentro (RESENDE *et al.*, 2009), onde também se contatou maiores índices de diversidade nos sistemas consorciados quando comparados com os seus respectivos cultivos solteiros. Apesar da similaridade de resposta à consorciação, os padrões de diversidade observados neste estudo foram bem mais baixos aos dos demais estudos. Tal fato, pode ser resultado, em parte, do elevado número de indivíduos da família Aphididae (maior dominância), uma vez que a menor equidade na abundância das espécies contribui para o menor índice de diversidade. Pode-se citar ainda, a redução do ciclo da cultura ocasionado pelo ataque de pulgões, que debilitou significativamente as plantas, e que por sua vez, restringiu o tempo de amostragem (menor amostras realizadas). Essa condição se justifica, pelo fato de que o aumento no número de observações, até o ponto de suficiência amostral, pode contribuir para o aumento no número de espécies encontradas, elevando, portanto, a estimativa da diversidade.

A flutuação das populações de pulgões foi semelhante entre os tratamentos. Independentemente do sistema de cultivo (solteiro ou consorciado), a incidência dos pulgões iniciou aos 14 DAT, atingindo picos populacionais entre o 42° e 56° DAT (Figura 2A). Aos 35 DAT verificou-se o compartilhamento de pulgões entre as culturas consorciadas, sendo possível observar a presença de indivíduos nas ervas condimentares, sobretudo na salsa. Declínios populacionais foram observados notadamente após os 49 DAT, porém a densidade populacional por folha manteve-se alta em todos os tratamentos.

Esse nível populacional elevado corrobora com os resultados encontrados por Stotzer (2013), em que destaca meados de outubro como o período mais favorável às altas infestações de pulgão, especialmente por ser um período com temperaturas mais elevadas e sem precipitação pluviométrica. Souza, Cividanes e Galli (2007) também verificaram picos populacionais de *M. persicae* em couve de folha entre os meses de setembro e novembro. Já Santana *et al.* (2011) em cultivos de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) observaram picos populacionais de 400 ápteros/planta em agosto.

As flutuações nos números médios de pulgões ao longo do tempo ajustaram-se ao modelo polinomial de crescimento ( $y=cx^4+bx^2+a$ ), explicando pelo menos 69% das variações observadas ( $r^2 > 0,69$ ) (Tabela 3). Os números médios de pulgões observados nos diferentes sistemas de cultivo, ao longo do tempo, não difeririam entre si ( $\chi^2 < 6,16$ ;  $gl = 4$ ;  $P > 0,18$ ) (Figura 2B). Apesar da não diferença estatística, menores populações de pulgões foram observadas quando a couve de folha foi cultivada em consórcio com coentro ou salsa, exceções são observadas apenas nas avaliações aos 49 e 56 DAT. Esses menores valores contribuíram para um crescimento populacional mais lento e, conseqüentemente, picos populacionais mais tardios foram observados nesses sistemas. Além disso, nesses consórcios (coentro e salsa) foram observadas também um maior percentual de plantas remanescentes ao final do período experimental ( $\chi^2 = 12,69$ ;  $gl = 3$ ;  $P = 0,0053$ ) (Figura 2C). Já no consórcio com cebolinha nenhuma planta de couve de folha foi observada ao final do experimento.

A dinâmica das populações de pulgões, neste estudo, foi semelhante ao padrão descrito por Wellings e Dixon (1987), onde um período de crescimento constante é seguido por um período de declínio. De modo geral, os fitófagos são colonizadores primários e, portanto, localizam as plantas hospedeiras mais rapidamente e como estão livres de inimigos naturais nesse momento inicial, suas populações tendem a crescer em número. Posteriormente, os inimigos naturais iniciam a colonização das plantas, atraídos pela maior oferta de presas, e esse período coincide com a maior densidade populacional. A partir desse momento, as populações iniciam o processo de dispersão, devido à competição intraespecífica por alimento ou ao comprometimento do vegetal ou aos inimigos naturais, o que justifica o declínio populacional posterior.

Nos consórcios, observou-se um declínio mais acentuado na população de pulgões, quando comparado ao do cultivo solteiro, o que demonstra uma ação mais efetiva dos inimigos naturais na supressão dessa praga. Pois, mesmo sendo agentes importantes para a regulação populacional de pragas, conforme Chaplin-Kramer *et al.* (2011), os inimigos naturais são mais diversos e abundantes em paisagens mais complexas do que em ambientes mais simplificados.

Neste caso, destaca-se o consórcio com coentro que obteve maior supressão de pulgões, mesmo com índice de diversidade mais baixo que o consórcio com manjerição.

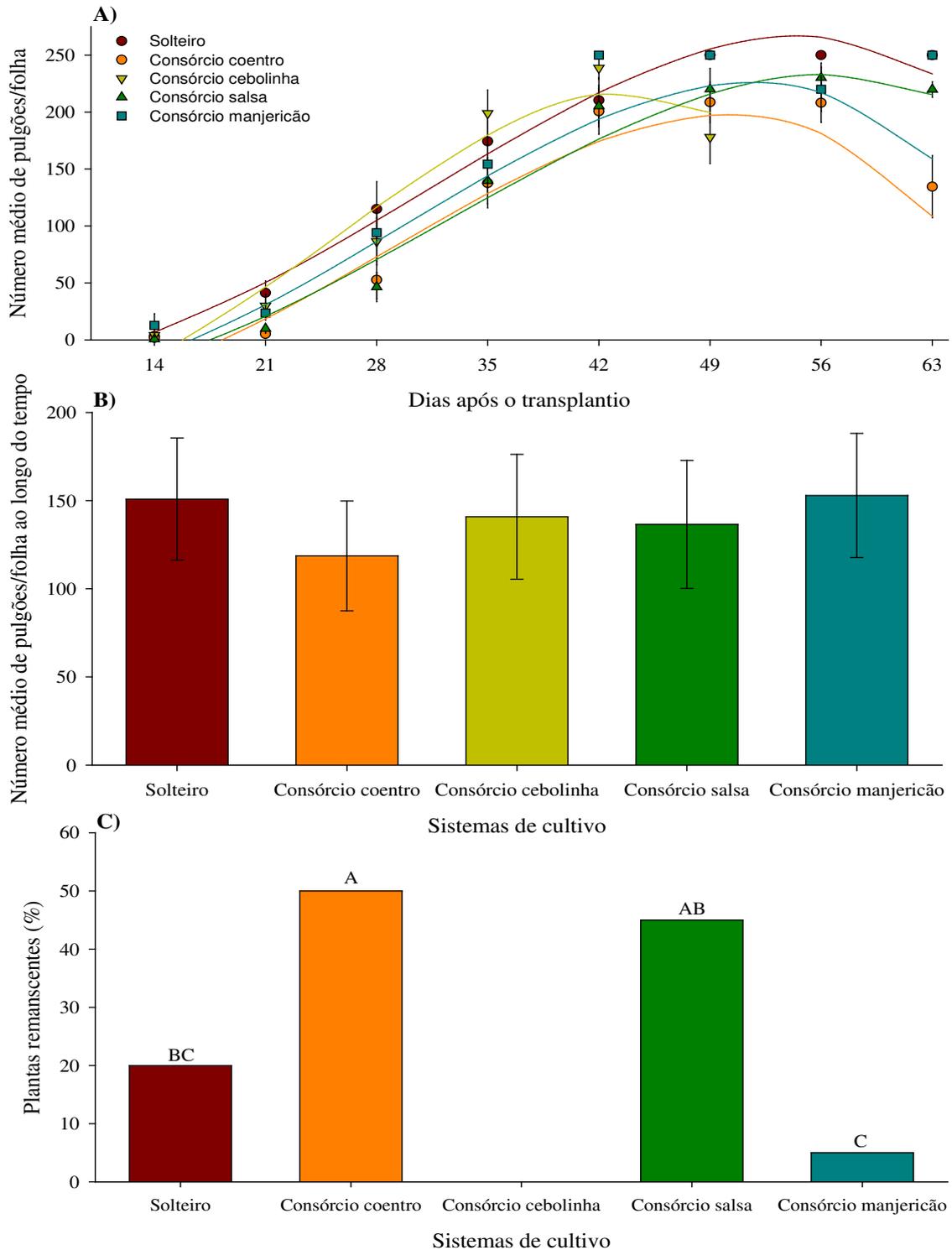
Neste estudo, a presença de inimigos naturais não garantiu a redução significativa do número de pulgão, no entanto, a diversificação dos cultivos de couve-de folha, especialmente com a presença de coentro e salsa contribuíram para as menores taxas de infestação ao longo do ciclo da cultura e, conseqüentemente menos danos, o que possibilitou a permanência em torno de 50% de plantas de couve de folha na área. Em contrapartida, no consórcio com cebolinha, o somatório das altas taxas de infestações e a menor diversidade de inimigos naturais resultaram na ausência de um controle natural de pragas e conseqüentemente na morte de todas as plantas de couve de folha da parcela. Quanto ao consórcio de manjerição apesar da diversidade mais elevada, os danos ocasionados pelos pulgões também foram significativos, uma vez a quantidade de plantas remanescente foi menor. Esses resultados podem indicar uma maior preferência dos inimigos naturais à associação de couve de folha e manjerição para abrigo, e assim, não necessariamente resultando em maior supressão populacional de pulgões.

Os efeitos da infestação de pulgão ao desempenho da cultura de couve de folha foram investigados através da análise de regressão linear da população de pulgão com a produção de folhas. A matéria fresca total produzida por planta de couve de folha foi inversamente proporcional ao número médio de pulgões sobre as plantas nos diferentes sistemas de cultivo. Os dados ajustaram-se ao modelo linear ( $y = -0,54x + 152,86$ ), explicando 66 % ( $R^2 = 0,66$ ) das variações observadas ( $P = 0,0069$ ) (Figura 3). Dessa forma, os sistemas de cultivo que apresentaram menores médias de pulgões/folha apresentaram também maiores valores de massa fresca produzida por planta.

A couve de folha mesmo sendo uma cultura suscetível ao ataque de pulgões, em níveis populacionais baixos, pode apresentar certa tolerância, mantendo seu potencial produtivo. No entanto, sem um manejo efetivo, é esperado que as infestações se intensifiquem ao longo do tempo, e com isso, deixando as plantas mais debilitadas. Neste caso, devido à alimentação dos pulgões, uma quantidade menor de fotoassimilados fica disponível para os processos de crescimento, o que justifica a significativa queda na produtividade da cultura à medida que a densidade populacional de pulgões aumenta.

De fato, a maior presença de inimigos naturais em resposta à diversidade dos sistemas consorciados, pode contribuir para o controle biológico de pragas. Porém, com base nos resultados observados neste estudo, ressalta-se que essa prática por si só não é suficiente para resolver o problemático manejo de pulgões nas áreas de produção de couve de folha. Ainda

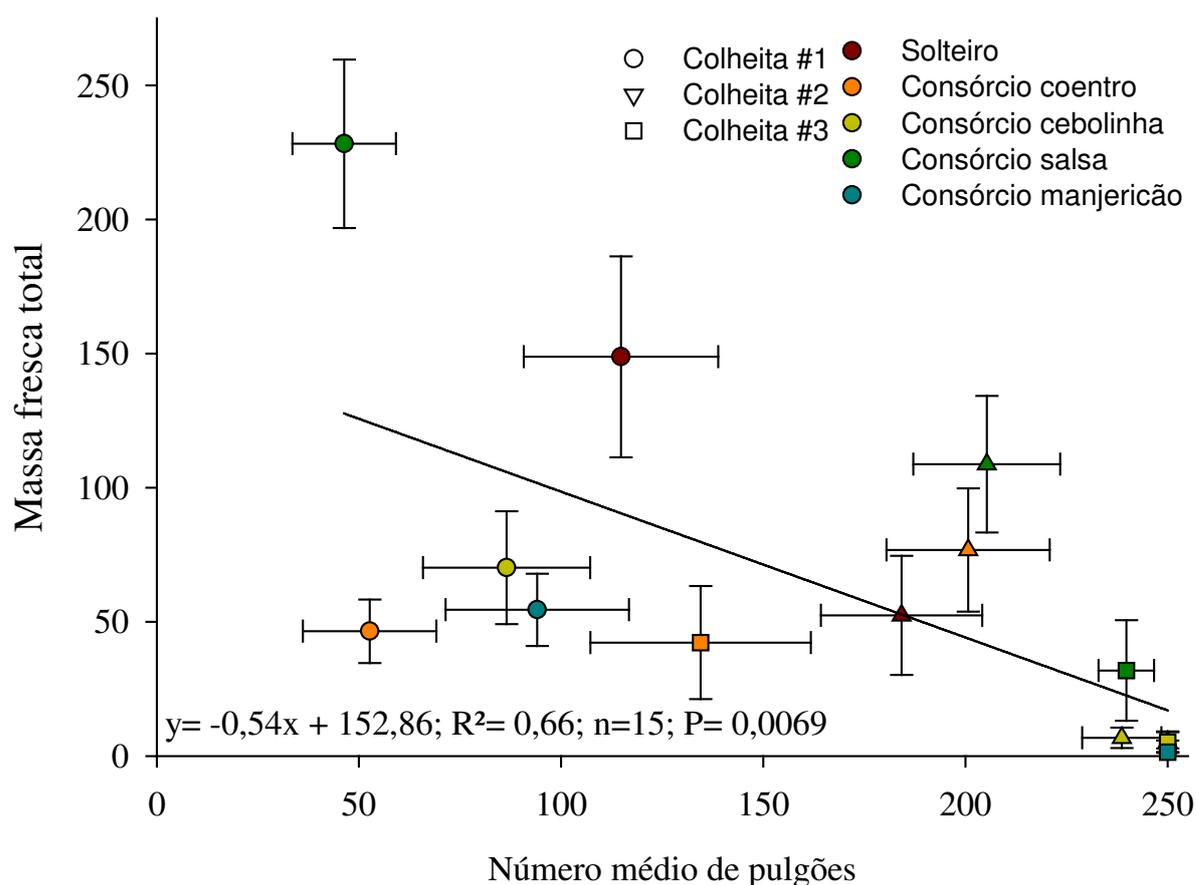
assim, o cultivo consorciado pode manter as populações de pulgões a níveis mais baixos, e com isso reduzir o número de aplicações com inseticidas químicos.



**Figura 2** - Dinâmica de pulgões nos cultivos de couve de folha solteiro e consorciado com espécies aromáticas e condimentares. (A) Flutuação populacional de pulgões. (B) Abundância de pulgão por folha de couve. (C) Plantas remanescentes nos sistemas de cultivo de couve de folha. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

**Tabela 3** - Parâmetros significativos nas análises de regressão da flutuação do número de pulgões/folha ao longo do tempo em cada sistema de cultivo. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

Sistema de cultivo	Modelo	Coeficientes			r <sup>2</sup>	P
		Intercepto (a)	Quadrático	Quarto grau		
Solteiro		-31.25	0.20	-3.3e-05	0,69	<0.0001
Consórcio coentro	y=cx <sup>4</sup> +bx <sup>2</sup> +a	-65.95	0.21	-4.1e-05	0,70	<0.0001
Consórcio cebolinha		-70.67	0.30	-7.8e-05	0,72	<0.0001
Consórcio salsa		-53.15	0.18	-2.8e-05	0,87	<0.0001
Consórcio manjeriço		-45.07	0.21	-3.9e-05	0,73	<0.0001



**Figura 3** - Relação entre a matéria fresca total e número médio de pulgões/folha em cultivo de couve de folha sobre diferentes formas de cultivo. Fortaleza, CE, UFC, 2016.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os sistemas consorciados, de modo geral, contribuíram para a maior diversidade de artrópodes nas áreas de cultivos de couve de folha.

Os sistemas consorciados favoreceram o povoamento de predadores generalistas;

A presença de inimigos naturais não garantiu a redução significativa do número de pulgão nos cultivos consorciados em relação ao cultivo solteiro.

Os consórcios com coentro e com salsa apresentaram as menores taxas de infestação de pulgões devido ao controle biológico natural mais efetivo, que reduziu os danos às plantas na área de cultivo. E, portanto, representando, as alternativas mais viáveis para o manejo de pulgões no cultivo de couve de folha.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos de Alimentos (PARA). **Relatório de atividade 2010**. Brasília, 2010.
- ALBUQUERQUE, J. A. A. *et al.* Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.3, p. 532-538, 2012.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- ASI, M. R. *et al.* In vitro efficacy of entomopathogenic fungi against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. **Pakistan Entomologist**. v.31, n.1, p. 43-47, 2009.
- BARBOSA, F. R.; QUINTELA, E. D. **Manual de identificação de artrópodes predadores**. Brasília: Embrapa, 2014.
- BASS, C. *et al.* The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 51, p. 41-51, ago. 2014.
- BELTRÃO, N. E. M. *et al.* **Consórcio Mamona + Amendoim: opção para a Agricultura Familiar**. Circular Técnica 104. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.
- BIANCHI, F. J. J. A.; BOOIJ, C. J. H.; TSCHARNTKE, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. **Proceedings of the Royal Society of London**, v.273, n.1595, p.1715-1727, 2006.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the World's Crops: an identification and information guide**. Chichester: Wiley. 2000. 466p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). **Guia para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo**. Turrialba: CATIE. 1990. 81p.
- CHAPLIN-KRAMER, R. *et al.* A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. **Ecology Letters**, v. 14, n. 9, p. 922-32, set. 2011.
- CHARLET, L. D.; OLSON, D.; GLOGOZA, P. A. **Biological Control of Insect and Weed Pests in North Dakota Agriculture**. North Dakota: North Dakota State University, 2002
- CIVIDANES, F. J.; SOUZA, V. P. Exigências térmicas e tabelas de vida de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 413-419, 2003.
- COLLIER, R. H.; FINCH, S. IPM Case Studies: Brassicas. In: VAN EMDEN, H. F.; HARRINGTON, R. (Eds.). **Aphids as crop pests London**: CABI Publishing, 2007, p.549-560.

FERNANDES, F.; *et al.* Volatile Constituents throughout *Brassica oleracea* L. var. *acephala* germination. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Bragança, v. 57, p. 6795-6802, jul. 2009.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FUJIHARA, R. T. *et al.* **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. 391 p.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GEORGHIOU, G. P.; LAGUNES-TEJADA, A. **The occurrence of resistance to pesticides in arthropods**. An index of cases reported through 1989. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1991.

KASPROWICZ, L. *et al.* Spatial and temporal dynamics of *Myzus persicae* clones in fields and suction traps. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 10, p. 91-100, 2008.

LEITE, G.L.D. *et al.* Resistência de clones de couve comum ao pulgão verde. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 178-181, 1996.

LETOURNEAU, D. K. *et al.* Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. **Ecological Applications**, v. 21, n. 1, p. 9-21, 2011.

LUCCA, R. S. P. **Potencial inseticida de extrato de funcho, erva-doce, cravo da Índia e de preparado homeopático para o controle de pulgão em couve**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2009.

MARCOLINI, M. W.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C. Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve de folha. **Científica**, v.33, n.2, p.192- 198, 2005.

MARKOVIC, D. Crop Diversification Affects Biological Pest Control. **Agrozanje**, v. 14, n.3, p. 449-459, 2013.

MELO, R. L. **Alternativas de controle de afídeos no cultivo da couve (*Brassica oleracea*) com ênfase a *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae)**. 2012. 132 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

MENEZES, E. L. A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Documentos, 205. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p.

NOVO, M. C. S. S. *et al.* **Morfologia de folhas de couve do Banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2010. 27p.

PACHECO, J. L. C. **Potencial entomopatogênico de fungos e actinobactérias marinhas no controle de *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae)**. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PATT, J. M.; HAMILTON, G. C.; LASHOMB, J. H. Impact of strip insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. **Advances Horticultural Science**, v. 11, n. 4: 175-181, 1997.

QUADROS, M. T.; ISERHARD, C. A.; ROMANOWSKI, H. P. Distribuição e composição das espécies de Pieridae (Lepidoptera) ocorrentes no programa “as borboletas do Rio Grande do Sul”. Borboletas do Rio Grande do Sul”. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007, p. 1-2.

RESENDE, A. L. S. *et al.* Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 41-46, jan./mar. 2010.

RESENDE, A. L. S. *et al.* **Estrutura populacional de joaninhas predadoras no consórcio de couve e coentro em comparação ao monocultivo da couve, sob manejo orgânico.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 39. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 36 p.

SAETHRE, M. G. *et al.* Aphids and their natural enemies in vegetable agroecosystems in Benin. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 31, v. 1-2, p. 103-117, 2011.

SANTANA, P.A. *et al.* Flutuação populacional de *Myzus persicae* na cultura do repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 28-34, jul. 2011.

SANTOS, V. K. **Uma generalização da distribuição do índice de diversidade generalizada por Good com aplicação em Ciências Agrárias.** 2009. 57 f. Dissertação (Mestrado em Biometria e Estatística Aplicada) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SARWAR, M. Studies on Incidence of Insect Pests (Aphids) and Their Natural Enemies in Canola *Brassica napus* L. (Brassicaceae) Crop Ecosystem. **International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences (IJSRES)**, v.1, n. 5,p. 78-84, 2013.

SAS Institute. **SAS/STAT software**, version 9.1. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2002.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of information.** Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SILVA, A. C. *et al.* **Guia para o reconhecimento de inimigos naturais de pragas agrícolas.** 1 ed. Brasília: Embrapa Agrobiologia, 2013. 47 p.

SILVA, C. P. *et al.* Desenvolvimento inicial de mudas de couve de folha em função do uso de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*). **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.1, p. 07-11, 2012.

SOUZA; CIVIDANES, F. J.; GALLI, J. C. Abundância estacional de *Myzus persicae* (Sulzer), *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) na região nordeste do estado de São Paulo. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología** (Costa Rica) n. 77, 2006.

SOUZA, I. L. **Controle biológico de pragas do pimentão (*Capsicum annuum* L.) orgânico em cultivo protegido associado a manjeriço (*Ocimum basilicum* L.).** 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, 2014.

STOETZER, A. **Afídeos vetores de vírus em trigo e cevada em Guarapuava-PR: monitoramento, manejo de inseticidas e análise econômica associada ao controle químico.** 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

SUNDERLAND, K. Mechanisms underlying the effects of spiders on pest populations. **The Journal of Arachnology**, v. 27, n.1, p. 308–316, 1999.

**TABLE CURVE 2D. TABLE CURVE 2D** (Trial Version 5.01). Disponível em: <<https://systatsoftware.com/downloads/download-tablecurve-2d/>> Acessado em abril 2015.

TOGNI, P. H. B. *et al.* Conservação de inimigos naturais (Insecta) em tomateiro orgânico. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n. 4, p. 669-679, out./dez. 2010.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudos dos insetos.** 7. ed. Tradução Borror and Delong's introduction to the study of insects. São Paulo, Cengage Learning, 2011. 816 p.

VAN EMDEN, H. F. *et al.* The ecology of *Myzus persicae*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.14, n.1, p.197- 29, 1969.

WELLINGS, P.W.; DIXON, A. F. G. The role of weather and natural enemies in determining aphid outbreaks. In: BARBOSA, P.; SCHULTZ, J.C. eds. **Insect outbreaks.** San Diego, US, Academic Press. p. 313-346, 1987.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs. Part 1: Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

ZACHE, B. **Manejo de biodiversidade em cultivo orgânico de alface (*Lactuca sativa*) através do uso de cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*) como planta atrativa.** 2009. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção de plantas aromáticas e condimentares em áreas de cultivos de couve de folha influencia significativamente o desempenho produtivo, comportamento fotossintético e a comunidade de artrópodes associada à cultura. Os consórcios com as apiáceas (coentro e salsa) foram superiores já que proporcionaram os maiores rendimentos produtivos, e, conseqüentemente, as maiores vantagens econômicas.

Outros benefícios foram observados quando da presença de salsa e coentro entre as plantas de couve de folha. Esses consórcios contribuíram para o manejo de pragas, em que se verificou menor infestação de *Myzus persicae*, bem como diversidade intermediária de artrópodes, sendo identificados importantes inimigos naturais generalistas.

Considerando esses resultados, os consórcios com apiáceas se apresentam como alternativas viáveis para o cultivo de couve de folha nas condições climáticas de Fortaleza-CE. Porém, é importante destacar que a salsa possui um nicho de mercado restrito no Nordeste, o que pode dificultar sua comercialização. Neste caso, o produtor pode optar pelo consórcio com coentro, já que este além de ter apresentado bom desempenho agroeconômico também possui maior aceitação pelos consumidores nesta região. Porém, ressalta-se que para uma maior efetivação desse consórcio, o produtor deve ficar atento para o período de estabelecimento do mesmo, já que a semeadura do coentro antes o transplântio da couve de folha pode intensificar a competição entre as culturas e, assim, prejudicar o início do desenvolvimento da cultura da couve de folha.

Portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de novos estudos para se determinar o período mais adequado para o estabelecimento do consórcio entre couve de folha e coentro. Além disso, novas pesquisas com período de avaliação mais longo, bem como em estações climáticas e regiões de cultivo diferentes também são necessárias a fim de confirmar os resultados obtidos neste estudo. E, assim, efetivar a consorciação de culturas como uma prática viável, rentável e sustentável para a produção de hortaliças na região Nordeste.