

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL –
MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA AMBIENTAL

ALEXANDRO FABRIS DO NASCIMENTO

‘Diversidade de insetos e produtividade em cultivo solteiro e consorciado de brócolis e rabanete com e sem bordadura de manjeriço, como estratégia de produção alternativa sustentável’

Santa Cruz do Sul

2021

Alexandro Fabris do Nascimento

“Diversidade de insetos e produtividade em cultivo solteiro e consorciado de brócolis e rabanete com e sem bordadura de manjeriço, como estratégia de produção alternativa sustentável”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental - Mestrado, Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, como requisito parcial para o título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Andreas Köhler

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Lobo Alcayaga

Santa Cruz do Sul
2021

Dedico a Deus pela oportunidade que me concedeu, a minha esposa Daniela pelo amor e apoio constante na minha vida, e a minha família por sempre estar me incentivando a estudar.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de cursar um programa de pós-graduação, pois sempre me guiou com sabedoria e entendimento pelo caminho dele.

A minha esposa Daniela, que sempre esteve do meu lado me ajudando e incentivando com muita dedicação, carinho e atenção.

Meus pais José Hélio e Leonir Maria, os quais me incentivaram a continuar os estudos e não desistir.

Aos meus sogros Orlando e Tânia, que me apoiaram para realização do mestrado e pesquisa.

A Escola Família Agrícola de Santa Cruz do Sul - EFASC, colegas monitores, estudantes, famílias e membros da Associação Local, que motivaram minha pesquisa voltada a construção de novas possibilidades para agricultura familiar, menos impactantes ao meio ambiente.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental PPGTA da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, Andreas Köhler e Eduardo Lobo, meus orientadores, e toda a equipe de pesquisa que não mediu esforços no auxílio da pesquisa.

Agradeço a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa de estudos, possibilitado a pesquisa e o desenvolvimento de novas alternativas sustentáveis.

RESUMO

Nas últimas décadas, a agricultura obteve diversos avanços no aspecto tecnológico, caracterizando a agricultura moderna, que utiliza diversos insumos como fertilizantes e agrotóxicos. Esses produtos e a forma como as lavouras são manejadas têm causado diversos problemas ambientais, como contaminação do solo, água e problemas de saúde aos agricultores. Estratégias de cultivo de baixo impacto estão sendo desenvolvidas, como o controle biológico conservativo que usa plantas para atrair inimigos naturais. Dentre as plantas, o manjeriço se destaca por suas características aromáticas e florísticas, que aumentam a diversidade de insetos nas lavouras. Nesse contexto, a pesquisa teve como objetivo avaliar a diversidade de insetos e a produtividade associada ao cultivo de brócolis e rabanete, com e sem bordadura de manjeriço. Durante o período experimental, foram coletados 1.635 indivíduos, pertencentes a cinco ordens e 32 famílias de insetos. Os consórcios com presença de manjeriço tiveram um aumento no número de indivíduos por família, quando comparados aos sistemas individuais e sem bordadura, principalmente fitófagos, entomófagos e visitantes florais. A eficiência produtiva dos consórcios de brócolis e rabanete também foi avaliada, com e sem bordaduras de manjeriço, todos sendo eficientes do ponto de vista agrônomo, pois os resultados indicaram um índice de equivalência maior que 1. O cultivo de brócolis associado ao rabanete aumentou o rendimento econômico da área em 29%, enquanto o mesmo sistema de cultivo com bordadura de manjeriço aumentou o rendimento final em 23%. Assim, os sistemas de cultivo consorciado são uma alternativa para o controle de pragas, uma vez que há um aumento de indivíduos benéficos e, em seguida, um aumento nas relações ecológicas dentro da comunidade. Os consórcios também fazem o melhor aproveitamento da área, aumentando a rentabilidade econômica e, conseqüentemente, uma alternativa de produção sustentável para as pequenas propriedades rurais.

Palavras-chave: consórcio de hortaliças, inimigos naturais, Índice de Equivalência de Área, e controle biológico conservativo.

ABSTRACT

Insect diversity and productivity in single and intercropped broccoli and radish cultivation with and without basil border, as a sustainable alternative production strategy

In the last decades, agriculture has achieved several advances in the technological aspect, characterizing modern agriculture, which uses different inputs such as fertilizers and pesticides. These products and the way the crops are managed have caused several environmental problems, such as contamination of soil, water and health problems for farmers. Low-impact cultivation strategies are being developed, such as conservative biological control that uses plants to attract natural enemies. Among the plants, basil stands out for its aromatic and floristic characteristics, which increase the diversity of insects in the crops. In this context, the research aimed at evaluating the diversity of insects and the productivity associated with the cultivation of broccoli and radish, with and without basil borders. During the experimental period, 1,635 individuals were collected, belonging to five orders and 32 insect families. Consortia with the presence of basil had an increase in the number of individuals per family, when compared to individual and borderless systems, especially phytophagous, entomophagous and floral visitors. The productive efficiency of the broccoli and radish consortia was also evaluated, with and without basil borders, all being efficient from the agronomic point of view, as the results indicated an equivalence index greater than 1. The cultivation of broccoli associated with radish increased the economic yield of the area by 29%, while the same cultivation system with basil borders increased the final yield by 23%. Thus, intercropped farming systems are an alternative to pest control, since there is an increase in beneficial individuals and then an increase in ecological relationships within the community. Consortia also make the best use of the area, increasing economic profitability and, consequently, a sustainable production alternative for small rural properties.

Keywords: vegetable consortium, natural enemies, area equivalence index, and conservative biological control.

LISTA DE FIGURAS

METODOLOGIA

- Figura 1. Esquema do delineamento amostral com disposição dos cultivos em cada bloco ou área experimental..... 22
- Figura 2. Área com distribuição dos tratamentos entre manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R). 23

ARTIGO 1

- Figura 1. Delineamento amostral com a disposição dos cultivos em cada bloco ou área experimental..... 31
- Figura 2. Número médio (\pm Desvio-padrão) de indivíduos insetos fitófagos, entomófagos e visitantes florais encontrados nos tratamentos com bordadura (TCB), e nos tratamentos sem bordadura (TSB): diferença significativa $p < 0,05$ 33
- Figura 3. Número de indivíduos médio por família (\pm desvio-padrão) nos tratamentos de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R). 36
- Figura 4. Análise de agrupamento de famílias encontradas por tratamento de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R). 37

ARTIGO 2

- Figura 1. Esquema do delineamento amostral com a disposição dos cultivos em cada bloco ou área experimental. 51
- Figura 2. Média (\pm desvio-padrão) da produtividade de brócolis e rabanete em ton. ha⁻¹ nos tratamentos com cultivo de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R). 54

LISTA DE TABELAS

METODOLOGIA

Tabela 1. Índice pluviométrico e temperatura média durante o período experimental de coleta de dados, entre os meses de setembro a novembro de 2019. (S: semana de coleta. Índice Pluviométrico (mm). Tem.: temperatura média)... 22

ARTIGO 2

Tabela 1. Insetos fitófagos, entomófagos e visitantes florais encontrados nos tratamentos com manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R). (Vis. Florais: Visitantes florais)..... 33

Tabela 2. Número de indivíduos por tratamento, frequência em cultivo de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R), seguido do índice de diversidade de Shannon..... 34

ARTIGO 3

Tabela 1. Produtividade das culturas de brócolis e rabanete e parâmetros avaliados ao final do ciclo nos tratamentos de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R) e índice de equivalência de área. (Resultados seguidos da mesmas letras não diferem entre si $p > 0,05$. Resultados seguidos de letras diferentes diferem entre si $p < 0,05$ 53

LISTA DE ABREVIATURAS

B	Brócolis.
BR	Brócolis e rabanete.
DP	Desvio padrão.
EFASC	Escola Família Agrícola de Santa Cruz do Sul.
IEA	Índice de Equivalência de Área.
MB	Manjericão e brócolis.
MBR	Manjericão, brócolis e rabanete.
MR	Manjericão e rabanete.
pH	Potencial hidrogeniônico.
R	Rabanete.
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul.
Tab.	Tabela.
CEASA	Central de abastecimento.
Fig.	Figura.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS.....	13
	Objetivo Geral	13
	Objetivo Específico	13
3	REVISÃO DE LITERATURA	14
4	METODOLOGIA	20
	4.1 Caracterização da área de estudo.....	20
	4.2 Delineamento Amostral.....	21
	4.3 Estrutura do Trabalho	23
5	ARTIGO 1 – Diversidade de insetos associados aos cultivos de brócolis e rabanete com e sem bordadura de manjeriço	24
6	ARTIGO 2 - Eficiência produtiva de consórcio de brócolis e rabanete com e sem bordadura de manjeriço	45
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
8	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Os atuais sistemas agrícolas são caracterizados pela moderna agricultura, sendo dependentes de insumos externos para garantir a produtividade, como o uso de agrotóxicos e fertilizantes. Esses sistemas possuem resultados produtivos elevados, porém fazem a simplificação dos ambientes, resultando no aumento de populações de pragas e doenças, bem como aumento de plantas espontâneas/invasoras nos cultivos.

O Brasil é um dos países que mais utiliza agrotóxicos em suas produções, entre elas o cultivo de hortaliças. As olerícolas têm sido contaminadas pelo uso excessivo desses produtos, ficando com valores superiores aos níveis permitidos. Esse fato contribui para contaminação dos alimentos, os quais são destinados para alimentação da população.

A construção de alternativas que venham a mudar esse cenário é muito estudada na atualidade, e a busca por soluções tecnológicas sustentáveis tem motivado muitas pesquisas. A agricultura orgânica e agroecológica tem sido um dos meios para consolidação de novos sistemas agrícolas, que dialoguem com os ecossistemas naturais. A necessidade de planejar esses sistemas com as condições do ambiente natural de cada meio ecológico é fundamental, assim possibilitando a construção de uma nova prática agrícola sustentável.

O desenvolvimento de um planejamento sistêmico da produção agrícola é fundamental, visando aumentar a diversidade dos organismos vegetais e animais, os quais irão possibilitar o aumento das relações ecológicas. Muitos insetos associados as plantas têm potencial de controle biológico, o que contribui para o controle das pragas e redução do uso de agrotóxicos. Nesse contexto, muitas técnicas foram desenvolvidas, entre elas os cultivos em sistema de consórcio, os quais associam mais de uma espécie vegetal na mesma área. A associação de várias espécies contribui para o aumento da diversidade de organismos associados aos cultivos. Dentre as plantas utilizadas em sistemas consorciados destaca-se o manjeriço, que possui aspectos aromáticos e florísticos que atrai diversos insetos benéficos. Essa espécie tem se mostrado uma oportunidade de aumentar as relações ecológicas entre os organismos presentes nos cultivos.

O presente trabalho realizou um levantamento de insetos associados a cultivos de brócolis (*Brassica oleracea* var. *Itálica* Plenck L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.), em sistema de consórcio com e sem bordadura de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), sendo possível observar diferenças nas comunidades de insetos associados ao cultivo com

bordadura. Além disso, foi avaliado a eficiência produtiva de consórcios entre rabanete e brócolis, com e sem bordadura de manjeriço, tendo em vista que o uso de consórcio possibilita o aproveitamento da área de produção, dessa forma aumentando inclusive a receita financeira dos cultivos.

Esse trabalho vem ao encontro da construção de tecnologias sustentáveis voltadas a agricultura e ao meio ambiente, bem como aos objetivos do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental - PPGTA, estando dentro da linha de pesquisa de Manejo e Gestão de Recursos Naturais. O trabalho está dividido em três partes, constituídas de três artigos, sendo o primeiro uma revisão bibliográfica relacionando o efeito de sistemas de consórcio no manejo de pragas em cultivo de hortaliças, destacando que esses sistemas têm influência sobre a dinâmica das comunidades associadas aos cultivos, possibilitando uma alternativa de controle biológico conservativo. O segundo artigo relata a pesquisa propriamente dita, trazendo dados referentes a constituição das comunidades de insetos analisadas nos cultivos em consórcio, fazendo uma comparação entre os diversos sistemas testados. No terceiro artigo é feita uma análise da eficiência produtiva dos consórcios, comparando sistema de cultivo solteiro de brócolis e rabanete, com sistema consorciado entre essas culturas.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Avaliar a produtividade e realizar um inventário de insetos associados em cultivo solteiro e consorciado de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) e rabanete (*Raphanus sativus* L.) com e sem bordadura de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), como estratégia alternativa de produção sustentável.

Objetivo Específico

- Realizar um inventário de insetos associados em cultivo solteiro e consorciado de brócolis com e sem bordadura de manjeriço.
- Avaliar a diversidade de insetos associados em cultivo solteiro e consorciado de brócolis com e sem bordadura de manjeriço.
- Avaliar a produtividade em cultivo solteiro e consorciado de brócolis e rabanete com e sem bordadura de manjeriço, bem como a rentabilidade econômica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A produção de hortaliças é uma das atividades com maior rentabilidade no setor agrícola brasileiro, movimentando cerca de R\$ 25 bilhões sendo gerados 53 milhões de toneladas em uma área de 5,1 milhões de hectares, envolvendo mais de 3 milhões de produtores, além de gerar mais de 7 milhões de empregos diretos e indiretos (BELLING, 2018). Ainda, segundo o mesmo autor, as regiões produtoras tendem a se concentrar próximo aos polos produtivos, pois facilita o escoamento da produção, destacando-se as regiões de São Paulo, Minas Gerais e os estados do sul do país como principais produtores.

Entre as hortaliças cultivadas destacam-se o milho verde, batata inglesa e tomate como as mais produzidas, e com um crescente aumento nos últimos anos. Além destas, também as culturas de cebola, alface, cenoura, repolho, batata doce, couve, alho brócolis e chuchu tem sido as principais produzidas no Brasil (BELLING, 2018). Na cultura de brócolis, por exemplo, foi colhida uma área de 4.534 hectares, gerando uma produção de 64.610 toneladas.

A cultura do rabanete vem ganhando espaço no mercado brasileiro, principalmente por sua qualidade nutricional, tendo uma produção de 10,5 mil toneladas, sendo as regiões sudeste e sul são as que mais representam a produção brasileira (IBGE, 2018).

Dentro do cenário agrícola, a produção de hortaliças é uma atividade que ocupa geralmente áreas menores, sendo uma alternativa mais viável para pequenos agricultores no contexto do Rio Grande do Sul (ROCHA *et al.*, 2020). Segundo os mesmos autores, a olericultura é uma atividade que se destaca no cenário brasileiro do agronegócio, tendo uma participação significativa na economia. O cultivo de hortaliças consegue gerar uma produção superior se comparado com outras culturas, tornando-se uma das fontes de renda para agricultores familiares (SEDIYAMA *et al.*, 2014).

O brócolis (*B. oleracea* L.) pertence à Brassicaceae, tendo várias cultivares pertencentes a seu grupo. Começou a ser cultivado na Europa em meados do século 19, passando hoje de 1 milhão de hectares cultivadas em todo o mundo. Essa cultura é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil, totalizando uma área de 15 mil hectares nas regiões sul, centro-oeste e sudeste. É uma planta caracterizada por ser herbácea, de ciclo média entre 80 e 110 dias, possui raiz pivotante, folhas alternadas e forma floretes ou pedúnculos florais, a qual é sua parte comestível. Ele é dividido em dois principais grupos,

o ramoso e o cabeça única. O tipo ramoso apresenta em seu desenvolvimento diversas ramificações com inflorescência, sendo sua colheita realizada várias vezes durante o seu ciclo, já o tipo cabeça única apresenta uma inflorescência central, a qual é colhida de uma só vez (SANTOS, 2017).

As cultivares de brócolis possuem uma ampla distribuição pelo território brasileiro, as cultivares do tipo ramoso estão em todas as regiões do Brasil, já as cultivares de cabeça única se encontram no Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Distrito Federal (MELO, 2015). Relacionado as suas condições de desenvolvimento prefere, clima ameno com temperaturas variando entre os 15 a 18°C, sendo tolerado até 24°C (BRANDELERO *et al.*, 2016). Seu cultivo pode variar devido ao uso de variedades híbridas, as quais se adaptam a condições climáticas mais elevadas de temperatura.

O plantio de brócolis inicia a partir da produção das mudas, as quais podem ser produzidas em sementeiras ou viveiros de produção de mudas de hortaliças, seu transplante ocorre de 30 a 35 dias após a semeadura quando atingem de 12 a 15 cm de altura (MELO, 2015). Segundo o mesmo autor o cultivo deve observar os espaçamentos entre 80 cm por 50 cm entre plantas não sendo uma regra, já os tratos culturais são adubação de cobertura, manejo de plantas espontâneas, e manejo de pragas e doenças quando necessário.

O rabanete é uma cultura pertencente à família botânica Brassicaceae, tendo origem na região mediterrânea, sua espécie. É uma cultura a qual tem ganhado um amplo espaço na olericultura brasileira, pelo fato da sua rusticidade e ciclo produtivo curto, entre 25 a 30 dias podendo ainda permanecer por mais dias a campo (FILGUEIRA, 2013). É uma cultura que, possibilita realizar seu cultivo de forma associada a outras espécies olerícolas, pois possui ciclo curto quando comparado as demais hortaliças (BONELA *et al.*, 2017).

O cultivo de rabanete ocorre durante o ano todo na maioria dos estados brasileiros, a cultura se adapta melhor a condições de temperatura amenas (FILGUEIRA, 2013). A implantação da cultura é diretamente em local definitivo sendo semeados em sulcos com profundidade de aproximadamente 2 cm, após a germinação é necessário realizar o desbaste eliminando o excesso de plantas.

O aumento da importância dos cultivos orgânicos e a crescente demanda de produção de alimentos tanto do mercado interno quanto externo têm exigido maior conhecimento sobre os fatores que afetam a produtividade (WADA, 2008). Os problemas advindos da moderna agricultura e o uso de insumos e outros compostos tóxicos para o

controle de insetos, patógenos e plantas invasoras são largamente conhecidos por causarem uma série de problemas ambientais (DUARTE, 2018).

Os processos e métodos de cultivos instalados no Brasil têm como principal característica causar desequilíbrios ao ambiente (solos, água, vegetação, entre outros), bem como danos à saúde humana (GLIESSMANN, 2009). A redução da capacidade produtiva dos solos leva as culturas cultivadas a perda de seu equilíbrio fisiológico, dessa forma ficando mais suscetível aos ataques de insetos e doenças. Outro problema associado a esse modelo de produção está na contaminação do meio ambiente, pois a utilização inadequada do solo pode favorecer a contaminação dos recursos hídricos através do uso de fertilizantes (COSTA, 2017).

Os sistemas de agricultura alternativa têm como princípio a produção de alimentos saudáveis, livres de agrotóxicos e de fertilizantes, portanto, ecologicamente mais sustentáveis. Esses modelos produtivos são planejados em harmonia com o ambiente natural, dessa forma contribuindo para a melhoria das condições ambientais (DUARTE, 2018).

Assim, a produção sustentável em sistemas de cultivo deriva do equilíbrio entre plantas, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos coexistentes. Portanto, o sistema é produtivo e saudável quando essas condições de crescimento ricas e equilibradas prevalecem e, quando as plantas permanecem resilientes de modo a tolerar estresses e adversidades (ALTIERI, 2004). A preservação e ampliação da biodiversidade dos agroecossistemas é o primeiro princípio utilizado para produzir autorregulação e sustentabilidade (ALTIERI *et al.*, 1987). Quando a biodiversidade é restituída aos agroecossistemas, numerosas e complexas interações passam a estabelecer-se entre o solo, as plantas e os animais. O aproveitamento de interações e sinergismos complementares pode resultar em efeitos benéficos, pois: (i) cria uma cobertura vegetal contínua para proteção do solo; (ii) assegura constante produção de alimentos, variedade na dieta alimentar e produção de alimentos e outros produtos para o mercado; (iii) fecha os ciclos de nutrientes e garante o uso eficaz dos recursos locais; (iv) contribui para a conservação do solo e dos recursos hídricos através da cobertura morta e da proteção contra o vento (ALTIERI, 2004).

O impulso da cultura do brócolis nos últimos anos demonstra o grande potencial de mercado para essa hortaliça. Sua importância econômica no agronegócio tem sido crescente, em razão da apreciação nos diferentes tipos de culinária, propriedades nutricionais e o teor de compostos relacionados à saúde. Além da importância econômica,

essa cultura tem grande impacto social na geração de empregos diretos e indiretos, desde o plantio até a industrialização (CASTRO e MELO, 2015).

O rabanete é uma importante cultura na diversificação da produção em pequenas propriedades, por apresentar curto ciclo de cultivo (de 25 a 35 dias). Em condições favoráveis de fertilidade e umidade do solo, não leva mais do que 30 dias, da sementeira à colheita (FILGUEIRA, 2013). O seu cultivo é uma alternativa promissora, pois gera retorno financeiro em curto prazo, podendo ser utilizado na rotação de culturas na agricultura familiar e nos cinturões verdes junto aos grandes centros (FERNANDES *et al.*, 2014). A produção brasileira de rabanete está estimada em nove mil toneladas, cultivadas em aproximadamente seis mil estabelecimentos agropecuários, sendo a produção concentrada nas regiões sul e sudeste (IBGE, 2018).

Para uma melhor produção de cultivares de brócolis e rabanete ainda são necessárias novas alternativas de sistemas de cultivo que não sejam prejudiciais ao homem e ao ambiente e, ao mesmo tempo, oferecer estrutura para que haja regulação de processos ecológicos. Como exemplos, temos a inserção de cultivos em consórcio e inserção de bordadura em cultivos (SOUZA *et al.*, 2019). Essas práticas podem contribuir para o controle biológico natural de pragas, no qual diversos agentes podem atuar para a diminuição das populações desses insetos e, assim, tornar possível a redução de aplicação de agrotóxicos, controlar espécies resistentes, reduzir custos e ainda produzir alimentos de qualidade e em quantidade suficiente para a comercialização.

O cultivo de hortaliças em sistema de consórcio tem sido uma alternativa, pois aumenta a produtividade por área, e também melhora as condições biológicas do local, contribuindo para a melhoria do equilíbrio ecológico (MONTEZANO e PEIL, 2006). De acordo com Pretz (2018), a diversificação vegetal nas áreas agricultáveis pode promover aumento de riqueza, diversidade e abundância de inimigos naturais, contribuindo para a redução das populações de pragas, através da disponibilização de recursos como alimentação (néctar, pólen e presas alternativas), abrigo e local para oviposição, entre outros. Plantas com flores, aromáticas ou espontâneas podem prover estes recursos, como por exemplo, o manjeriço. Essa área do estudo é conhecida como Controle Biológico Conservativo - CBC que baseia-se no manejo de agroecossistemas com aumento de populações de inimigos naturais, assim promovendo o controle de populações de pragas a partir da diversificação vegetal dos cultivos (FONTES e VALADARES, 2020).

O manjeriço é uma planta pertencente à família Lamiaceae, sua origem é na região Asiática e África Central, sua espécie é *O. basilicum* L. É uma planta de porte arbustivo

de ciclo anual, podendo ser bianual de acordo com a região que é cultivada (VIEIRA *et al.*, 2012). Seu cultivo ocorre entre a primavera e o verão, sendo que o fator climático deve ser observado para cada região, pois temperatura mais baixas dificultam seu desenvolvimento (PEREIRA e MOREIRA, 2011). Segundo o mesmo autor seu manejo deve levar em conta aspectos agronômicos de manejo como, adubação que pode ser realizada com esterco curtido e irrigação em períodos secos de estiagem. Segundo Pereira e Moreira (2011) o espaçamento varia entre 30 a 40 cm entre plantas e entre linhas, dependendo da finalidade a qual será destinado o cultivo. O florescimento ocorre já desde o início do ciclo, e aumenta conforme a planta avança, sendo necessário manejos de podas, ou seja, retirada de parte da área foliar para seu melhor desenvolvimento. – colocar na revisão.

O manjerição possui características de produção de óleo essencial, bem como uso medicinal. O gênero *Ocimum* possui várias espécies pelo mundo tendo diferentes utilidades na culinária e fins medicinais (PEREIRA e MOREIRA, 2011). O uso dessa planta vem sendo muito estudada, principalmente os seus sub produtos para repelência de insetos em grãos armazenados (MAZZONETTO e VENDRAMIM, 2003). Seu uso em áreas de bordadura tem trazido um aumento do número de parasitoides em cultivos de pimentão (SOUZA *et al.*, 2019).

Estudos têm sido realizados utilizando o manjerição em consórcio com outras culturas, com o objetivo de atrair inimigos naturais e assim reduzir os danos causados por fitófagos, como no exemplo das pesquisas de Basedow *et al.* (2006) desenvolvido na Jordânia, no qual testaram o consórcio manjerição x fava (*Vicia faba* L.) (Fabaceae) e constataram o seu efeito repelente sobre o afídeo (*Aphis fabae* S.), trazendo benefícios para a produção de fava. Nesta mesma linha, Zaller e Kopke (2005) concluíram que o consórcio do manjerição e algodoeiro (*Gossypium barbadense* L.) (Malvaceae) repeliu e reduziu a infestação de insetos pragas neste último.

Os recursos florísticos do manjerição são também atrativos para polinizadores de diferentes gêneros como mostra o estudo de Pereira *et al.* (2015), que observaram o aumento na riqueza e abundância de abelhas e a melhoria na produção de pimentões, *Capsicum annuum* L. (Solanaceae), e maior produção de sementes quando consorciados com manjerição. Assim, essa espécie pode prestar serviços ecológicos conservando um maior número de insetos benéficos, auxiliando na polinização na área onde está presente, além de possuir alto potencial de comercialização (BENELLI *et al.*, 2014).

Além do benefício ecológico que os sistemas de consórcio possibilitam, também contribuem no aumento da produtividade, pois maximizam os recursos disponíveis no ambiente (SEDIYAMA *et al.*, 2014). Os sistemas de consórcio são considerados eficientes quando seu Índice de Equivalência de Área - IEA é superior a 1 (MONTEZANO e PEIL, 2006).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido na EFASC (Escola Família Agrícola de Santa Cruz do Sul), a qual possui uma área de 16 hectares localizada no bairro Linha Santa Cruz, Município de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil (20°39'30.46''S e 52°24'19.00''O), junto a Granja Municipal da Prefeitura de Santa Cruz do Sul. Nesse espaço são cultivados culturas anuais, como feijão, milho, cana de açúcar, batata doce, abóbora, moranga, melancia, melão, entre outras. Além disso, também existe área com pomares de citrus, pêssago, abacate, goiabeira, figueira e plantio de espécies florestais como eucalipto e cinamomo.

O solo da área é classificado como neossolo, pois possui a presença de rochas e camada arável mais rasa, variando entre 20 cm e 50 cm de profundidade (SANTOS, *et al.*, 2018). O histórico de uso da área é produção de milho para silagem e cultivo de pastagens. O manejo desenvolvido com a utilização de motomecanização em condições não ideais, e por muitos anos, levou o solo a compactação, erosão, perda de nutrientes e, conseqüentemente, redução da produtividade das culturas instaladas. Nos últimos anos foram adotadas várias técnicas de melhoria da fertilidade do solo, tais como, calagem, adubação orgânica e adubação verde para melhoria da estrutura biológica do solo, rotação de culturas, uso de plantas de cobertura, entre outras diversas técnicas utilizadas. Com isso, a partir dos resultados obtidos em análise de solo, pode-se observar que houve uma melhoria da fertilidade, estando o pH das áreas com valores entre 5,6 a 6,3, ou seja, dentro das necessidades das culturas cultivadas. Os teores de matéria orgânica variaram de 1,9 a 2,5% nas áreas amostradas. Para condução do experimento foi utilizado adubação de fonte orgânica, com uso de cama de aviário. As quantidades de adubação foram estabelecidas a partir da interpretação dos valores obtidos na análise de solo e recomendação da adubação, de acordo com (SBCS, 2004).

A vegetação presente no local é constituída nas áreas de lavouras por capins, característicos de solo pobre e em estágio inicial de sucessão ecológica. As espécies arbóreas se destacam as canelas, aroeiras, as quais compõem capoeiras iniciais em desenvolvimento. Também ocorrem áreas com vegetação arbórea em estágio de sucessão mais avançado, presentes próximos aos arroios, podendo ser encontradas espécies como, por exemplo, açoita-cavalo e angico-vermelho, entre outras.

Na condução dos experimentos foram implantadas áreas experimentais com cultivo solteiro e consorciado de brócolis e rabanete (Fig. 1), bem como cultivos solteiro e consorciado das mesmas hortaliças com e sem bordadura de manjeriço, conforme figura 1.

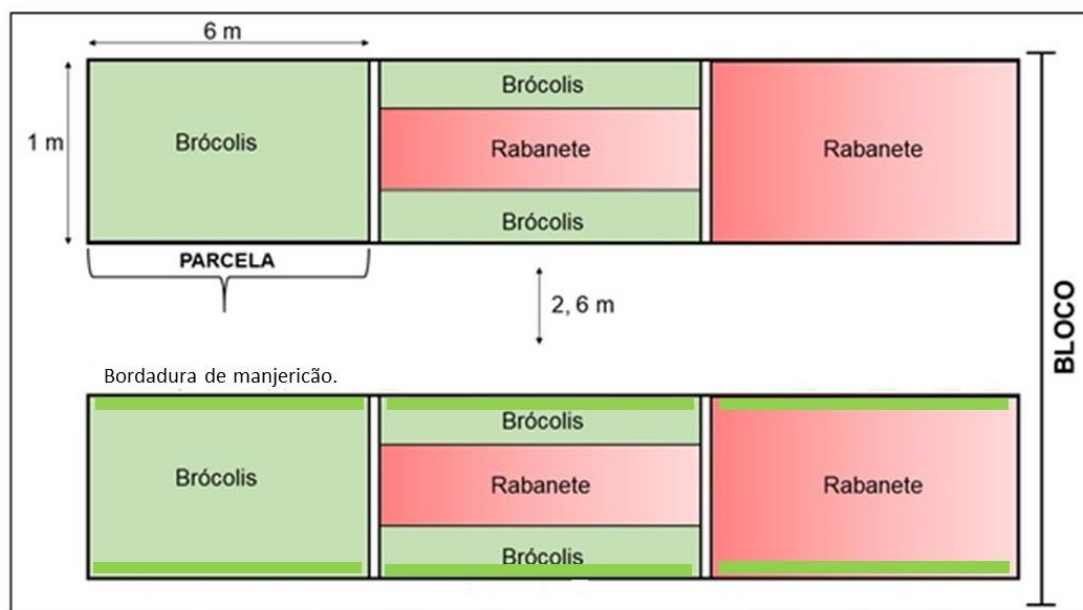
4.2 Delineamento Amostral

Conforme mostra a figura 1, foram estabelecidos 3 blocos (áreas experimentais). Cada bloco foi constituído de 6 tratamentos, divididos em 2 linhas de cultivo, separadas entre si por 2,6 metros. Cada linha teve o comprimento de 20 metros por 1 metro de largura, e foi dividida em 3 parcelas de cultivos. A primeira linha foi constituída pelos seguintes cultivos: (1) cultivo de brócolis solteiro; (2) cultivo de brócolis e rabanete consorciado; (3) cultivo de rabanete solteiro. A segunda linha foi constituída pelos seguintes cultivos: (4) cultivo de brócolis solteiro com bordadura de manjeriço; (5) cultivo de brócolis e rabanete consorciado com bordadura de manjeriço; (6) cultivo de rabanete solteiro com bordadura de manjeriço. Foram cultivadas em cada parcela total 22 plantas de brócolis distribuídas em 2 linhas de 11 plantas. A cultura do rabanete foi semeada nas entre linhas do cultivo de brócolis, organizadas em três linhas ao longo da parcela.

Antes do plantio, o solo foi preparado com a utilização de subsolador para descompactação do solo, e uso de encanteirador motomecanizado para construção dos canteiros. A adubação utilizada foi a partir de cama de aviário disponível, totalizando uma quantidade de 4 kg m² de acordo com análise de solo e recomendação da cultura. Para adubação de cobertura foi utilizado biofertilizante a base de esterco bovino e cama aviário, com aplicações semanais e doses de 20% a 50% no decorrer do ciclo da cultura.

O manjeriço foi cultivado no mês de agosto, ou seja, quinze dias antes do plantio de brócolis e semeadura de rabanete. Esse procedimento foi adotado para o manjeriço visando ter floração na maior parte do ciclo das hortaliças cultivadas no experimento. Sendo assim, o plantio das hortaliças foi quinze dias após o plantio do manjeriço.

Figura 1. Esquema do delineamento amostral com disposição dos cultivos em cada bloco ou área experimental.



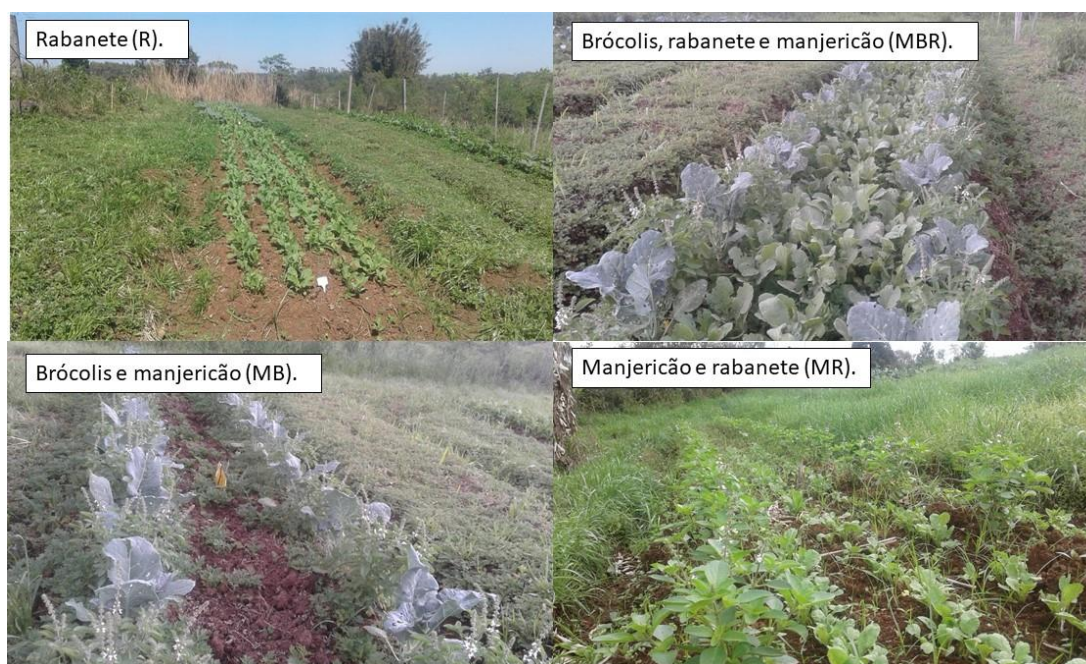
O experimento teve um período de duração de 92 dias até o final do ciclo do brócolis (Fig. 2). Durante esse período foram realizadas as coletas para compor a pesquisa, tais como, coleta de insetos semanalmente nas parcelas experimentais, colheita do rabanete e brócolis com aferição da produtividade. O material coletado relacionado a fauna foi conduzido para laboratório de Entomologia da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), onde posteriormente foram identificados os táxons até nível de família, utilizando as seguintes obras taxonômicas (RAFAEL *et al.*, 2012). Os dados referentes aos índices produtivos das culturas foram definidos no momento da colheita, tanto para brócolis como rabanete. Durante o período experimental foram acompanhados os dados climáticos, tendo como referência a estação meteorológica da UNISC (Tab. 1).

Tabela 1. Índice pluviométrico e temperatura média durante o período experimental de coleta de dados, entre os meses de setembro a novembro de 2019. (S: semana de coleta. Índice Pluviométrico (mm). Tem.: temperatura média).

	S1 20/09	S2 25/09	S3 07/10	S4 12/10	S5 18/10	S6 25/10	S7 01/11	S8 08/11	S9 15/11
Índice Pluviométrico (mm)	55	0	129	0	92,4	20	163	76	26,8
Tem. Média (°C)	15,5	15,5	20,9	20,9	20,9	20,9	22,9	22,9	22,9

O índice pluviométrico total durante o período experimental foi de 562,2 mm (Coeficiente de variação = 92,22%) ($\pm 57,60$ desvio-padrão). A temperatura média em todo o período experimental foi de 20,4 °C (Coeficiente de variação = 14,29%) ($\pm 2,91$ desvio-padrão).

Figura 2. Área com distribuição dos tratamentos entre manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R).



4.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em dois artigos, sendo o primeiro constituído de uma pesquisa a campo, relacionado a diversidade de insetos associados aos cultivos de brócolis e rabanete em sistema solteiro e em consórcio, com e sem uso de bordadura de manjeriço. No artigo dois é avaliada a eficiência produtiva de consórcio de brócolis e rabanete, com e sem bordadura de manjeriço, bem como os valores econômicos que cada cultura contribui nos sistemas testados.

5 ARTIGO 1 – Diversidade de insetos associados aos cultivos de brócolis e rabanete com e sem bordadura de manjeriço

Alexandro Fabris do Nascimento¹, Eduardo A. Lobo², Andreas Köhler^{2*}

¹ Mestrando do Programa em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil - PPGTA/UNISC (fabrisrincaorio@gmail.com).

² Professor/Pesquisador do PPGTA/UNISC (Mestrado e Doutorado) (lobo@unisc.br), (andreas@unisc.br).

* Corresponding author.

O Artigo será submetido para revista *Acta Scientiarum Agronomy*.

RESUMO

A produção de alimentos livres de contaminação é um dos alvos na busca por alternativas de produção que tenham menos impacto ao meio ambiente e sem o uso de agrotóxicos. Nesse sentido, técnicas como controle biológico conservativo, utilizando consórcios de culturas aliados ao uso de plantas com características florísticas atrativas, são alternativas para produção sustentável. Esta pesquisa teve como objetivo realizar um inventário de insetos associados aos cultivos de brócolis e rabanete em sistema de consórcio e cultivo solteiro, com e sem bordadura de manjeriço, como alternativa de produção sustentável. As parcelas foram organizadas da seguinte forma: cultivo de brócolis em sistema solteiro, cultivo de rabanete em sistema solteiro e cultivo de brócolis e rabanete em sistema consorciado, cultivo de brócolis, rabanete e manjeriço, cultivo de brócolis e manjeriço e cultivo de rabanete e manjeriço. Foram coletados durante o período experimental 1.635 indivíduos pertencentes a classe insecta, representados por cinco ordens e 32 famílias. Os resultados indicaram uma diferença significativa entre os tratamentos que receberam a bordadura de manjeriço ($p < 0,05$). Dentre os táxons identificados destacam-se inimigos naturais, bem como insetos que causam danos nas culturas. O sistema de cultivo com bordadura contribui para o aumento de indivíduos nos cultivos, os quais podem contribuir para controle de pragas nos cultivos de hortaliças.

Palavras chave: Produção de hortaliças; controle biológico; inimigos naturais.

ABSTRACT

The production of contamination-free food is one of the targets in the search for production alternatives that have less impact on the environment and without the use of pesticides. In this sense, techniques such as conservative biological control, using consortia of cultures combined with the use of plants with attractive floristic characteristics, are alternatives for sustainable production. This research aimed at realizing an inventory of insects associated with broccoli and radish cultivation in a consortium and single cultivation system, with and without basil borders, as an alternative for sustainable production. The plots were organized as follows: cultivation of broccoli in a single system, cultivation of radish in a single system and cultivation of broccoli and radish in intercropped system, cultivation of broccoli, radish and basil, cultivation of broccoli and basil and cultivation of radish and basil. During the experimental period, 1,635 individuals belonging to the insect class, represented by five orders and 32 families, were collected. The results indicated a significant difference between the treatments that received the basil border ($p < 0.05$). Among the identified taxa, natural enemies stand out, as well as insects that cause damage to crops. The bordered cultivation system contributes to the increase of individuals in the crops, which can contribute to pest control in vegetable crops.

Keywords: Vegetable production; biological control; natural enemies.

INTRODUÇÃO

A cultura do brócolis é uma das hortaliças que mais possui suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças. Os principais agentes causadores de danos nessa cultura são os insetos sugadores de seiva, como lagartas, pulgões e a mosca branca, ocorrendo durante o ciclo vegetativo dessas culturas (FONTES e INGLIS, 2020).

Entre as lagartas *Plutella xylostella* (Lineus 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) conhecida como traça das crucíferas tem maior impacto nas culturas das brássicas, como observado por (YAMAMOTO, 2016) a presença desse inseto causando danos na cultura do repolho, sendo a principal causadora de danos relacionadas a família botânica dessas culturas (PEREIRA, 2019). Também outros grupos de insetos podem causar danos em hortaliças como, a *Diabrotica speciosa* (Germar 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) conhecida como vaquinha, tem se destacada, pois ataca a área foliar das olerícolas causando danos ao seu desenvolvimento.

Em estudo realizado por (SILVA, 2017) observou a presença de pulgão verde e mosca minadora associadas ao cultivo de rabanete. Já para (FILGUEIRA, 2008) o rabanete possui um ciclo agrônômico curto quando comparado a demais hortaliças, o que leva na maioria das vezes não ser perceptível os danos causados por insetos nessa cultura.

Os sistemas produtivos no Brasil estão baseados na utilização de monocultivos, ou seja, cultivo solteiro de determinada cultura (ALTIERI, 2002). Para o mesmo autor esse modelo de produção prejudica o desenvolvimento de mecanismos de defesa pelas plantas, consequentemente aumentando o índice de pragas e doenças. A consorciação de culturas ou cultivos múltiplos é uma técnica a qual utiliza duas ou mais espécies diferentes, as quais se desenvolvem e ocupam a mesma área no mesmo período de tempo, tem um melhor aproveitamento e uso da terra (MONTEZANO e PEIL, 2006). Esses sistemas tornam-se mais eficientes, pois maximizam o uso do solo e da água, além de melhorar as condições biológicas contribuindo para o equilíbrio biológico e manejo fitotécnico das culturas (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Além disso, esses sistemas possibilitam o aumento da diversificação da fauna associada aos cultivos, através das diferentes espécies vegetais associadas (NICHOLS e ALTIERI, 2013).

As plantas cultivadas em sistemas de consórcios também possibilitam um aumento de inimigos naturais, pois estão muitas vezes relacionados diretamente com a vegetação (SALDANHA *et al.*, 2019). Em estudo realizado com cultivos consorciados

de couve e plantas aromáticas, entre elas o manjericão, foi encontrado nos tratamentos com manjericão a presença de coccinelídeos, os quais são importantes agentes reguladores de pragas e que o cultivo de manjericão atrai devido as características florísticas presentes (HENDGES, 2016), sendo que há maior diversidade taxonômica em relação aos cultivos solteiros. Além dos cultivos consorciados a presença de áreas de pousio próximas aos sistemas de produção tem aumentado a presença de inimigos naturais, pois há uma diversidade de habitats mantendo vários grupos de insetos (TOGNI *et al.*, 2019).

Em sistemas de produção mais diversos é possível observar que a riqueza de espécies é superior, pois está relacionado a diversidade vegetal presente no local melhorando as redes de relações ecológicas (PRADO e CASTRO, 2017).

O manejo de insetos causadores de danos nos sistemas agrícolas de produção é alvo de desenvolvimento de novas tecnologias nos últimos anos, principalmente pela busca da população por uma alimentação saudável e livre de contaminantes, através do surgimento de novas estratégias como a transição para sistemas agroecológicos (MICHEREFF *et al.*, 2013).

A utilização de sistemas de consorciação de culturas é uma das formas de ampliar a diversidade local, e conseqüentemente a diversidade de inimigos naturais, dessa forma reduzindo as populações de fitófagos (SUJII *et al.*, 2010). Para isso, o uso de plantas com características florísticas e aromáticas junto aos cultivos especialmente de hortaliças tem reduzido o ataque de pragas, pois elas atraem insetos que realizam o controle das mesmas, como encontrado por (SOUZA *et al.*, 2019) em cultivo de pimentão associado a manjericão, tendo o número de indivíduos de parasitoides superior ao cultivo solteiro.

O controle biológico tem sido nos últimos anos alvo de vários estudos buscando desenvolver tecnologias menos impactantes ao meio ambiente (CARNEIRO, 2015). Para esse controle há no mercado uma diversidade de organismos que realizam o controle de pragas (BARBOSA e CARVALHO, 2018), sendo que o manejo ecológico é umas das formas de controle desses organismos a qual está baseado na prevenção, recuperação da fertilidade natural do solo e fortalecendo as plantas cultivadas através da melhoria do ambiente estabelecendo relações ecológicas que levam ao equilíbrio (MICHEREFF *et al.*, 2013).

O Controle Biológico Conservativo - CBC é um dos ramos do controle biológico e tem por finalidade aumentar as populações de inimigos naturais, através da conservação

de ambientes naturais e uso de plantas com características florísticas e aromáticas (ADAIME *et al.*, 2018).

O controle biológico traz uma série de benefícios ao meio ambiente como a redução do uso de agrotóxicos, aumento da diversidade de organismos no ambiente e a produção de alimentos livres de contaminantes (DOMENICO, 2019). Para aplicação do controle biológico conservativo são utilizadas além de ambientes heterogêneos, plantas com características florísticas e aromáticas, as quais atraem para si uma gama de inimigos naturais.

O manjeriço é uma das plantas que tem sido estudada e aplicada nessa técnica de controle biológico (SOUZA *et al.*, 2019). Para os mesmos autores essa planta aromática além das características florísticas também possui características aromáticas, sendo uma alternativa para aplicação em áreas de cultivo principalmente de hortaliças. Outras plantas como, por exemplo, a calêndula também têm potencial para utilização em sistemas de controle biológico conservativo como bordadura (SOUZA *et al.*, 2019). O margaridão também possui potencial para uso como atrativo de inimigos naturais, devido às suas características florísticas (RICALDE *et al.*, 2016).

O manjeriço é uma planta pertencente à família Lamiaceae, sua origem é na região Asiática e África Central, sua espécie é *Ocimum basilicum* L. (VIEIRA *et al.*, 2012). Seu cultivo ocorre entre a primavera e o verão, sendo que o fator climático deve ser observado para cada região (PEREIRA e MOREIRA, 2011). Já o florescimento ocorre desde o início do ciclo, e aumenta conforme a planta avança, sendo necessário manejos de podas, ou seja, retirada de parte da área foliar para seu melhor desenvolvimento.

O uso dessa planta vem sendo muito estudada, principalmente os seus subprodutos para repelência de insetos em grãos armazenados (MAZZONETTO e VENDRAMIM, 2003). Seu uso em áreas de bordadura tem trazido um aumento do número de parasitoides em cultivos de pimentão, beneficiando a polinização das flores das culturas (SOUZA *et al.*, 2019). Também encontraram a presença de parasitoides como a família Figidae, que está associado ao parasitismo (SOUZA *et al.*, 2019). Pesquisas referente ao *Ocimum* sp. apontam que suas flores recebem muitos visitantes florais, entre eles destaca-se a espécie *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) (SCHOENINGER *et al.*, 2012).

Nessas plantas existem insetos polinizadores e visitantes florais, que exercem algumas funções específicas como, transferência do pólen da antena para o estigma da

flor da mesma espécie de planta, realizar visitas legítimas e carregar pólen e tocar nos estigmas das flores (ALVES *et al.*, 2016).

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou realizar um inventário de insetos associados aos cultivos de brócolis e rabanete em sistema de consórcio e solteiro, e associado ao uso de bordadura de manjeriço, como alternativa de produção sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido junto a área experimental da Escola Família Agrícola de Santa Cruz do Sul (EFASC), localizada no Bairro Linha Santa Cruz, Município de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil (20°39'30.46''S e 52°24'19.00''O). O solo da área é classificado como neossolo, pois possui a presença de rochas e camada arável mais rasa, variando entre 20 cm e 50 cm de profundidade nas áreas em sua maioria (SANTOS *et al.*, 2018). O histórico de uso da área está relacionado a produção de milho para silagem e cultivo de pastagens, sendo atualmente destinado a produção de hortaliças e culturas anuais como, milho, feijão, mandioca, entre outros.

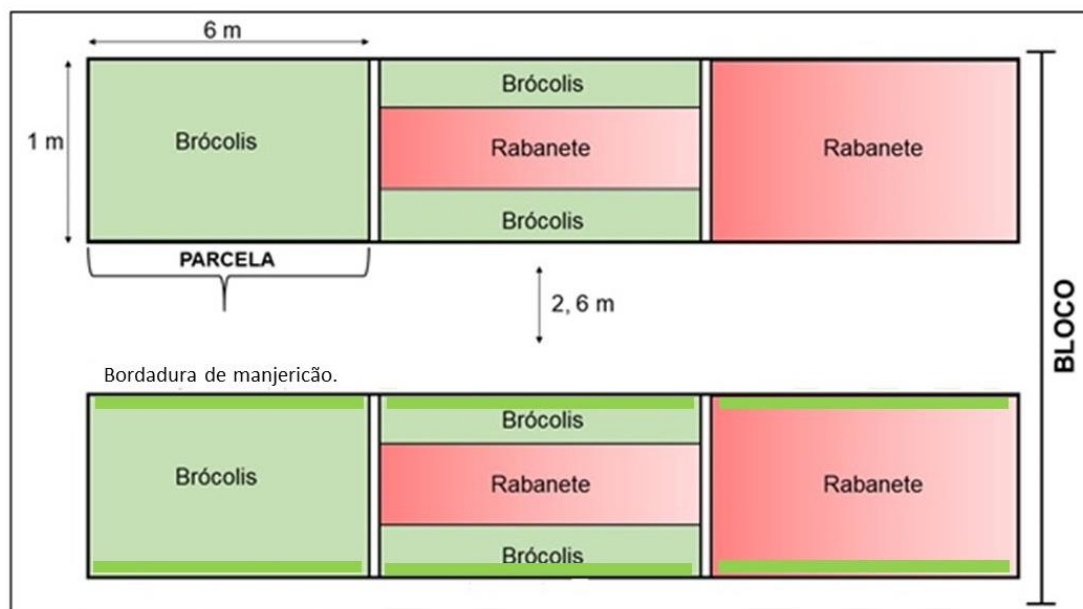
Delineamento experimental

O experimento foi realizado durante os meses de agosto a novembro de 2019. A temperatura média ($\pm 2,91$ desvio-padrão) (Coeficiente de variação = 14,29%) durante o período foi 20,4 °C e o índice pluviométrico de 562,2 mm ($\pm 57,60$ desvio-padrão) (Coeficiente de variação = 92,22%) de acordo com dados da estação meteorológica da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). O estudo iniciou com a implantação de áreas experimentais com cultivo solteiro e consorciado de couve brócolis e rabanete, com e sem bordadura de manjeriço (Fig. 1).

Foram estabelecidos três blocos, com seis parcelas, divididas em duas linhas de cultivo, separadas entre si por 2,6 metros. Cada linha teve o comprimento de 20 metros por um metro de largura e foi dividida em 3 tratamentos. A primeira linha foi constituída pelos seguintes cultivos: (1) cultivo de brócolis solteiro; (2) cultivo de brócolis e rabanete consorciado; (3) cultivo de rabanete solteiro. A segunda linha foi constituída pelos mesmos cultivos, entretanto com a presença da bordadura de manjeriço (4,5 e 6) (Fig. 1). A distribuição dos cultivos dentro de cada linha foi feita de forma aleatória em cada bloco. Em cada parcela foram cultivadas um total 22 plantas de couve brócolis, distribuídas em 2 linhas. O rabanete foi semeado 5 gramas por parcela em três linhas. Os tratamentos com bordadura foram dispostos 22 plantas de manjeriço por parcela, distribuídas em duas linhas. O manjeriço foi cultivado no mês de agosto para que este já tivesse floração

durante as avaliações dos cultivos de brócolis e rabanete. Já o plantio das hortaliças foi quinze dias após o plantio do manjericão.

Figura 1. Delineamento amostral com a disposição dos cultivos em cada bloco ou área experimental.



Procedimento de amostragem dos insetos

As amostragens foram realizadas semanalmente ao longo do ciclo das culturas, tendo início em 20 de agosto e finalizando em 15 de novembro de 2019. Para as coletas, em cada parcela foram escolhidas de forma aleatória 50% das plantas, sendo coletados todos os indivíduos presentes no local, tanto nas culturas (brócolis e rabanete) como nas plantas de manjericão. O tempo de coleta em cada parcela foi de cinco minutos, sendo realizado no horário mais quente do dia, entre 11 horas e 14 horas.

Para a coleta do insetos foi usada a técnica de batida nas plantas, com uso de uma bandeja com 100 ml de água e detergente para quebra da tensão superficial. Também foi utilizada a técnica de coleta com rede entomológica. No momento da coleta foi colocada a bandeja no chão, inclinando a planta sobre o recipiente, realizando cinco batidas na mesma. Além disso, foi utilizada a coleta de insetos com uso de rede entomológica.

Os insetos coletados foram colocados em recipientes com álcool 70% e identificados com os respectivos tratamentos e data da coleta, para posterior identificação no Laboratório de Entomologia da UNISC. A identificação foi ao nível de família, sendo realizada com auxílio de bibliografias específicas e chaves de identificação (RAFAEL *et*

al., 2012). Os insetos foram classificados de acordo com seu hábito alimentar (entomófagos, fitófagos e visitantes florais). Todo o material foi tombado na Coleção Entomológica de Santa Cruz do Sul (CESC).

Análise dados

A diversidade de insetos foi analisada por meio da comparação entre os tratamentos, verificando a abundância, riqueza e composição das comunidades, utilizando-se o índice de diversidade de Shannon e frequência de indivíduos, seguindo as recomendações de (LUWIG e REYNOLDS, 1988).

Os dados obtidos foram tabulados em planilha Excel, sendo calculado a quantidade de indivíduos por tratamento e suas respectivas frequências. Diferenças estatísticas entre os tratamentos foram estabelecidas usando o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com um nível de significância $\alpha = 5\%$ (0,05). Agrupamentos entre os tratamentos foram estabelecidos utilizando a análise de Cluster utilizando o método de variância mínima, seguindo (HAMMER *et al.*, 2001).

RESULTADOS

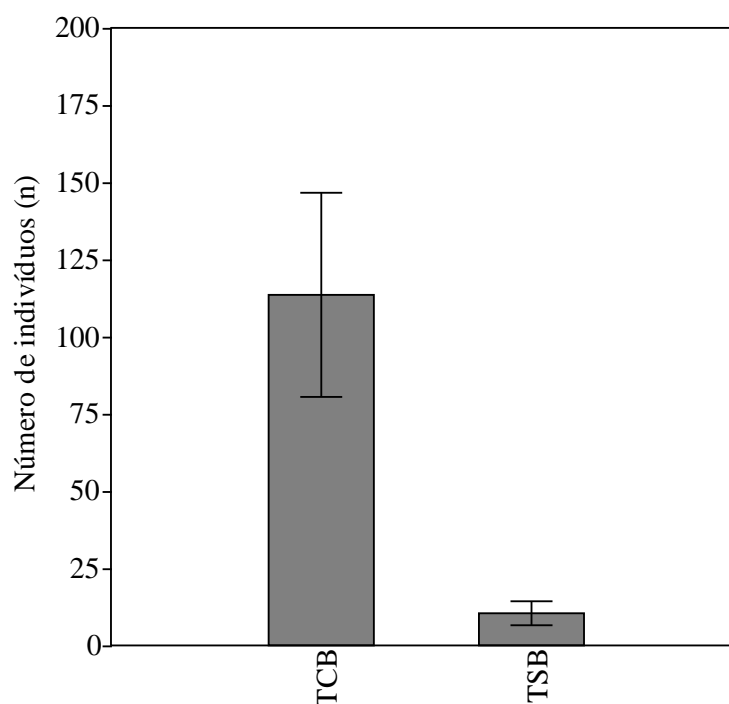
Durante o período experimental foram coletados 1.635 indivíduos pertencentes à classe Insecta, representados por cinco ordens e 32 famílias. Os grupos de insetos coletados foram classificados em três grupos de acordo com seu hábito alimentar (Tab. 1). Os tratamentos com bordadura de manjeriço obtiveram uma frequência de 31 famílias, enquanto nos tratamentos sem bordadura foram encontradas 14 famílias (Tab. 2).

Os resultados indicaram que os cultivos com bordadura de manjeriço apresentaram um número médio maior de insetos fitófagos, entomófagos e visitantes florais ($113,6 \pm 99,2$ indivíduos - Coeficiente de Variação, CV = 87,4%), comparado ao número médio dos cultivos sem bordadura ($10,4 \pm 11,7$ indivíduos - CV = 112,0%), tendo havido diferenças significativas ($p < 0,05$) (Figura 2).

Tabela 1. Insetos fitófagos, entomófagos e visitantes florais encontrados nos tratamentos com manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R). (Vis. Florais: Visitantes florais).

Grupos funcionais	Tratamentos											
	MBR	%	MB	%	MR	%	BR	%	B	%	R	&
Fitófagos	240	72,3	227	70,7	260	70,5	29	80,6	27	81,8	21	84,0
Entomófagos	16	4,8	27	8,4	33	8,9	5	13,8	5	15,2	1	4,0
Vis. Florais	76	22,9	67	20,9	76	20,6	2	5,6	1	3,0	3	12,0
Soma Total	332	100	321	100	369	100	36	100	33	100	25	100

Figura 2. Número médio (\pm Desvio-padrão) de indivíduos insetos fitófagos, entomófagos e visitantes florais encontrados nos tratamentos com bordadura (TCB), e nos tratamentos sem bordadura (TSB): diferença significativa $p < 0,05$.



Entre todos os tratamentos, os insetos fitófagos foram mais frequentes do que entomófagos e visitantes florais (Tab. 1), com uma frequência média de $76,6 \pm 6,1$ indivíduos (CV = 8,0%), enquanto que para entomófagos foi de $9,2 \pm 4,6$ indivíduos (CV = 50,0%), e para visitantes florais de $14,2 \pm 8,6$ indivíduos (CV = 60,6%).

Tabela 2. Número de indivíduos por tratamento (Abun. N), frequência (Freq.) em cultivo de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R), seguido do índice de diversidade de Shannon.

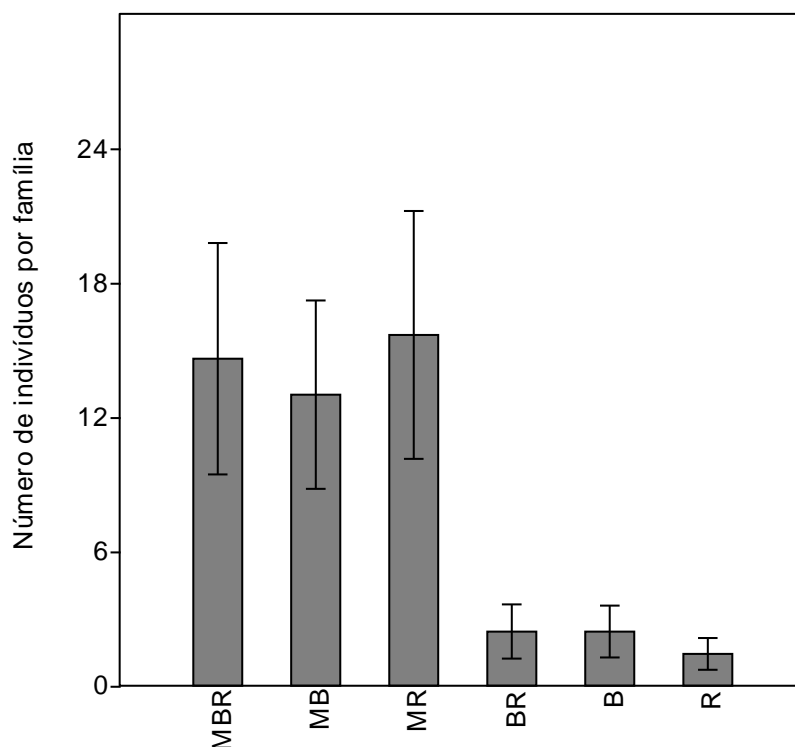
	TRATAMENTOS											
	MBR		MB		MR		BR		B		R	
	Freq.	Abun. (N)	Freq.	Abun. (N)	Freq.	Abun. (N)	Freq.	Abun. (N)	Freq.	Abun. (N)	Freq.	Abun. (N)
Coleoptera												
Cerambycidae	0,20	1	0,23	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Chrysomelidae*	6,22	30	8,15	35	6,38	33	5	4	6,2	5	2,12	1
Coccinellidae**	1,03	5	3,03	13	2,90	15	1,2	1	0	0	0	0
Curculionidae*	0,41	2	0,69	3	1,16	6	0	0	1,2	1	0	0
Elateroidae	0,41	2	0,23	1	0,19	1	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	0	0	0,23	1	0,19	1	0	0	0	0	0	0
Tenebrionidae	0,41	2	0,46	2	0,19	1	0	0	0	0	0	0
Diptera												
Chironomidae	2,28	11	2,33	10	2,51	13	8,7	7	2,5	2	2,12	1
Drosophilidae	24,48	118	20,04	86	23,40	121	42,5	34	42,0	34	42,5	20
Muscidae	0,62	3	1,16	5	0,58	3	3,7	3	12,0	10	2,12	1
Hemiptera												
Cicadellidae*	10,37	50	7,92	34	11,41	59	2,5	2	3,7	3	21,2	10
Miridae*	21,99	106	21,21	91	24,7	128	0	0	2,5	2	2,12	1
Pentatomidae*	0,62	3	0,23	1	0,38	2	0	0	0	0	0	0
Pyrrhocoridae	0	0	0	0	0,19	1	0	0	0	0	0	0
Rudividae	1,03	5	0	0	0,38	2	0	0	1,2	1	0	0
Tingidae	0	0	0	0	0,19	1	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera												

Apidae	1,24	6	1,63	7	2,12	11	1,25	1	0	0	0	0
Bethylidae	0,20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Braconidae**	1,24	6	2,09	9	1,93	10	3,75	3	5	4	2,12	1
Ceraphronidae	0	0	0	0	0,38	2	0	0	0	0	0	0
Diapriidae	0	0	0,23	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Encyrtidae	0,20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eulophidae**	0,82	4	1,86	8	0,19	1	0	0	1,2	1	0	0
Figitidae**	0,82	4	0,69	3	2,90	15	0	0	0	0	0	0
Formicidae**	13,48	65	12,35	53	11,21	58	1,25	1	0	0	6,38	3
Halictidae	0,20	1	0,46	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ichneumonidae**	0,41	2	1,63	7	1,35	7	2,5	2	0	0	0	0
Megaspilidae	0,20	1	0,23	1	0,19	1	0	0	0	0	0	0
Pteromalidae	0	0	0,23	1	0,19	1	0	0	0	0	0	0
Lepidoptera												
Nymphallidae	1,03	5	0,23	1	0,19	1	0	0	0	0	0	0
Plutellidae*	9,54	46	12,35	53	4,44	23	27,5	22	21,2	17	19,14	9
Sphingidae	0,41	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100	482	100	429	100	517	100	80	100	80	100	47
Índice de diversidade de Shannon		2,259		2,341		2,262		1,677		1,748		1,595

(*Família considera praga em cultivos de hortaliças. **Família considerada inimigo natural em cultivo de hortaliça).

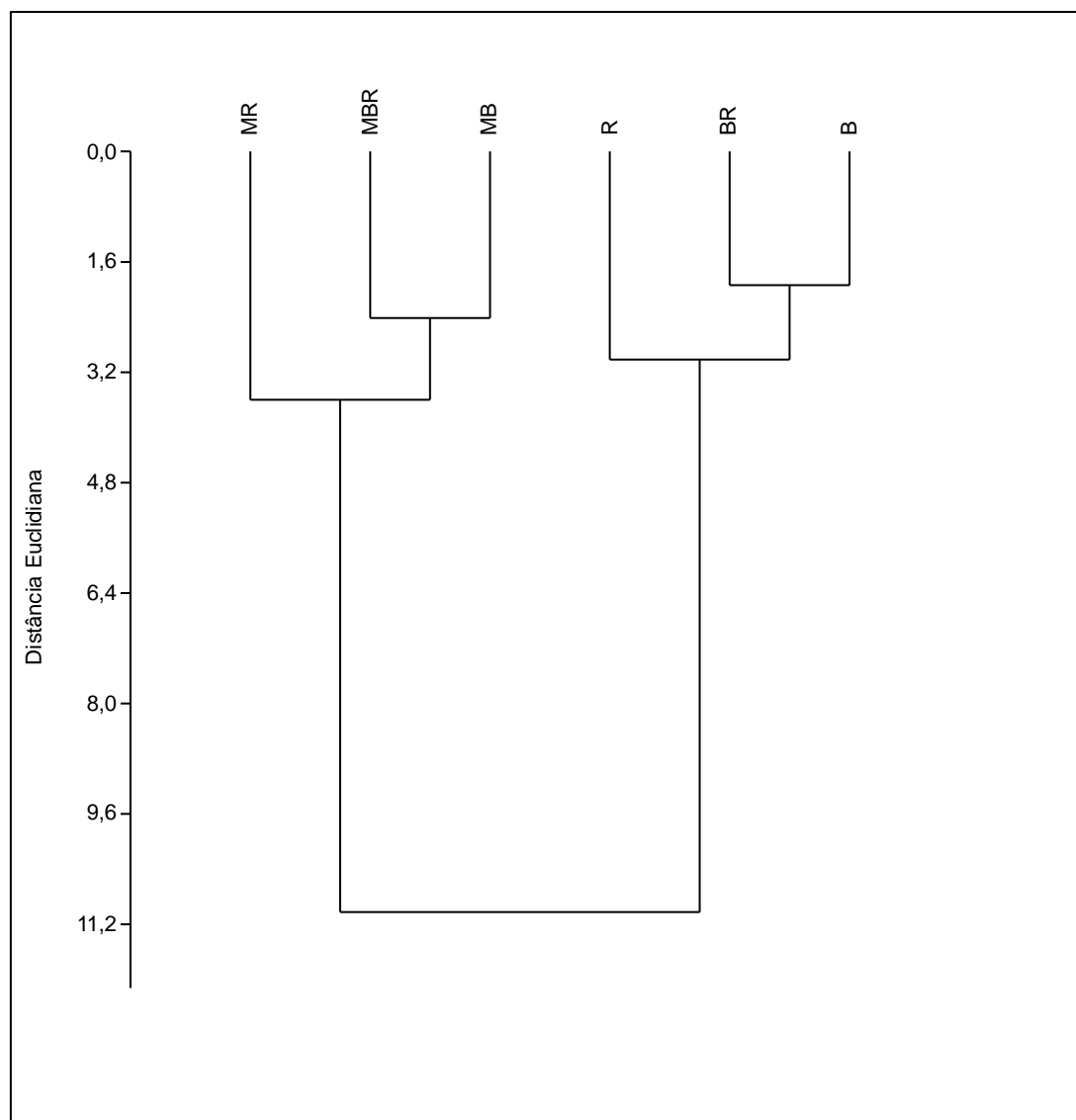
O número médio de famílias apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos com bordadura de manjeriço, comparado aos tratamentos sem bordadura (Fig. 3).

Figura 3. Número de indivíduos médio por família (\pm desvio-padrão) nos tratamentos de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R).



Com relação a análise de agrupamento (Fig. 4), os resultados indicam a formação de dois grupos, destacando a maior similaridade entre os tratamentos com cultivo de brócolis e rabanete em consórcio com manjeriço no Grupo 1 (G1), e os cultivos solteiros de brócolis, rabanete e brócolis mais rabanete no Grupo 2 (G2). Cabe destacar que o tratamento com rabanete solteiro se diferenciou dos demais tratamentos no G1, pelo fato de ter um ciclo inferior às demais culturas, apresentando um tempo de permanência no campo de 35 dias, enquanto que a cultura do brócolis permaneceu até 92 dias, fechando seu ciclo produtivo.

Figura 4. Análise de agrupamento de famílias encontradas por tratamento de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R).



DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados verificou-se que os cultivos com bordadura de manjeriço apresentaram um número médio maior de insetos fitófagos, entomófagos e visitantes florais ($113,6 \pm 99,2$ indivíduos - CV = 87,4%), comparado ao número médio dos cultivos sem bordadura ($10,4 \pm 11,7$ indivíduos - CV = 112,0%), tendo havido diferenças significativas ($p < 0,05$). Entre todos os tratamentos, insetos fitófagos foram

mais frequentes do que entomófagos e visitantes florais, pelo fato desse grupo estar relacionado com o nível de produtores da cadeia alimentar. Já nos cultivos de brócolis e rabanete, em sistema de consórcio e solteiro com bordadura de manjeriço, o número de insetos fitófagos é superior, seguido dos visitantes florais e entomófagos. A diversificação do ambiente possibilita o aumento do número de indivíduos, dentre eles fitófagos. Em estudo desenvolvido por (HELLWIG, 2019), também observou a presença desses grupos de insetos, associados as plantas espontâneas em cultivo de couve folha.

Consórcio entre rabanete e brócolis não tem influência sobre a comunidade de insetos, pois os resultados foram semelhantes entre esses tratamentos com a presença de bordadura de manjeriço. Esse fato vem ao encontro de estudos realizados por Nichols e Altieri (2013), que em ambientes agrícolas menos diversificados temos uma menor diversidade de insetos. Já Souza *et al.*, (2012) relata que a diversificação vegetal aumenta a abundância de insetos, como nos cultivos consorciados com mais plantas.

A presença de plantas com características específicas para atrair os insetos é fundamental, pois em locais que não reduz a diversidade, contribui para o aumento de pragas (SALDANHA *et al.*, 2019). Em nosso estudo podemos observar que famílias como Plutellidae puderam ser observadas nos cultivos de brócolis e rabanete, tendo potencial para causar danos as culturas. Em estudo realizado por Silva (2013), estudando arranjos consorciados de repolho, observou a incidência de insetos da família Plutellidae nos cultivos, porém não causaram perdas relacionadas a cultura, pois a influência pluviométrica contribuiu para redução de ataque de diversos insetos como hemípteros, coleópteros, inclusive Plutellidae.

Diferentes estudos tem mostrado que a incidência de artrópodes em cultivos de alface, quiabo e rabanete, e observou que os sistemas consorciados contribuem para aumento da diversidade de insetos (SUGASTI, 2012). Nesse estudo o quiabo teve influência sobre a comunidade de artrópodes, já os demais cultivos consorciados e cultivados de forma solteira, não tiveram influência significativa na comunidade de artrópodes. Esses resultados se comparam com nosso estudo, pois nem sempre os cultivos consorciados influenciam no aumento da diversidade de espécies, como foram os casos do brócolis cultivado em sistema de consórcio com rabanete (BR) e cultivado em sistema solteiro (B).

Pode-se observar que houve uma diferença significativa de indivíduos por família para as parcelas nas quais foi realizado a bordadura com manjeriço, comparativamente aos tratamentos sem bordadura ($p < 0,05$). Isso foi comprovado também pelo índice de

diversidade de Shannon, com valores superiores a 2, enquanto os tratamentos sem uso de bordadura tiveram seus valores inferiores a 2 (Tab. 2). Biassio e Silva (2014) analisaram vários sistemas agrícolas simplificados e mais diversos, com índice de diversidade de Shannon de 1,7, o que corrobora com nosso estudo, pois o manjeriço diversificou o ambiente aumentando esse índice para 2,2.

Estudos comprovam que o uso de manjeriço na bordadura de cultivos atrai uma maior diversidade de insetos, especialmente de inimigos naturais, pelo fato de seus aspectos florísticos e aromáticos dessa cultura (SOUZA *et al.*, 2019). Nesse mesmo estudo a bordadura de manjeriço contribuiu para o aumento da diversidade de insetos, reduzindo as populações de pulgões, resultados que vem ao encontro do nosso estudo, onde os cultivos com bordadura tiveram maior incidência e diversidade de insetos. Além do manjeriço, outras plantas também são estudadas para uso em bordaduras como, por exemplo, a calêndula que tem potencial de atrair diversos inimigos naturais para os cultivos (SOUZA *et al.*, 2019). O margaridão é outra planta que tem características florísticas que atraem inimigos naturais (RICALDE *et al.*, 2016).

Além da função de atrair insetos, a cultura pode ser colhida e utilizada para próprio consumo e também para comercialização, gerando renda para os agricultores. A utilização de manjeriço na culinária pode ser uma alternativa, considerando que apresenta várias características condimentares (PEREIRA e MOREIRA, 2011).

Nos tratamentos com bordadura, Miridae destacou-se por ser a mais frequente, com 106, 91 e 128 indivíduos em manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB) e manjeriço e rabanete (MR), respectivamente. Essa família é comum em áreas agrícolas e possui espécies com características de predação que contribuem para o controle de pragas, tais como lagartas, percevejos, ovos de mariposas, moscas e vaquinhas, dentre outros insetos (FONTES e INGLIS, 2020). Porém é preciso ter atenção, pois conforme os mesmos autores, esse grupo também pode causar danos nas culturas cultivadas.

A segunda família mais abundante foi Formicidae, observada em maior número nos cultivos com bordadura de manjeriço, 65, 53 e 58 indivíduos nos tratamentos de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB) e manjeriço e rabanete (MR), respectivamente. Formicidae é conhecida por apresentar espécies predadores que se alimentam de ovos, larvas e pupas de vários grupos de insetos (FONTES e INGLIS, 2020). Muitas espécies pertencentes a essa família possui várias características importantes do ponto de vista ecológico, contribuindo para regulação de

pragas em sistemas de produção orgânico. Nos cultivos sem a bordadura com manjeriço, Formicidae não teve representatividade, demonstrando que em cultivos diversificados há aumento do número desses insetos, porém não é possível afirmar que esse grupo contribuiu para controle biológico de forma efetiva.

Famílias de insetos fitófagos também foram observadas nos tratamentos realizados, tais como Cicadellidae, Plutellidae e Chrysomelidae, que são consideradas potenciais agentes causadores de danos nas culturas (FONTES e INGLIS, 2020). Plutellidae é considerada uma das pragas mais comuns em cultivos de hortaliças, sendo *Plutella xylostella* (Lineus 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) considerada uma das pragas mais importantes em olericultura, já que na fase larval esses insetos causam danos as culturas, principalmente hortaliças da família das brassicáceas, causando desfolha e até perda total da cultura (FONTES e INGLIS, 2020). Yamamoto (2016) observou a presença de *P. xylostella* nos cultivos em consórcio e solteiro de repolho, mas não causou danos significativos as culturas. No mesmo estudo foi concluído que o consórcio de hortaliças contribuiu para redução do ataque desse organismo.

Verificou-se que na cultura de brócolis não houve perda total de nenhuma planta, mesmo havendo perfurações superiores a 2 mm nas folhas. Esses danos estão possivelmente relacionados com *P. xylostella* encontrada em todos os tratamentos. A desfolha pode estar associado também com a presença de *Diabrotica speciosa* (Germar 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) a qual causa danos na região foliar das hortaliças (FONTES e INGLIS, 2020).

O manjeriço possui potencial de atrair diversos polinizadores o que pode contribuir para as culturas, além disso, também os parasitoides estão presentes junto a essa planta. Nesse estudo foi possível observar a presença de himenópteros parasitoides. Os tratamentos com bordadura de manjeriço obtiveram maior abundância quando relacionado aos tratamentos sem bordadura. Em estudos realizados por Souza *et al.*, (2019), foram observados no cultivo de manjeriço a presença de muitos parasitoides que estão relacionados ao parasitismo de outros insetos pragas.

A família de parasitoides Figitidae esteve presente apenas nos tratamentos com bordadura de manjeriço. Esse fator deve estar relacionado ao grande número de dípteros encontrados nos tratamentos, já que são parasitoides dessa ordem de insetos (VAN NOORT *et al.*, 2015).

A família de parasitoides Braconidae esteve presente nos tratamentos com bordadura de manjeriço em frequência superior aos tratamentos sem bordadura. Está

família possivelmente esteve presente por sua relação com o parasitismo de larvas de Lepidoptera, possivelmente parasitando larvas de *P. xylostella* (VARONE *et al.*, 2015).

Muitas das famílias encontradas, principalmente de parasitoides, possuem potencial de controle de pragas relacionadas ao cultivo de hortaliças, o que pode ser observado na pesquisa. O uso de plantas atrativas para atrair insetos é uma estratégia de controle biológico conservativo, pois a diversidade desses grupos possibilita o equilíbrio ecológico nos cultivos. A cultura do manjeriço tem potencial para uso em sistemas agrícolas sustentáveis, pois além de contribuir para controle de pragas, é uma alternativa de renda para as propriedades rurais, podendo ser utilizado para as duas finalidades já que durante seu desenvolvimento pode ser realizada a poda das folhas.

CONCLUSÃO

Os cultivos com bordadura de manjeriço apresentaram um número médio maior de insetos fitófagos, entomófagos e visitantes florais comparado ao número médio dos cultivos sem bordadura, tendo havido diferenças significativas ($p < 0,05$). Entre todos os tratamentos, insetos fitófagos foram mais frequentes do que entomófagos e visitantes florais. Assim, o uso de manjeriço é uma estratégia para manejo de pragas através de controle biológico conservativo, pois aumenta a abundância e a riqueza de vários organismos como inimigos naturais entre eles parasitoides nos cultivos pesquisados.

REFERÊNCIAS

- ADAIME, R.; LIMA, A.; SOUSA, M. Controle biológico conservativo de moscas-das-frutas na Amazônia brasileira. Embrapa Amapá-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2018.
- ALVES DOS S., I.; SILVA, C. I. D.; PINHEIRO, M.; KLEINERT, A. D. M. P. Quando um visitante floral é um polinizador? *Rodriguésia*, 67, n. 2, p. 295-307, 2016.
- ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002.
- BARBOSA, K. M. S.; DE CARVALHO, C. W. F.; DE CARVALHO, C. V. F.; BARBOSA, F. R. et al. Aplicação de Controle Biológico para Diminuir Utilização de Agrotóxicos em Plantações Brasileiras: uma Revisão Literária. *International Journal of Nutrology*, 11, n. S 01, p. Trab111, 2018.
- BIASSIO, A. de, SILVA, I. C. Agrobiodiversidade em sistemas produtivos tradicionais nos municípios de Antonia e Marretes no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 2014.
- CARNEIRO, F. F. (Org.). Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde / Organização de Fernando Ferreira Carneiro, Lia Giraldo da Silva Augusto, Raquel Maria Rigotto, Karen Friedrich e Andre Campos Búrigo. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.
- DI DOMENICO, F. A cartilha como ferramenta de disseminação do conhecimento sobre o controle biológico de pragas. 2019. -, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- FONTES, E.; INGLIS, M. Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Livro técnico (INFOTECA-E), 2020.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2008.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past: Paleontological statistics software packaged for education and data analysis. 2001.
- HELLWIG, L. Contribuição da vegetação espontânea no manejo de insetos benéficos em agroecossistemas. 2019.
- HENDGES, A. R. A. D. A. Desempenho do cultivo de couve de folha com espécies aromáticas e condimentares. 2016.
- MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. *Neotropical Entomology*, 32, n. 1, p. 145-149, 2003.

MICHEREFF FILHO, M.; RESENDE, F.; VIDAL, M.; GUIMARÃES, J. et al. Manejo de pragas em hortaliças durante a transição agroecológica. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2013.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. *Current Agricultural Science and Technology*, 12, n. 2, 2006.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable development*, 33, n. 2, p. 257-274, 2013.

PEREIRA, R.; MOREIRA, A. Manjeriço: cultivo e utilização. Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E), 2011.

PEREIRA, H. C. Avaliação de agentes biológicos e nim sobre *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. 2019. -, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PRADO, Edinei Pereira do, CASTRO, Marcelo Tavares de. Diversidade de insetos em áreas de produção orgânica de hortaliças próximas a um sistema agroflorestal no distrito federal. *Jornal de biodiversidade*. Distrito Federal, 2017.

RICALDE, M. G. D.; SILVA, A. C.; ABOUD, A. C. D. S.; RICALDE, M. P. et al. Avaliação do potencial atrativo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray (Asteraceae) para utilização no controle biológico conservativo. *Anais da Semana Científica Johanna Döbereiner*, 2016.

SALDANHA, A. V.; GONTIJO, L. M.; CARVALHO, R. M. R.; VASCONCELOS, C. J. et al. Companion planting enhances pest suppression despite reducing parasitoid emergence. *Basic and Applied Ecology*, 41, p. 45-55, 2019.

SANTOS, H., G., et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5 ed., ver., amp. Brasília, DF, 2018.

SCHOENINGER, K., Kohler, A., Somavila, A. Comunidade de insetos visitantes florais de *Ocimum selloi* Benth (Lamiaceae) em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. *Biotemas*, 25, n. 1, p. 55-63, 2012.

SILVA, C. A. R. D. Efeito do cultivo consorciado na produtividade do repolho, viabilidade econômica do sistema e manejo de pragas. 2013.

SILVA, V. B. D. Adubação orgânica e densidade de plantio alterando a fisiologia, produção e incidência de pragas no rabanete. Trabalho de conclusão de curso, UFC. 2017.

SOUZA, I. L.; TOMAZELLA, V. B.; SANTOS, A. J. N.; MORAES, T. et al. Parasitoids diversity in organic Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). *Brazilian Journal of Biology*, 79, n. 4, p. 603-611, Nov 2019.

SUGASTI, J. B. Consorciação de hortaliças e sua influência na produtividade, ocorrência de plantas espontâneas e artrópodes associados. 2012.

SUJII, E. R.; VENZON, M.; MEDEIROS, M. A.; PIRES, C. S. S. et al. Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica. Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. EPAMIG, Viçosa, p. 143-168, 2010.

TOGNI, P. H. B.; VENZON, M.; SOUZA, L. M.; SOUSA, A. A. T. C. et al. Dynamics of predatory and herbivorous insects at the farm scale: the role of cropped and noncropped habitats. *Agricultural and Forest Entomology*, 21, n. 4, p. 351-362, 2019.

OLIVEIRA, F. J.; BATISTA, D. G.; BATISTA, J.; DE SOUZA, A. et al., 2012, Sistema de plantio solteiro e consorciado na produção de hortaliças no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. S6158-S6163, jul. 2012.

VAN NOORT, S.; BUFFINGTON, M. L.; FORSHAGE, M. Afrotropical Cynipoidea (Hymenoptera). *ZooKeys*, n. 493, p. 1, 2015.

VARONE, L.; LOGARZO, G.; MARTÍNEZ, J. J.; NAVARRO, F. et al. Field host range of *Apanteles opuntiarum* (Hymenoptera: Braconidae) in Argentina, a potential biocontrol agent of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) in North America. *Florida Entomologist*, 98, n. 2, p. 803-806, 2015.

VIEIRA, M.; CARLESSO, A.; HEREDIA ZÁRATE, N.; GONÇALVES, W. et al. Consórcio de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) e alface sob dois arranjos de plantas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 14, n. SPE, p. 169-174, 2012.

YAMAMOTO, A. Y. A. Manejo da *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. capitata) com a utilização de cultivo consorciado. 2016.

LUDWIG, J. A., REYNOLDS, J. F. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1988.

6 ARTIGO 2 - Eficiência produtiva de consórcio de brócolis e rabanete com e sem bordadura de manjeriço

Alexandro Fabris do Nascimento¹,
Eduardo A. Lobo², Andreas Köhler^{2*}

¹ Mestrando do Programa em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil - PPGTA/UNISC (fabrisrincaorio@gmail.com).

² Professor/Pesquisador do PPGTA/UNISC (Mestrado e Doutorado) (lobo@unisc.br), (andreas@unisc.br).

* Corresponding author.

O Artigo será submetido para revista *Horticultura Brasileiro: Ciência e Agrotecnologia*.

RESUMO

A produção de hortaliças é uma das principais atividades da agricultura brasileira, possuindo representatividade em várias regiões do país. Nos últimos anos, a busca por alternativas de produção tem se tornado cada vez mais evidente, principalmente por sistemas agrícolas mais sustentáveis e, ao mesmo tempo, rentáveis do ponto de vista econômico e ambiental. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência produtiva de um sistema de consórcio entre brócolis e rabanete, com e sem bordadura de manjeriço. O experimento foi dividido em três tratamentos, cultivo de brócolis em combinação com rabanete, brócolis isolado e rabanete isolado. Além disso, todos os tratamentos foram repetidos com bordas de manjeriço. O índice de Equivalência de Área (IEA) foi analisado para culturas de brócolis e rabanete. A viabilidade econômica dos consórcios também foi analisada. Os resultados indicaram que todos os tratamentos foram eficientes do ponto de vista agrônomo, com IEA maior que 1. Na análise da rentabilidade econômica, as culturas consorciadas tiveram produtividade superior às monoculturas, e para o cultivo de rabanete em consórcio com brócolis e manjeriço, a rentabilidade aumentou em 23% da área, enquanto o cultivo de rabanete associado apenas ao brócolis sem borda o aumento foi de 29%. Conclui-se que o consórcio brócolis e

rabanete é uma alternativa a ser utilizada em sistemas de produção agrícola, pois aumenta a rentabilidade da produção de ambos, e melhora as condições ambientais das lavouras.

Palavras chave: Índice de Equivalência de Área (IEA); produção de hortaliças; e aproveitamento de área.

ABSTRACT

Vegetable production is one of the main activities within Brazilian agriculture, having representation in several regions of the country. In the last few years, the search for production alternatives has become increasingly evident, mainly for more sustainable agricultural systems and, at the same time, profitable from an economic and environmental point of view. This research aimed at evaluating the productive efficiency of a system of intercropping between broccoli and radish, with and without basil borders. The experiment was divided into three treatments, cultivation of broccoli in combination with radish, isolated broccoli and isolated radish. In addition, all treatments were repeated with basil borders. The Area Equivalence Index (AEI) was analyzed for broccoli and radish cultures. The economic viability of the consortia was also analyzed. The results indicated that all treatments were efficient from an agronomic point of view, with AEI greater than 1. In the analysis of economic profitability, intercropped crops had a higher productivity than monocultures and for the cultivation of radish in consortium with broccoli and basil, the profitability increased by 23% of the area, while the cultivation of radish associated only with broccoli without border the increase was 29%. We conclude that the broccoli and radish consortium is an alternative to be used in agricultural production systems, as it increases the profitability of the production of both, and improves the environmental conditions of the crops.

Keywords: Area Equivalence Index (IEA); vegetable production; and use of area.

INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças é uma das atividades que mais rende economicamente no setor agrícola brasileiro (BELLING, 2018). Essa produção está distribuída em várias regiões brasileiras, entre elas destacam-se a região sudeste e sul do Brasil, além do estado de Minas Gerais.

Os cultivos agrícolas brasileiros estão baseados em monocultivos, ou seja, uma única cultura é estabelecida nas lavouras, o que pode prejudicar o desenvolvimento das plantas, já que ficam mais suscetíveis ao ataque de agentes infestantes (ALTIERI, 2002). Além disso, a produção de hortaliças nesses sistemas de monocultivo não permite o melhor aproveitamento das áreas, pois é utilizada apenas uma única cultura nos mesmos.

Muitos estudos vem sendo realizados com a utilização de cultivos consorciados, onde duas ou mais espécies diferentes ocupam a mesma área (MONTEZANO e PEIL, 2006). Esse sistema possibilita o melhor aproveitamento da área, já que as culturas desde que planejadas irão ocupar tempos diferentes. Sistemas consorciados também melhoram as condições do ambiente, pois maximizam o uso dos recursos, melhorando biologicamente o ambiente e manejo das culturas (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Desta forma, estes sistemas têm potencial de ser cada vez mais explorados pelos agricultores dentro dos seus sistemas de produção agrícola.

As hortaliças têm grande potencial de serem utilizadas em sistemas consorciados, já que possuem ciclo variados e possibilitam várias interações entre espécies diferentes. O brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck) é uma das hortaliças que vem tendo destaque na produção brasileira, estando distribuída por várias regiões do Brasil. O ciclo dessa cultura varia entre 80 e 110 dias dependendo da variedade e do clima durante o ano (SANTOS, 2017). Outro exemplo é o rabanete (*Raphanus vulgaris* L.), que é uma das culturas produzidas dentro do campo das hortaliças, e que tem ganhado um amplo espaço na produção brasileira. Seu ciclo varia de 25 a 30 dias podendo permanecer mais alguns dias a campo (FILGUEIRA, 2008).

A cultura do rabanete também possibilita o cultivo associado com outras culturas, pois tem um ciclo vegetativo mais curto se comparado com as demais hortaliças (BONELA *et al.*, 2017). Nesse sentido, o uso de plantas atrativas nos cultivos agrícolas é uma alternativa, pois possibilita o aumento de inimigos naturais, contribuindo para controle de pragas em cultivos de hortaliças. O manjerição é uma cultura utilizada como

bordadura, e que contribui para aumento de insetos benéficos, reduzindo o ataque de pragas (SOUZA, *et al.*, 2019).

Para avaliação dos sistemas de consórcio utiliza-se o Índice de Equivalência de Área (IEA). Esse índice permite verificar a eficiência agrônômica dos cultivos e se há diferenças entre os cultivos solteiro e consorciados, sendo que se o valor foi superior a 1 o consórcio é considerado eficiente, se for inferior a 1 é considerado menos eficiente do ponto de vista agrônômico (GLIESSMAN, 2009).

Em estudos realizados com consórcio de repolho, alface e cenoura foi observado que o cultivo associado não interferiu na produtividade das culturas, sendo possível a utilização desse tipo de consórcio (ALGERI *et al.*, 2018). No mesmo estudo observou-se que a cultura da alface beneficiou a cultura da cenoura em termos de produtividade, já a cultura do repolho prejudicou a produtividade da cenoura, pois ficou muito abaixo do cultivo solteiro, sendo necessário o planejamento das espécies que melhor se adaptam aos sistemas de consórcios. Já outros estudos apontam que o consórcio aumenta a produtividade das culturas, quando relacionados ao cultivo solteiro (FUKUSHI *et al.*, 2018). Ainda, conforme os mesmos autores, foi observado que as culturas de repolho e abobrinha tiveram um aumento de produtividade quando cultivado em sistema consorciado, sendo que a abobrinha teve uma produção superior a 65% se comparado ao cultivo solteiro. Já o repolho teve uma produtividade 50% superior quando comparado com o cultivo solteiro.

Em outros sistemas de consórcio como, por exemplo, de taro com brócolis, couve chinesa, beringela, jiló, pimentão e maxixe apontaram desenvolvimento satisfatório, onde a produtividade das culturas consorciadas se mantiveram, tornando o consórcio eficiente agronomicamente (BRITO *et al.*, 2017). Nesse estudo os consórcios se demonstraram serem vantajosos financeiramente, pois aumentou a renda por área, exceto o consórcio taro e jiló, o qual obteve uma renda monetária inferior. Consórcio de alface e rabanete também tem se mostrado viável sendo uma alternativa a ser empregada em sistemas de produção de hortaliças (DAMASCENO *et al.*, 2016). Consórcio de couve com salsa também tem sido vantajoso, pois beneficia o desenvolvimento de ambas as culturas, bem como suas produtividades (HENDGES, 2016).

O Índice Equivalente de Área - IEA é uma ferramenta utilizada para avaliar a eficiência de consórcios, o qual fornece dados referente as vantagens ou desvantagens dos sistemas consorciados (GLIESSMAN, 2009). O cultivo de hortaliças vem sendo desenvolvido em áreas menores, com isso o aproveitamento adequado da área é

fundamental e os consórcios de hortaliças se tornam uma possibilidade tecnicamente viável para produção (DAMASCENO *et al.*, 2016). Para o mesmo autor as culturas quando cultivadas juntamente aumentam sua produtividade, pois se beneficiam sinergicamente uma com as outras, além da maior produtividade por área. Esse fator pode ser comprovado por (ALGERI *et al.*, 2018) onde as culturas de alface e cenoura obtiveram uma produtividade superior aos cultivos solteiros. É importante nos sistemas de consórcio a escolha adequada das culturas a serem cultivadas, pois possibilita o aumento da produtividade por área e conseqüentemente o aumento da renda para os agricultores (BRITO *et al.*, 2017).

Segundo Gliessman (2009) o Índice Equivalente de Área é expresso na seguinte equação $IEA = \sum P_{pi}/P_{mi}$. Sendo que IEA é o índice de equivalência, P_p é o rendimento de cada cultura no consórcio e P_m é o rendimento de cada cultura no cultivo solteiro. Para análise da eficiência agrônômica dos consórcios é utilizado o IEA, sendo que se o resultado do mesmo for superior a 1 é considerado eficiente o consórcio, já se for inferior a 1 é considerado pouco eficiente (MONTEZANO e PEIL, 2006). Dessa forma, podemos avaliar a viabilidade agrônômica dos cultivos associados, no qual em muito estudos tem sido eficiente contribuindo para sistemas de consórcio.

Em estudo realizado por DOS SANTOS BORGES *et al.*, (2019) observou-se que as culturas de alface, cebolinha e coentro obtiveram índice produtivo superior aos cultivos solteiros. Os sistemas consorciados têm contribuído para melhor aproveitamento das áreas de cultivo com hortaliças, pois possibilita a distribuição dos cultivos durante os ciclos, além do uso equivalente da área.

Já Vieira *et al.* (2012) constatou que o consórcio entre alface e manjeriço teve índice de equivalência superior a 1, chegando até 2,01. Esses estudos apontam que cada vez mais a utilização de cultivos em sistema de consórcio é viável e que podem ser inseridos nos sistemas produtivos das propriedades, gerando vários serviços ambientais importantes para o meio ambiente.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência produtiva, através do Índice de Equivalência de Área (IEA), para consórcio de brócolis e rabanete associado a cultivo de bordadura com manjeriço. Também se avaliou a produtividade das culturas a partir dos tratamentos realizados, bem como a renda total gerada.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

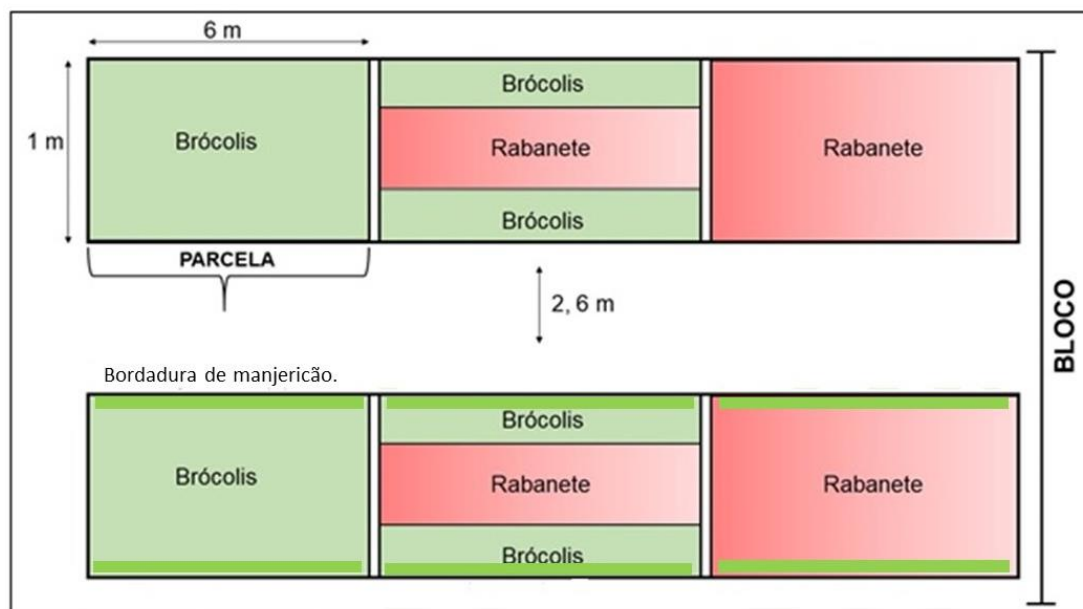
O experimento foi conduzido junto a área experimental da Escola Família Agrícola de Santa Cruz do Sul - EFASC, localizada no Bairro Linha Santa Cruz, Município de Santa Cruz do Sul (20°39'30.46''S e 52°24'19.00''O). O solo da área é classificado como neossolo, pois possui a presença de rochas e camada arável mais rasa, variando entre 20 cm e 50 cm de profundidade em sua maioria (SANTOS *et al.*, 2018). O histórico de uso da área está relacionado à produção de milho para silagem e cultivo de pastagens, sendo atualmente destinado à produção de hortaliças e culturas anuais como, milho, feijão, mandioca, entre outros.

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido durante os meses de agosto a novembro de 2019, sendo 93 dias de duração a campo. A temperatura média ($\pm 2,91$ desvio-padrão) (Coeficiente de variação = 14,29%) durante o período foi de 20,4 °C e o índice pluviométrico de 562,2 mm ($\pm 57,60$ desvio-padrão) (Coeficiente de variação = 92,22%) de acordo com dados meteorológicos da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC.

O estudo foi conduzido a partir da implantação de áreas experimentais com cultivo solteiro e consorciado de brócolis e rabanete, bem como cultivos solteiro e consorciado das mesmas hortaliças com e sem bordadura de manjeriço, conforme figura 2. Foram estabelecidos 3 blocos (três repetições). Cada bloco foi constituído de 6 tratamentos, divididos em 2 linhas de cultivo, separadas entre si por 2,6 metros. Cada linha teve o comprimento de 20 metros por 1 metro de largura e foi dividida em 3 parcelas de cultivos. A primeira linha foi constituída pelos seguintes cultivos: (1) cultivo de brócolis solteiro; (2) cultivo de brócolis e rabanete consorciado; (3) cultivo de rabanete solteiro. A segunda linha foi constituída pelos seguintes cultivos: (4) cultivo de brócolis solteiro com bordadura de manjeriço; (5) cultivo de brócolis e rabanete consorciado com bordadura de manjeriço; (6) cultivo de rabanete solteiro com bordadura de manjeriço (Fig. 1). Em cada parcela foram cultivadas um total de 22 plantas de brócolis, distribuídas em 2 linhas de 11 plantas. O rabanete foi semeado juntamente com o plantio de brócolis, sendo semeadas 3 linhas rabanete na entre linha do brócolis.

Figura 1. Esquema do delineamento amostral com a disposição dos cultivos em cada bloco ou área experimental.



Antes do plantio o solo foi preparado com a utilização de subsolador para descompactação do mesmo, e encanteirador motomecanizado para construção dos canteiros onde foram estabelecidos os cultivos. A adubação utilizada foi a partir de cama de aviário totalizando uma quantia de 4 kg m² de acordo com análise de solo e recomendação da cultura. Para adubação de cobertura foi utilizado biofertilizante a base de esterco bovino e cama aviário, com aplicações semanais e doses de 20% a 50% no decorrer do ciclo da cultura. Durante o desenvolvimento das culturas foi realizado o manejo de plantas espontâneas através da capina. Para cultura do rabanete foi realizado o desbaste 15 dias após sua semeadura.

As análises de produtividade foram realizadas ao final do ciclo da cultura do brócolis e rabanete. Os parâmetros analisados para avaliar o desenvolvimento da cultura do brócolis foram produtividade em ton. ha⁻¹, diâmetro da inflorescência, diâmetro do caule e altura da planta. Para cultura do rabanete foi analisada a produtividade em ton. ha⁻¹ e a massa fresca da parte aérea em ton. ha⁻¹. Para aferição das massas do rabanete foram escolhidas as raízes com padrão comercial. Foi utilizado para pesagens das massas balança eletrônica.

Para avaliação da eficiência do consórcio foi utilizado o Índice de Equivalência de Área (IEA), o qual é expresso na equação $IEA = \sum P_{pi}/P_{mi}$. Sendo que IEA é o índice de equivalência, P_p é o rendimento de cada cultura no consórcio e P_m é o rendimento de cada cultura no cultivo solteiro (GLIESSMAN, 2009).

Para a análise agroeconômica foram utilizados os dados produtivos das culturas de brócolis e rabanete em seus respectivos tratamentos, e os dados de valores de comercialização foram obtidos a partir das centrais de abastecimento (CEASA) para comparação entre os tratamentos.

Análise dos dados

No processamento da informação empregou-se a estatística descritiva (média \pm desvio-padrão; Coeficiente de Variação, CV), seguindo as recomendações de Callegari-Jacques (2006). Diferenças estatísticas entre os tratamentos foram estabelecidas usando o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com um nível de significância $\alpha = 5\%$ (0,05). As análises foram processadas utilizando-se o programa estatístico PAST (HAMMER *et al.*, 2001).

RESULTADOS

A colheita do brócolis ocorreu após 92 dias do seu plantio, e a do rabanete após 35 dias da sementeira. A partir dos dados obtidos (Tab. 1) observa-se que a cultura do brócolis teve diferença de produtividade entre os tratamentos realizados. No cultivo de brócolis em consórcio e com bordadura a produção foi 26% inferior ao cultivo de brócolis solteiro com bordadura. Para os cultivos de brócolis sem bordadura a produtividade em consórcio com rabanete foi 4% superior ao cultivo de brócolis solteiro.

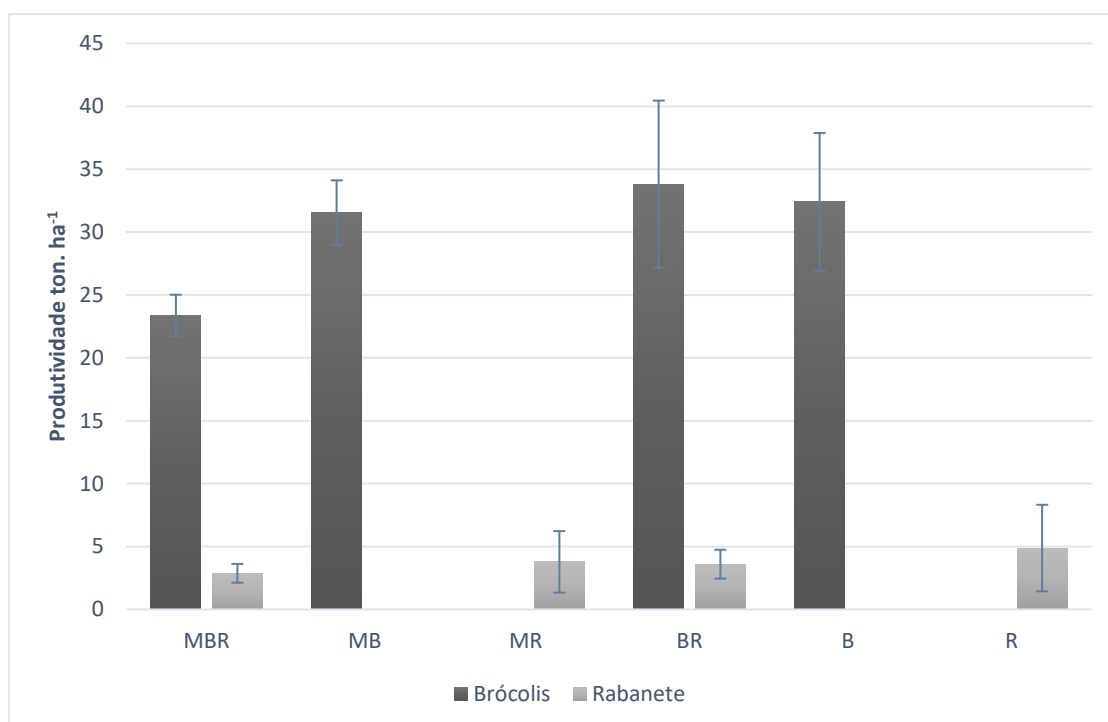
O rabanete cultivado em consórcio com brócolis e com bordadura de manjeriço teve a produtividade 21% menor que o rabanete cultivado apenas em consórcio com brócolis. Já o rabanete cultivado de forma solteira teve uma produtividade 23% superior ao cultivo com bordadura de manjeriço em relação ao cultivo consorciado com brócolis a produtividade foi 25% superior. Os demais parâmetros referentes ao diâmetro da inflorescência, diâmetro do caule e altura da planta, não tiveram diferença significativa ($p>0,05$).

Tabela 1. Produtividade das culturas de brócolis e rabanete e parâmetros avaliados ao final do ciclo nos tratamentos de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), manjeriço e brócolis (MB), manjeriço e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R) e índice de equivalência de área. (Resultados seguidos das mesmas letras não diferem entre si $p>0,05$. Resultados seguidos de letras diferentes diferem entre si $p<0,05$).

	(MBR)	(MB)	(MR)	(BR)	(B)	(R)
Cultura de brócolis						
Produtividade (ton. ha⁻¹)	23,4 ^a	31,5 ^b	-	33,8 ^b	32,4 ^b	-
Diâmetro da inflorescência (cm)	18,2 ^a	20,3 ^a	-	21,2 ^a	20,7 ^a	-
Diâmetro do caule (cm)	4,6 ^a	4,1 ^a	-	5,1 ^a	4,7 ^a	-
Altura da planta (cm)	46,0 ^a	46,0 ^a	-	43,3 ^a	41,7 ^a	-
Cultura de rabanete						
Produtividade (ton. ha⁻¹)	2,9 ^a	-	3,8 ^b	3,6 ^b	-	4,9 ^c
Peso parte aérea fresca (ton. ha⁻¹)	3,3 ^a	-	3,6 ^a	3,5 ^a	-	4,6 ^b
Índice de Equivalência de Área (IEA)	1,5	-	-	1,8	-	-

A seguir estão representadas (Fig. 2) as produtividades médias (\pm desvio-padrão) da cultura do brócolis e rabanete.

Figura 2. Média (\pm desvio-padrão) da produtividade de brócolis e rabanete em ton. ha⁻¹ nos tratamentos com cultivo de manjeriçã, brócolis e rabanete (MBR), manjeriçã e brócolis (MB), manjeriçã e rabanete (MR), brócolis e rabanete (BR), brócolis (B) e rabanete (R).



A produtividade do rabanete foi de 2,9 e 3,8 ton. ha⁻¹ no consórcio com brócolis e bordadura de manjeriçã (MBR) e no cultivo de rabanete solteiro com bordadura de manjeriçã (MR), respectivamente. Para cultivo de rabanete e brócolis em consórcio (BR) a produtividade foi de 3,6 ton. ha⁻¹ e no cultivo de rabanete solteiro (R) foi de 4,9 ton. ha⁻¹. Referente a parte aérea da cultura do rabanete, observou-se que houve diferença apenas no cultivo solteiro, pelo fato de não haver outras plantas que ocupavam o mesmo espaço; porem a produtividade não foi afetada.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na produtividade do rabanete no sistema de consórcio com brócolis e bordadura de manjeriçã. Assim como a produção de massa da parte aérea não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para cultura do rabanete. Entretanto o cultivo solteiro teve um aumento de massa verde em ton. ha⁻¹ comparado aos demais cultivos, pelo fato da disponibilidade de luz no cultivo solteiro.

O Índice de Equivalência de Área (IEA) para as culturas avaliadas ficou superior a 1, ou seja, todos os arranjos tratados com bordadura de manjeriçã e sem bordadura foram eficientes para os cultivos de brócolis e rabanete.

Para a análise agroeconômica dos consórcios foram utilizados os valores de brócolis e rabanete comercializados nas Centrais de Abastecimento do Rio Grande do Sul (CEASA, RS), sendo o brócolis comercializado em dúzias e o rabanete em kg. Para todos os tratamentos a cultura de brócolis teve uma produção de 1.525 dúzias por hectare, sendo comercializado a um valor médio de R\$ 18,00 a dúzia, totalizando R\$ 27.450,00. Referente ao brócolis, que é comercializado por unidade, os valores foram iguais para todos os tratamentos.

Na cultura do rabanete para os tratamentos com consórcio de manjeriço, brócolis e rabanete (MBR), o rendimento foi de R\$ 6.371,40; para o tratamento com manjeriço e rabanete (MR) foi de R\$ 8.391,60; para brócolis e rabanete (BR) foi de R\$ 7.992,00; e no cultivo de rabanete solteiro foi de R\$ 10.833,60.

Somando os valores das culturas de brócolis e rabanete podemos observar que o consórcio de brócolis e rabanete sem bordadura atingiu um rendimento econômico de R\$ 35.442,00 por hectare, considerando o rendimento das duas culturas. O cultivo de brócolis e rabanete com bordadura de manjeriço obteve um rendimento econômico de R\$ 33.821,40 por hectare, também somando o rendimento das duas culturas. O cultivo de rabanete associado ao cultivo de brócolis com bordadura de manjeriço aumentou o rendimento econômico da área em 23%, já o cultivo de rabanete associado ao brócolis sem bordadura teve um incremento de 29% na receita final da área.

DISCUSSÃO

A cultura do rabanete não influenciou o desenvolvimento da cultura do brócolis, fato relacionado provavelmente com o ciclo das culturas, pois o rabanete possui um ciclo menor, cerca de 35 dias e o brócolis 92 dias em nosso experimento.

Referente aos parâmetros analisados, que inclui diâmetro da inflorescência, altura da planta e diâmetro do caule para cultura do brócolis, não houve diferenças significativas para os tratamentos em sistema de consórcio e os tratamentos de cultivo solteiro ($p > 0,05$). Para diâmetro da inflorescência, os valores amostrados foram similares aos encontrados em estudo realizado por (BRUM *et al.*, 2016) que foram de 23,0 cm, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$).

Na cultura do rabanete, além da produtividade foi aferido o peso da matéria fresca da parte área, sendo observada uma diferença significativa apenas no tratamento solteiro. Esse fator está relacionado, provavelmente, à disponibilidade de luz nesse local. Essa fato

foi observado por Ohse *et al.* (2012), os quais constataram em estudo realizado com consórcios de brócolis e alface, que houve competição por luz das culturas instaladas no local, o que pode afetar a produtividade.

Os sistemas de consórcio de hortaliças são muito utilizados e têm contribuído para o melhor aproveitamento das áreas de cultivo (DOS SANTOS *et al.*, 2019). Os mesmos autores pesquisando consórcios de hortaliças verificaram que os sistemas eram mais eficientes quando comparados a sistemas de cultivo solteiro, pois o IEA foi superior a 1, seguindo o critério de Gliessman (2009). Os tratamentos realizados em nosso estudo foram também eficientes, uma vez que os IEA's ficaram acima de 1.

Em nosso estudo observamos que os cultivos de brócolis e rabanete tiveram eficiência do ponto de vista da consorciação, tanto com e sem bordadura de manjeriço, sendo uma alternativa de melhor aproveitamento de espaço e área. A produtividade do brócolis nos tratamentos ficou próxima aos valores encontrados por Brum *et al.* (2016) que foi de 27,8 ton. ha⁻¹. O cultivo de brócolis e rabanete com bordadura de manjeriço foi o que obteve menor produtividade comparado com os demais tratamentos, o que deve estar relacionado com a competição por luminosidade entre as culturas.

Avaliando o consórcio duplo de rabanete com repolho, Silva (2017) concluiu que os sistemas de consórcios contribuem para o incremento de renda nos sistemas agrícolas. Em seu estudo avaliou que o consórcio possibilitou o aumento da produtividade, apresentando valores de 2,9 ton. ha⁻¹ para o rabanete, valores similares aos encontrados em nosso estudo, que foram de 3,6 ton. ha⁻¹ sem bordadura para consórcio com brócolis, e 2,9 ton. ha⁻¹ com bordadura de manjeriço.

Os sistemas consorciados têm sido muito utilizados e se caracterizam como uma alternativa para as pequenas propriedades, pois possibilita aumentar o rendimento por área aliando os cultivos, bem como o aumento de renda pelo fato de aproveitar melhor a área. Neste trabalho observou-se que o consórcio entre brócolis e rabanete é uma boa alternativa para melhorar o aproveitamento da área, aumentando o incremento de renda para o agricultor. É uma técnica que pode ser empregada em pequenas propriedades aumentando o rendimento, já que muitas vezes as áreas são menores e há necessidade de melhor aproveitá-las.

CONCLUSÃO

Os sistemas de consórcio entre brócolis e rabanete foram eficientes para as culturas avaliadas, sendo uma alternativa para melhor aproveitamento da área durante o ciclo das culturas. Os cultivos em consórcio tiveram incremento da receita econômica, quando relacionado com os cultivos solteiros. Com isso, a inserção desses sistemas nos cultivos agrícolas traz muitos benefícios, tanto ambientais como de rentabilidade.

REFERÊNCIAS

ALGERI, A.; SATO, A. J.; LUCHESE, A. V.; RIBEIRO, I. et al. Cultivo em consórcio de repolho, alface e cenoura/Cultivation in cabbage consortium, lettuce and carrot. *Brazilian Journal of Development*, 4, n. 6, p. 3436-3450, 2018.

ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Rio de Janeiro: Guaíba: Agropecuária; AS-PTA, p. 592. 2002.

BELING, R. R. (Ed.). *Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2019*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.

BONELA, G. D.; DOS SANTOS, W. P.; SOBRINHO, E. A.; DA COSTA GOMES, E. J. Produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes residuais de matéria orgânica. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 7, n. 2, 2017.

BRITO, A. U.; PUIATTI, M.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. et al. Viabilidade agroeconômica dos consórcios taro com brócolis, couve-chinesa, berinjela, jiló, pimentão e maxixe. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12, n. 3, p. 296-302, 2017.

BRUM, B.; BRANDELERO, F. D.; VARGAS, T. D. O.; STORCK, L. et al. Tamanho ótimo de parcela para avaliação da massa e diâmetro de cabeças de brócolis. *Ciência Rural*, 46, n. 3, p. 447-463, 2016.

DAMASCENO, A. S. V.; MASSAROTO, J. A.; DO NASCIMENTO JUNIOR, A. P.; MUNHOZ, E. M. Avaliação da produção de alface e rabanete em consórcio. *REVISTA DE CIÊNCIAS AGROAMBIENTAIS*, 14, n. 1, 2016.

DOS SANTOS BORGES, L.; PARREIRA, M. C.; GONÇALVES, C. D. J. B.; MELO FILHO, D. et al. Cultivo Consorciado de alface, cebolinha e coentro na Amazônia Tocantina/Consortiada cultivation of lettuce, chives and coriander in the Amazon Tocantina. *Brazilian Journal of Development*, 5, n. 6, p. 6092-6106, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa, MG: UFV, 2008.

FUKUSHI, Y. K. D. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; TELLES, C. C.; FARIAS, A. P. F. D. A. et al. Índice de equivalência de área para o cultivo consorciado de hortaliças em sistema de cultivo de base agroecológica. *Cadernos de Agroecologia*, 13, n. 1, 2018.

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável*. 4º ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. *Past: Paleontological statistics software packaged for education and data analysis*. 2001.

HENDGES, A. R. A. D. A. *Desempenho do cultivo de couve de folha com espécies aromáticas e condimentares*. 2016.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. *Current Agricultural Science and Technology*, 12, n. 2, 2006.

OHSE, S.; ALVES REZENDE, B. L.; SLEUTJES SILVEIRA, L.; FERNANDES OTTO, R. et al. Viabilidade agronômica de consórcios de brócolis e alface estabelecidos em diferentes épocas. *Idesia (Arica)*, 30, n. 2, p. 29-37, 2012.

OLIVEIRA, F. J.; BATISTA, D. G.; BATISTA, J.; DE SOUZA, A. et al., 2012, Sistema de plantio solteiro e consorciado na produção de hortaliças no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. S6158-S6163, jul. 2012.

SANTOS, A. D. Produção de inflorescências de cultivares de brócolis em condições de clima quente e úmido da Amazônia central. *Embrapa Territorial-Tese/dissertação (ALICE)*, 2017.

SANTOS, H., G., et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5 ed., ver., amp. Brasília, DF, 2018.

SILVA, C. A. R. D. Viabilidade técnica e econômica do cultivo consorciado de hortaliças para a agricultura familiar / Claúdio Augusto Rodrigues da Silva. – 2017. 156 f.; il.; 30 cm.

SOUZA, I. L.; TOMAZELLA, V. B.; SANTOS, A. J. N.; MORAES, T. et al. Parasitoids diversity in organic Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). *Brazilian Journal of Biology*, 79, n. 4, p. 603-611, Nov 2019.

VIEIRA, M.; CARLESSO, A.; HEREDIA ZÁRATE, N.; GONÇALVES, W. et al. Consórcio de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) e alface sob dois arranjos de plantas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 14, n. SPE, p. 169-174, 2012.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do trabalho realizado é possível observar que os sistemas consorciados têm maior diversidade de insetos, e a cultura do manjeriço contribui para aumento significativo desses organismos, sendo que muitas famílias de insetos encontradas no trabalho têm potencial para controle biológico. O manjeriço é uma alternativa para uso em sistema de consórcio, pois atrai diversos organismos nos cultivos, principalmente por suas características florísticas e aromáticas presentes na planta. Com isso, o uso desse tipo de planta tem um grande potencial para ampliar áreas agrícolas com manejo através do controle biológico conservativo, reduzindo o uso de agrotóxicos, o que contribui para não contaminação do meio ambiente. Outra vantagem do uso dessa planta é que a mesma pode ser utilizada para comercialização, já que é uma planta condimentar, dessa forma, aumentando a rentabilidade dos cultivos.

O uso de sistemas consorciados resulta no aumento da produção da área, pois é possível aliar mais de uma cultura no local, com isso, a utilização desses sistemas é uma alternativa para aproveitamento das áreas agrícolas, principalmente cultivos de hortaliças. Como já mencionado, o consórcio além de melhorar e contribuir para o rendimento econômico das áreas, ainda contribui para aumento das relações ecológicas entre os organismos vivos como, por exemplo, insetos.

O nosso trabalho vem ao encontro do desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e limpas, pois através da técnica utilizada pode-se reduzir o uso de agrotóxicos nos sistemas agrícolas. A partir dos dados aferidos e analisados é possível concluir que muitos organismos (famílias) tem potencial para uso no controle biológico, e que os arranjos vegetais a serem utilizados não interferem diretamente nesse fator. Com a implementação desses sistemas de produção é possível produzir alimentos livres de contaminantes, que vem contribuir para saúde da população, e conseqüentemente para os agricultores e todo o ecossistema envolvido no cenário produtivo.

O trabalho também contribui para formação de estudantes de ensino médio e técnico em agricultura, pois esteve articulado com o processo de ensino junto a Área de Produção Agropecuária da escola, no desenvolvimento dessa técnica de controle biológica voltada a produção agroecológica na área agrícola da EFASC.

8 REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A.; ANDERSON, M.K.; MERRICK, L.C. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conservation Biology*. 1: 49-58, 1987.
- ALTIERI, M. Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- BASEDOW, T.I.; HUA, L.; AGGARWALL, N. The infestation of *Vicia faba* L. (Fabaceae) by *Aphis fabae* (Scop.) (Homoptera: Aphididae) under the influence of Lamiaceae (*Ocimum basilicum* L. and *Satureja hortensis* L.). *Journal of Pest Science*, 79(3): p. 149-154, 2006.
- BENELLI, G. et al. *Cephalaria transsylvanica* based flower strips as potential food source for bees during dry periods in European Mediterranean basin countries. *Plos one*, 9(3): e93153, 2014.
- BELING, R. R. (Ed.). Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2019. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.
- BRANDELERO, F. D.; BRUM, B.; STORCK, L.; CARDOSO, J. et al. Plant characters of broccoli determinants of head production. *Ciência Rural*, 46, n. 6, p. 963-969, 2016.
- BONELA, G. D.; DOS SANTOS, W. P.; SOBRINHO, E. A.; DA COSTA GOMES, E. J. Produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes residuais de matéria orgânica. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 7, n. 2, 2017.
- COSTA, M. B. B. da. Agroecologia no Brasil: história, princípios e práticas. / Manoel Baltasar Baptista da Costa. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2017.
- DUARTE, T. S. Caracterização dos sistemas de produção, comercialização e Ater para produtos orgânicos e agroflorestais no DF. 2018. 104f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2018.
- CASTRO, R. A. de, M. A cultura do brócolis. – Brasília, DF: EMBRAPA. Brasília: Embrapa, 2015. 153 p.: il. Color.; 11 cm x 15,5 cm. – (Coleção Plantar, 74).
- FERNANDES, J.M.B.; MELO, D.R.M. de; GOMES, M.V.; SOUSA, T.P.de; SILVA, E.B. da; LINHARES, P.C.F. Desempenho do rabanete sob diferentes quantidades e períodos de incorporação do mata-pasto (*Senna obtusifolia* L.) ao solo. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 12(2): 921-930, 2014.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2013. 421 p.
- FONTES, E. M. G.; VALADARES, M. C. Controle Biológico de pragas na agricultura / Brasília DF : EMBRAPA 2020.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável. 4º ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). *Censo agropecuário 2017*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say)(Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. *Neotropical Entomology*, 32, n. 1, p. 145-149, 2003.

MONTEZANO, E.M.; PEIL, R.M.N. Sistema de consórcio na produção de hortaliças. *Revista Brasileira de Agrociência*, 12: 129-132, 2006.

PEREIRA, T. S.; VIDAL, M. C.; RESENDE, F. V. Efeito de solo previamente cultivado com plantas aromáticas na germinação e no desenvolvimento inicial de alface. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(4): 543-549, 2015.

PEREIRA, R.; MOREIRA, A. Manjeriço: cultivo e utilização. Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E), 2011. 31 p.; l. 21 cm – (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 2179-8184, 136).

PRETZ, V. F.. Inventário de insetos associados a plantas hortícolas e espontâneas e avaliação de afídeos e parasitismo em cultivo orgânico de couve (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala*) com e sem bordadura de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). Tese de Doutorado, 125 f. Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ROCHA, G. D. S. R.; KUCHAK, M. L.; DE OLIVEIRA, D. S. M.; ROCHA, P. D. et al. Olericultura como forma de viabilização de renda na agricultura familiar: um estudo de caso no município de Boa Vista das Missões – RS. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 5, n. 2, p. 82-100, 2020.

RAFAEL, José Albertino; MELO Gabriel Augusto; CARVALHO, Cláudio José Barros; CASARI, Sônia Aparecida; CONSTANTINO, Reginaldo. *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Ed. Hollos. 2012.

SANTOS, A. D. Produção de inflorescências de cultivares de brócolis em condições de clima quente e úmido da Amazônia central. Embrapa Territorial-Tese/dissertação (ALICE), 2017.

SANTOS, H., G., et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5 ed., ver., amp. Brasília, DF, 2018.

SBCS. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10. ed. Porto Alegre, 2004.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C. D.; LIMA, P. C. D. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. *Revista Ceres*, 61, p. 829-837, 2014.

SOUZA, I. L.; TOMAZELLA, V. B.; SANTOS, A. J. N.; MORAES, T. et al. Parasitoids diversity in organic Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). Brazilian Journal of Biology, 79, n. 4, p. 603-611, Nov 2019.

WADA, M. H. 2008. Afídeos (Hemiptera: Aphididae) e inimigos naturais associados ao brócolis, *Brassica oleracea* var. *italica* Plenck e couveflor *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. cultivados sob manejo orgânico e convencional. Monografia – 21 f. Curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

VIEIRA, M.; CARLESSO, A.; HEREDIA ZÁRATE, N.; GONÇALVES, W. et al. Consórcio de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) e alface sob dois arranjos de plantas. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 14, n. SPE, p. 169-174, 2012.

ZALLER, J.G.; K., U. Environmental pest management: challenges for agronomists, ecologists, economist and policymakers. Moshe Coll. 448p. 2005.