

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

IVETE MARIA GRISA

**CULTIVO DE BRÓCOLIS EM SUCESSÃO AO MILHETO EM PLANTIO DIRETO**



CURITIBA

2017

IVETE MARIA GRISA

## **CULTIVO DE BRÓCOLIS EM SUCESSÃO AO MILHETO EM PLANTIO DIRETO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Profº Dr. Átila Francisco Mógor

Co-orientador: Profº Dr. Henrique Soares Koehler

CURITIBA

2017

G869    Grisa, Ivete Maria  
          Cultivo de brócolis em sucessão ao milho em plantio direto. /  
Ivete Maria Grisa. - Curitiba: 2017.  
82 f.; il.

Orientador: Átila Francisco Mógor  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.  
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia – Produção Vegetal.

1. Brocolo - Cultivo. 2. Plantio direto. 3. Cobertura morta.  
I. Mógor, Átila Francisco. II. Universidade Federal do Paraná. Setor  
de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Produção Vegetal. III. Título.

CDU 635.33



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
Setor CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL)

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de IVETE MARIA GRISA intitulada: **CULTIVO DE BRÓCOLIS EM SUCESSÃO AO MILHETO EM PLANTIO DIRETO**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 30 de Maio de 2017.



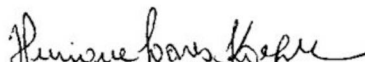
ÁTILA FRANCISCO MÓGOR

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)



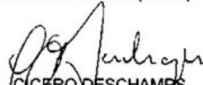
LEANDRO FLÁVIO CARNEIRO

Avaliador Externo (UFG)



HENRIQUE SOARES KOEHLER

Avaliador Interno (UFPR)



CICERO DESCHAMPS

Avaliador Interno (UFPR)



OSWALDO TERUYO JOO

Avaliador Externo (UFPR)

Dedico este trabalho a minha filha  
Jéssica e ao meu marido Saulo, eles dão  
sentido a minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar me guiando e dando força nesta caminhada.

A minha filha e a meu marido pelo incentivo, ajuda nos trabalhos de campo e por entenderem os momentos de ausência. Aos meus pais, irmãos, cunhadas, sobrinhos e sogra que sempre torceram pelo meu sucesso nesta empreitada.

Ao professor, Dr. Átila Francisco Mógor, pela orientação, compreensão, incentivo e confiança em meu trabalho.

Ao professor, Dr. Henrique Soares Koehler, pela orientação, apoio, amizade e pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos demais professores do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Paraná, que contribuíram para mais esta conquista profissional.

Aos amigos especiais que fiz durante o doutorado: Amanda Moser, Gilmar Triches, Lauri Marconato, Liliane Brito, Luciano Alves, Marcos Paladini, Rodrigo Monzani, Rômulo Debarba e Teomar da Silva.

Aos bolsistas, Viviane Mendes, Scheila Ronconi, Eloisa Topanote, Renata de Souza e Willian de Moraes Atanásio e ao funcionário de campo João Carlos da Silva Vieira, muito obrigada pela dedicação e trabalho árduo.

À secretária Lucimara Antunes pelo auxílio prestado durante o decorrer do curso.

À direção e colegas do Instituto Federal Catarinense-*Campus* Santa Rosa do Sul por possibilitarem que este sonho se tornasse realidade.

Ao Instituto Federal Catarinense e à Universidade Federal do Paraná pela possibilidade de realizar o doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para a execução do trabalho.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, acreditaram em mim e torceram pelo meu sucesso.

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”. (Roger Von Oech)

## BIOGRAFIA

Ivete Maria Grisa, nascida no município de Nova Prata/RS, em 27 de maio de 1964, filha de Pedro Grisa e Carmela Destri Grisa.

Concluiu o curso Técnico em Agricultura pela Escola Agrotécnica Federal de Bento Gonçalves/RS em 1985.

Em 19 de fevereiro de 1989 colou grau no Curso de Ciências Agrícolas e em 29 de janeiro de 1995 no Curso de Agronomia, ambos pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/RJ.

Concluiu o Curso de Especialização em Tecnologia de Sementes em 14 de agosto de 1996 pela Universidade Federal de Pelotas/RS.

Em 27 de maio de 2003 obteve o título de Mestre em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina/SC.

Em junho de 2013 ingressou no Curso de Doutorado em Produção Vegetal na Universidade Federal do Paraná, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo.

Desde 10 de fevereiro de 1995 é professora efetiva do Instituto Federal Catarinense- *Campus* Santa Rosa do Sul/SC.

## RESUMO

O brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) ganha importância econômica e social nos últimos tempos e é cultivado principalmente por pequenos e médios produtores e para obter o sucesso no cultivo deve-se manejar a cultura atendendo suas exigências agrônômicas, principalmente o manejo nutricional adequado. O sistema de plantio direto de hortaliças iniciou em resposta ao agravamento dos processos erosivos observados no sistema de produção convencional, em função da intensa mobilização do solo, principalmente em locais com topografia acidentada, com objetivo de resolver este problema surgiram as primeiras experiências com plantio direto na década de 1980. A utilização de plantas de cobertura, em plantio direto, aporta grandes quantidades de massa seca, reduz os impactos ambientais adversos, atua na supressão de plantas daninhas, além de diminuir os gastos com fertilizantes, pois estas plantas são capazes de reciclar nutrientes das camadas mais profundas do solo. Neste contexto, o trabalho buscou avaliar a supressão de plantas daninhas o acúmulo e liberação de nutrientes na palhada das plantas de cobertura e a produção de brócolis de inflorescência única, sob plantio direto em dois anos consecutivos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições e conduzido no Instituto Federal Catarinense-*Campus* Santa Rosa do Sul. Os tratamentos utilizados eram constituídos por plantio direto com cobertura milho inteiro (PDMI), com milho triturado (PDMT), com plantas espontâneas (PDPE) e plantio convencional sem utilização de cobertura de solo. Os tratamentos com plantio direto com cobertura de milho inteiro e triturado permitiram menor acúmulo de massa seca das plantas invasoras em relação ao plantio direto com plantas espontâneas e foi suficiente para suprimir as plantas invasoras. O acúmulo de nutrientes na massa seca das plantas de cobertura foi de 376, 106, 1086, 153, 52 e 30 Kg ha<sup>-1</sup> para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. A produtividade de brócolis, no segundo ano de avaliações, foi superior nos tratamentos com cobertura de solo em relação ao plantio convencional.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. v. *italica* (Plenck). *Pennisetum glaucum* L. (R. Brown). Hortaliças. Ciclagem. Plantas invasoras.

## ABSTRACT

Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) has been gaining economic and social importance, being cultivated mainly by small and medium-sized farmers. To achieve success in cultivation, the crop must be managed according to its agronomic requirements, especially the adequate nutritional management. Vegetable production under no-tillage system started in response to the erosive processes worsening observed in the conventional tillage production system, due to intense soil mobilization, especially in rugged terrains. In order to solve this problem, the first experiments with no-tillage began in the 1980s. The use of cover crops in this system provides large amounts of dry mass, reduces adverse environmental impacts, acts on weed control and decreases fertilization costs, as these plants are able to recycle nutrients from the lower layers of the soil. In this context, the study evaluated weed control, accumulation and release of nutrients by decomposing straw from the cover crops and the production of single-head broccoli under no-tillage in two consecutive years. The experimental design was a randomized complete block with four treatments and four replications, conducted at Instituto Federal Catarinense - Campus Santa Rosa do Sul. The treatments used were no-tillage with whole millet (PDMI), with ground millet (PDMT), with spontaneous plants (PDPE) and conventional tillage without the use of soil cover. The accumulation of nutrients in the dry mass of the cover crops was of 376, 106, 1086, 153, 52 and 30 Kg ha<sup>-1</sup> for N, P, K, Ca, Mg and S, respectively. Broccoli productivity in the second year of evaluation was higher in the treatments with soil cover in relation to conventional tillage.

**Key-words:** *Brassica oleracea* L. v. *italica* (Plenck). *Pennisetum glaucum* L. (R. Brown). Vegetables. Nutrient cycling. Weeds.

## LISTA DE FIGURAS

|           |                                                                                                                                                                                                                                |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1- | PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL EM mm (BARRAS) E TEMPERATURA MÉDIA °C (LINHAS) OBTIDAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IFC-CAMPUS SANTA ROSA DO SUL, DE NOVEMBRO DE 2013 A OUTUBRO DE 2015. IFC- SANTA ROSA DO SUL/SC, 2017..... | 59 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                 |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO I- PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS EM PLANTIO DIRETO SOBRE PALHA: SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS .....</b> |                                                                                                                                                                                                                 | <b>37</b> |
| <b>TABELA 1-</b>                                                                                           | <b>MÉDIAS MENS AIS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO OCORRIDAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.....</b>                                                                             | <b>42</b> |
| <b>TABELA 2-</b>                                                                                           | <b>RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO REALIZADAS NO MÊS DE NOVEMBRO DE 2013 E DE 2014 NA ÁREA EXPERIMENTAL. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.....</b>                                                                | <b>42</b> |
| <b>TABELA 3-</b>                                                                                           | <b>MASSA FRESCA, MASSA SECA E PORCENTAGEM DE REDUÇÃO DA MASSA FRESCA E SECA DAS PLANTAS DE COBERTURA NOS ANOS DE 2013/2014 E 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.....</b>                                | <b>46</b> |
| <b>TABELA 4-</b>                                                                                           | <b>DENSIDADE DAS PLANTAS DANINHAS DE MAIOR INCIDÊNCIA (PLANTAS m<sup>-2</sup>) OBSERVADAS NOS ANOS DE 2013/2014 E 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017 .....</b>                                          | <b>48</b> |
| <b>TABELA 5-</b>                                                                                           | <b>MÉDIAS DE MASSA SECA (g m<sup>-2</sup>) DAS PLANTAS DANINHAS COLETADAS AOS 15, 30, 45 E 60 DIAS APÓS O TRANSPLANTE DO BRÓCOLIS (DAT) PARA OS DOIS ANOS DE CULTIVO. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017 .....</b> | <b>50</b> |
| <b>TABELA 6-</b>                                                                                           | <b>PRODUTIVIDADE TOTAL ESTIMADA DO BRÓCOLIS, NAS SAFRAS 2013/2014 E 2014/2015 EM t ha<sup>-1</sup>. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.....</b>                                                                    | <b>51</b> |

**CAPÍTULO 2- DEGRADAÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES PELA PALHADA DE MILHETO E PLANTAS ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE BRÓCOLIS EM PLANTIO DIRETO ..... 54**

|           |                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1- | RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO REALIZADAS NO MÊS DE NOVEMBRO DE 2013 E DE 2014 NA ÁREA EXPERIMENTAL. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.....                                                                                       | 60 |
| TABELA 2- | PRODUÇÃO DE MASSA SECA E RELAÇÃO C/N DAS PLANTAS DE COBERTURA NOS ANOS DE 2013/2014 E 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017 .....                                                                                          | 65 |
| TABELA 3- | PORCENTAGEM DE MASSA SECA DEGRADADA AOS 30, 45, 60 75 E 90 DIAS APÓS O MANEJO, NOS ANOS DE 2013/14 E 2014/15. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.....                                                                              | 66 |
| TABELA 4- | QUANTIDADE REMANESCENTE E TOTAL LIBERADO DE NUTRIENTES NA PALHADA DAS PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO AVALIADO AOS 30, 45, 60, 75 E 90 DIAS APÓS A DEPOSIÇÃO DOS LITTER BAGS NO SOLO EM 2014. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017..... | 69 |
| TABELA 5- | QUANTIDADE REMANESCENTE E TOTAL LIBERADO DE NUTRIENTES NA PALHADA DAS PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO AVALIADO AOS 30, 45, 60, 75 E 90 DIAS APÓS A DEPOSIÇÃO DOS LITTER BAGS NO SOLO EM 2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017..... | 70 |
| TABELA 6- | RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO (0,0 - 0,20m), NO PERÍODO DE 2013/2014. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017 .....                                                                                                                   | 71 |

|            |                                                                                                                                                                                             |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 7-  | RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO (0,0 - 0,20m), NO PERÍODO DE 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017 .....                                                                               | 72 |
| TABELA 8-  | ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES PRESENTES NO TECIDO VEGETAL DAS PLANTAS (FOLHAS E CAULE) E INFLORESCÊNCIA DE BRÓCOLIS, PRIMEIRO CICLO DE CULTIVO 2013/2014. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017..... | 73 |
| TABELA 9-  | ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES PRESENTES NO TECIDO VEGETAL DAS PLANTAS (FOLHAS E CAULE) E INFLORESCÊNCIA DE BRÓCOLIS, PRIMEIRO CICLO DE CULTIVO 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017..... | 74 |
| TABELA 10- | PRODUTIVIDADE TOTAL ESTIMADA DO BRÓCOLIS, NAS SAFRAS 2013/2014 E 2014/2015 EM t ha <sup>-1</sup> . SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.....                                                     | 75 |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                  |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>                                                                                                    | <b>16</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b>                                                                                                     |           |
|          | <b>PLANTIO DIRETO EM HORTALIÇAS: PERSPECTIVAS, VANTAGENS E LIMITAÇÕES .....</b>                                                  | <b>20</b> |
|          | RESUMO .....                                                                                                                     | 20        |
|          | ABSTRACT .....                                                                                                                   | 21        |
| 2.1      | INTRODUÇÃO .....                                                                                                                 | 22        |
| 2.2      | HISTÓRICO DO PLANTIO DIRETO .....                                                                                                | 24        |
| 2.3      | CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS DE COBERTURA .....                                                                                   | 25        |
| 2.4      | PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (PDH) .....                                                                                         | 27        |
| 2.5      | ACÚMULO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE COBERTURA E NUTRIÇÃO DE HORTALIÇAS EM PLANTIO DIRETO .....                                   | 29        |
| 2.6      | LIMITAÇÕES DO PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS .....                                                                                 | 30        |
| 2.7      | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                                                                                        | 32        |
|          | REFERÊNCIAS .....                                                                                                                | 33        |
| <b>3</b> | <b>CAPÍTULO 1- PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS EM PLANTIO DIRETO SOBRE PALHA: SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS EM CULTIVOS SUCESSIVOS.....</b> | <b>37</b> |
|          | RESUMO .....                                                                                                                     | 37        |
|          | ABSTRACT .....                                                                                                                   | 38        |
| 3.1      | INTRODUÇÃO .....                                                                                                                 | 39        |
| 3.2      | MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                         | 41        |
| 3.3      | RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                                                                                    | 45        |
| 3.4      | CONCLUSÕES .....                                                                                                                 | 51        |
|          | REFERÊNCIAS .....                                                                                                                | 52        |

|          |                                                                                                                                                              |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4</b> | <b>CAPÍTULO 2- DEGRADAÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES<br/>PELA PALHADA DE MILHETO E PLANTAS ESPONTÂNEAS NO<br/>CULTIVO DE BRÓCOLIS EM PLANTIO DIRETO .....</b> | <b>54</b> |
|          | RESUMO .....                                                                                                                                                 | 54        |
|          | ABSTRACT .....                                                                                                                                               | 55        |
| 4.1      | INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                             | 56        |
| 4.2      | MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                                     | 59        |
| 4.3      | RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                                                                                                                | 64        |
| 4.4      | CONCLUSÕES .....                                                                                                                                             | 75        |
|          | REFERÊNCIAS .....                                                                                                                                            | 77        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>                                                                                                                               | <b>80</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>                                                                                                                              | <b>81</b> |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O brócolis (*Brassica oleracea* L. v. *italica* (Plenck) com inflorescência única é uma hortaliça originária do Mediterrâneo e se apresenta como produto de importante valor econômico, estando entre as hortaliças mais plantadas e consumidas no Brasil.

É uma planta semelhante botanicamente à couve-flor, com caule mais longo que esta, nas folhas as nervuras são menos salientes, produz uma inflorescência central compacta ou inflorescências laterais nas axilas das folhas, sendo formadas por pequenos botões florais ainda fechados e pedúnculos macios (FILGUEIRA, 2013).

O cultivo do brócolis iniciou na Europa no século 19, a área plantada mundialmente com esta hortaliça supera 1 milhão de hectares com produção acima de 19 milhões de toneladas por ano. No Brasil, a estimativa para a área cultivada com brócolis é de 15 mil hectares, sendo crescente o uso do plantio direto para esta cultura.

O cultivo de brócolis de cabeça única está mais concentrado nas regiões Sul e Sudeste, com destaques para os estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Distrito Federal (CECÍLIO FILHO et al. 2012). Segundo Filgueira (2013) o cultivo do brócolis é realizado principalmente nos cinturões verdes e a maior parte da produção é destinada ao mercado na forma in natura, nas feiras livres e supermercados.

Para Cecílio Filho et al. (2012) ocorreu um impulso no cultivo desta hortaliça nos últimos anos demonstrando elevado potencial de mercado, em função das propriedades nutricionais e presença de compostos relacionados à saúde. O cultivo de brócolis também apresenta importância social, além da econômica, na geração de empregos diretos e indiretos desde o cultivo até a industrialização.

A agricultura brasileira, por muito tempo se caracterizou por utilizar práticas agrícolas como a queima de resíduos culturais e realizar excessiva movimentação do solo durante o seu preparo. Porém, nas últimas décadas ocorreu uma mudança nesta postura e com a implementação do sistema de plantio direto, busca-se reverter o processo de degradação do solo recuperando a capacidade produtiva do mesmo (POTT e FELTRIN, 2008).

No Brasil, o plantio direto está consolidado na produção de grãos, com aproximadamente 30 milhões de hectares na safra de 2011/12, sendo o líder mundial no uso deste sistema de cultivo (FEBRAPDP, 2012). Para Ribeiro et al. (2001), o plantio direto não é uma técnica isolada de produção, mas sim, um conjunto de ações e o sucesso depende do não revolvimento do solo, da rotação de culturas e do uso de plantas de cobertura adaptadas às condições locais.

O potencial produtivo dos solos das regiões tropicais e subtropicais diminui, principalmente em função da erosão e do esgotamento da matéria orgânica do solo. O emprego de técnicas como o plantio direto é fundamental para a manutenção e aumento das condições, químicas, físicas e biológicas do solo (MARCANTE et al. 2011).

O plantio direto de hortaliças (PDH), chamado também de cultivo mínimo ou plantio direto na palha está fundamentado na técnica de plantio direto utilizado nas grandes culturas como soja, milho, feijão e cana. As hortaliças, na grande maioria, possuem baixa relação C/N e geralmente a maior parte da massa produzida é retirada durante a etapa de colheita (MADEIRA e OLIVEIRA, 2004).

Melo et al. (2010) consideram que o plantio direto de hortaliças tem papel importante para mitigar os processos erosivos causados pelo excessivo revolvimento do solo comum em sistema convencional de cultivo e que a rotação de culturas proporcionará diminuição dos problemas fitossanitários, além da redução da amplitude térmica proporcionada pela palhada. Esta palhada mantida sobre a superfície do solo traz benefícios aos sistemas de produção, especialmente no cultivo de olerícolas (OLIVEIRA et al. 2008).

Em hortaliças, a tendência é que manejos mais sustentáveis do solo sejam inseridos nos sistemas de produção. Mais pesquisas são necessárias para adaptar essa tecnologia ao ambiente de cultivo, o qual apresenta grande diversidade de espécies e manejo, sendo que algumas culturas oleráceas apresentam maior adaptabilidade ao sistema que outras, e o manejo adequado não são o mesmo para cada situação (HIRATA e HIRATA, 2015).

A escolha adequada da planta de cobertura de solo para a formação de palhada é imprescindível para o sucesso deste sistema de cultivo, sendo mais comum utilizar poáceas por apresentar elevada relação carbono: nitrogênio (C:N), o que confere lenta decomposição, destacando-se milheto, milho ou braquiária no verão, e aveia-preta ou trigo no inverno (MELO et al. 2015). Neste sentido Mógor e Câmara (2009) recomendam para a produção de hortaliças em plantio direto a utilização de milho, milheto e aveia preta, como plantas de cobertura de solo, em rotação com as olerícolas.

Entre as espécies de plantas de cobertura o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) poácea anual originada da África se destaca pela alta produção de massa seca, menor taxa de degradação e alta capacidade de extrair nutrientes do solo (BOER et al. 2008; SILVA et al. 2010; PACHECO et al. 2013). As características mais importantes das plantas de cobertura de solo, para Leite et al. (2010) são a quantidade e durabilidade da massa produzida, além da capacidade de ciclagem de nutrientes, especialmente, os que foram perdidos por lixiviação.

Teixeira et al. (2005) consideram que a utilização do milheto como planta de cobertura de solo, pelos produtores, é devido à fácil instalação e adaptação às condições desfavoráveis de cultivo, principalmente pela tolerância à seca, crescimento rápido e maior capacidade de ciclagem de nutrientes e alta produção de biomassa. Estas características foram confirmadas por Soratto et al. (2012), que concluíram que o milheto produz maior quantidade de massa seca com acúmulo maior de N, P, K, Ca, Mg, S, C e Si, além de apresentar maior taxa de decomposição e liberação de nutrientes que outras plantas de cobertura.

Em trabalho com plantio direto de brócolis, Morse (1995) comparou o corte e rolamento das coberturas de soja, trigo mourisco e milho com o dessecamento com herbicidas e não observou diferença estatística entre os tratamentos tanto em quantidade como em qualidade das cabeças.

A cobertura do solo com palhada, das mais diferentes espécies de plantas, proporciona aumento no teor de matéria orgânica, além de agir como barreira física na supressão de plantas invasoras, favorecendo deste modo, a germinação e o desenvolvimento das culturas de interesse econômico (BOER et al. 2008).

Silva et al. (2013), em experimento com cultivo de melancia, obtiveram maior produtividade de frutos, além de menor infestação de plantas daninhas no sistema de plantio direto quando comparado com o convencional. Obtiveram redução de 100% na produtividade de frutos comercializáveis quando a cultura conviveu com as plantas daninhas durante todo o ciclo, já no plantio direto a redução foi de 35,7%.

Em sistema de plantio direto de hortaliças Melo et al. (2015) consideram que a redução de plantas daninhas tem sido entre 50% a 70% do total ocorrente nas áreas em comparação ao sistema convencional com preparo de solo. Resultando, essa diminuição em menor quantidade de capinas e, conseqüentemente menor custo de produção.

Estudos com cultivo de hortaliças em plantio direto tanto no Brasil, como em outros países buscam que um maior número de horticultores o adotem, gerando assim demandas por pesquisas que busquem elucidar os processos envolvidos neste sistema de produção

Diante disso, essa pesquisa teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo do brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* (Plenck) de inflorescência única no sistema de plantio direto, em sucessão ao milho (*Penissetum glaucum* L. (R. Brown) e plantas espontâneas em dois ciclos de produção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### PLANTIO DIRETO EM HORTALIÇAS: PERSPECTIVAS, VANTAGENS E LIMITAÇÕES

#### RESUMO

O plantio direto de hortaliças consiste num passo importante na busca da agricultura sustentável e originou-se da intenção de combater principalmente a erosão do solo. Este sistema está baseado no revolvimento mínimo do solo, na rotação de cultura e na manutenção da cobertura do solo com resíduos vegetais. A produção convencional de hortaliças, em várias regiões, se concentra em áreas com declividade elevada onde os processos erosivos do solo são alarmantes, bem como o crescente agravamento dos problemas fitossanitários e o uso intensivo da mesma área por cultivos sucessivos. Para minimizar estes problemas surge o plantio direto de hortaliças em várias regiões e com diferentes culturas, visando não somente o controle da erosão, mas também o incremento dos teores de carbono no solo, além da redução na perda de água e diminuição da amplitude térmica do solo. As principais vantagens do plantio direto de hortaliças são a redução no uso de máquinas, a melhoria da estrutura do solo, o aumento da infiltração e retenção de água, a redução das perdas de água por evaporação e escoamento superficial, a melhoria do desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o controle de plantas invasoras, a redução da erosão e do impacto da chuva e o consequente aumento da eficiência do uso de água pelas plantas. Nesta revisão serão abordadas informações em relação ao sistema de plantio direto com ênfase na produção de hortaliças, considerando suas perspectivas, vantagens e limitações.

**Palavras-chave:** Sistemas de produção. Olerícolas. Plantas de cobertura. Manejo do solo.

## **DIRECT PLANTING IN VEGETABLES: PERSPECTIVES, ADVANTAGES AND LIMITATIONS**

### **ABSTRACT**

Vegetable production under no-tillage system is an important step in the search for sustainable agriculture and originated from the intention to reduce soil erosion. This system is based on minimum soil disturbance, crop rotation and maintenance of plant residues on the soil surface. Conventional vegetable production in several regions is concentrated in areas with high slope where soil erosion processes are alarming, as well as increasing aggravation of plant health problems and intensive use of the same area with successive crops. An alternative to minimize these problems is the vegetable production under no-tillage system in different regions and with different crops, aiming not only to control erosion, but also to increase soil carbon contents, as well as to reduce water loss and reduce the temperature range of the soil. The main advantages of the vegetable production under no-tillage system are the reduction in the use of machines, the improvement of soil structure, the increase of water infiltration and retention, the reduction of water losses through evaporation and surface runoff, the improvement of root system development of the plants, the control of invasive plants, the reduction of erosion and impact of rain and the consequent increase in the efficiency of water use by plants. In this review, information will be approached regarding the no-tillage system with emphasis on the production of vegetables, considering their perspectives, advantages and limitations.

**Key-words:** Production Systems. Vegetables. Cover crops. Soil management.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O homem há pelo menos 10.000 anos já cultivava plantas pelo sistema de plantio direto, fazia isso com a ajuda de uma haste de madeira pontiaguda abrindo espaço para depositar as sementes no solo. Com o desenvolvimento de ferramentas e implementos para o preparo do solo houve evolução gradativa com incorporação de conhecimento de novos equipamentos, tornando mais fáceis e ágeis diversas atividades. Assim, o preparo do solo se desenvolveu com o objetivo de eliminar a vegetação e revolver o solo, deixando-o apto para o plantio (LANDERS, 2005).

Machado, (2005) considera que a agricultura se tornou a maior intervenção do homem na natureza, provocando perdas consideráveis de solo durante as práticas de preparo do mesmo. Faulkner (1945), em seu livro “La insensatez del labrador”, faz as primeiras referências sobre não haver razão científica para o agricultor realizar a aração do solo e propõe o cultivo mínimo como alternativa.

Em cultivo de hortaliças os sistemas de produção levam a uma dinâmica baseada na busca por maior produtividade na safra vigente, com uso intensivo e crescente de insumos e mecanização, causando muitas vezes problemas generalizados de impactos ambientais e localizados de contaminação humana (MADEIRA, 2009 a).

O plantio direto (PD) é um sistema agrícola conservacionista em relação à água e o solo e tem como objetivo obter o máximo potencial produtivo das culturas e está fundamentado nos princípios de mínimo revolvimento do solo, rotação de culturas e cobertura do solo (MADEIRA e MELO, 2010). Já, para Freitas (2002), plantio direto é um sistema de manejo sustentável do solo e da água com objetivo de garantir que as plantas cultivadas consigam expressar o potencial genético, num complexo integrado de processos, que se fundamenta no revolvimento mínimo do solo restrito à linha de plantio, na diversificação de espécies utilizadas em rotação e na cobertura do solo com plantas para a formação de palhada.

Cruz et al. (2001), consideram que o plantio direto traz efeitos benéficos, pois atuam na redução dos processos erosivos e melhoram os atributos químicos, físicos e biológicos dos solos se tornando assim uma ferramenta essencial para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários.

No plantio direto Heckler et al. (1998) destacam a importância da camada de palha sobre a superfície do solo, pois esta funciona como atenuadora ou dissipadora de energia, protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, atua como obstáculo ao movimento do excesso de água que não infiltrou no solo e impede o transporte e o arrastamento de partículas pela enxurrada.

Existe uma demanda pelo uso de sistemas de manejo que preservem e aumentem a qualidade do solo, além da busca pelo aumento de produtividade. Dentre esses sistemas conservacionistas, o plantio direto tem se destacado e confirmado com trabalhos de pesquisa, assim, Teixeira et al. (2009) em estudos com decomposição e liberação de nutrientes na palhada de milho e crotalária, comprovaram que estas plantas de cobertura acumulam e liberam macronutrientes no solo em maior quantidade quando estão consorciadas. Trabalhando com diferentes coberturas de solo, Mógor e Câmara, (2009) determinaram que solos cobertos com aveia preta propiciaram maior acúmulo de potássio pelas plantas de alface.

Favarato et al. (2014) verificaram que o uso de palha em sistema de plantio direto orgânico de milho proporcionou redução do percentual de infestação e densidade absoluta de plantas daninhas. Kosterna, (2014) confirmou que coberturas de solo com trigo mourisco contribuíram no rendimento comercial e peso da cabeça do brócolis de inflorescência única em plantio direto.

Quando se realiza o sistema de plantio direto, o solo fica coberto com palha levando a diminuição na perda de água e solo, ocorre ciclagem de nutrientes, há aumento do teor de matéria orgânica, com isso os agricultores terão economia de fertilizantes, herbicidas e mão de obra, levando a uma maior estabilidade de produção e aumento da produtividade (CALEGARI e COSTA,

2010). O sistema de plantio direto é considerado uma ferramenta essencial para se alcançar a sustentabilidade em sistemas de cultivo (CRUZ et al. 2011).

## 2.2 HISTÓRICO DO PLANTIO DIRETO

O sistema de plantio direto surgiu em ensaios na Inglaterra e Estados Unidos na década de 1950 e no Brasil no final da década de 1960, em pequenas áreas experimentais com apoio de instituições de ensino superior e organizações de pesquisa (MOTTER e ALMEIDA, 2015).

Quando os imigrantes europeus, nas décadas de 1950 e 1960, iniciaram a utilização intensiva das áreas para a produção agrícola nos estados do sul do Brasil baseavam o preparo do solo no modelo tecnológico de suas regiões de origem, onde era utilizado o arado e a grade para expor o solo e aumentar a temperatura na primavera, incorporar os restos vegetais, bem como realizar o controle de invasoras (CASÃO JÚNIOR et al. 2012). Já, no caso de países onde predomina clima tropical, com temperatura e precipitação mais elevada, não havia necessidade de arar e gradear o solo, além disso, anualmente, se promoviam queimadas dos restos culturais e a palha que iria proteger o solo da erosão virava cinzas, porém com o passar do tempo os agricultores adquirem consciência de preservação do solo e criam práticas conservacionistas e de cultivo mínimo (SILVA et al. 2009).

O principal objetivo dos agricultores ao iniciar o uso do sistema de plantio direto foi encontrar alternativas para deter o processo de erosão que acompanhava a crescente mecanização da agricultura no período da revolução verde (MOTTER e ALMEIDA, 2015). A ação proativa destes agricultores com agências de pesquisa, extensão e universidades fez com que houvesse a incorporação da filosofia conservacionista do revolvimento mínimo do solo. Em função disso, a evolução do sistema de plantio direto em grãos, no Brasil, ocorreu de forma exponencial nas últimas décadas passando de 180 hectares em 1972/73 para mais de 30 milhões de hectares na safra de 2011/12 (FEBRAPDP, 2012).

Um dos principais problemas do plantio direto na década de 1980 foi a dependência química no controle de plantas daninhas gerando riscos com contaminação do homem e do ambiente, posteriormente, porém com o uso da rotação e sucessão de culturas houve uma redução nas necessidades de fertilizantes e herbicidas, tornando o sistema mais sustentável (CRUZ et al. 2001).

O sistema de plantio direto na palha está consolidado e bem difundido no cultivo de grandes culturas, porém a utilização deste sistema de preparo de solo ainda é pouco utilizado na produção de hortaliças. Mesmo assim, o plantio direto de hortaliças (PDH) vem se destacando pela manutenção de índices satisfatórios de produtividade. Esta técnica de manejo do solo deve ser adotada com planejamento e seguir algumas etapas para ser bem sucedida, pois, deve manter o solo coberto para diminuir perdas por erosão, evitar grandes variações de temperatura, manter a umidade, aumentar a taxa de infiltração e a capacidade de retenção de água no solo (LIMA et al. 2014).

A ideia de reduzir a movimentação do solo na olericultura é merecedora de esforços para que esta prática se torne realidade (OLIVEIRA, 2004). Atualmente, com o avanço das tecnologias empregadas e os implementos disponíveis, existe a possibilidade de adoção desse sistema de plantio tanto por grandes produtores quanto por agricultores familiares.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS DE COBERTURA

Para a escolha das espécies de plantas de cobertura dos solos, Alvarenga et al. (2001) destacam que devem ser preferidas as com maior potencial para produção de fitomassa, rapidez no ciclo, além de estarem adaptadas as condições locais de clima e solo. Esses autores consideram que a quantidade e qualidade da palha sobre a superfície do solo dependem do sistema de rotação adotado e, em grande parte, do tipo de planta de cobertura e do manejo que lhe é dado.

Segundo Madeira e Melo (2010), o sucesso na produção de palha em quantidade e qualidade depende das espécies possuírem atributos, tais como: rápido estabelecimento, tolerar o déficit hídrico e frio, produzir grande quantidade de sementes e de fitomassa, não infestar áreas, facilitar a semeadura da cultura principal, controlar invasoras, possuir sistema radicular vigoroso e profundo, ter capacidade de reciclar nutrientes e elevada relação C/N, além de ser possível utilizá-las na alimentação humana ou animal. Essas plantas devem possibilitar, ainda, um fácil manejo com a camada de palha formada, oferecendo pequena resistência aos componentes de corte das semeadoras, de tal modo que o plantio subsequente possa ser realizado sem dificuldades operacionais.

Medeiros e Calegari (2007) citam que as espécies mais usadas em plantio direto são: aveia preta, nabo forrageiro, ervilhacas (comum, peluda), centeio, tremoço branco. Além destas, os pequenos agricultores usam, principalmente em áreas montanhosas, mucunas, guandus e crotalárias.

De acordo com Casão Júnior et al. (2006), as espécies aveia branca, aveia preta comum, aveia preta, crotalária juncea, crotalária spectabilis, trigo mourisco, ervilha forrageira, feijão de porco, guandu, moha, mucuna anã e nabo forrageiro são recomendadas para fornecer cobertura do solo. Vale ressaltar que não existe planta de cobertura melhor ou pior, pois não estão agrupadas pelo grau de importância, e sim pela adaptação a uma determinada condição ou se encaixar dentro planejamento de cada propriedade.

A utilização de plantas de cobertura da família das fabáceas tem como vantagem a sua capacidade de fornecer nitrogênio para a cultura sucessora (MATHEIS et al. 2006), porém apresentam baixa relação C/N levando a uma rápida decomposição da palhada (TEIXEIRA et al. 2009).

Plantas da família das poáceas destacam-se pela elevada produção de fitomassa e relação C/N alta, com isso a taxa de decomposição e liberação dos nutrientes é mais lenta (SILVA et al. 2012). O uso de poáceas contribui para a absorção de nutrientes em camadas mais profundas do solo, principalmente o potássio, e os disponibiliza na superfície do solo (BOER et al. 2008).

No Brasil, o milho é a poácea mais utilizada como planta de cobertura de solo, principalmente na entressafra, (MARCANTE et al. 2011). Em estudos realizados por Alvarenga et al. (2001) com plantas de cobertura, comprovaram que o milho mantém na superfície do solo palhada que degrada mais lentamente, além de possuir sistema radicular mais desenvolvido absorve nutrientes em maiores profundidades, conseguindo extrair e reciclar nutrientes não absorvidos pelas culturas anuais, que têm raízes mais superficiais.

Teixeira et al. (2011) trabalhando com a cultivar de milho ENA 2 verificaram que a mesma apresenta menor taxa de decomposição de biomassa, por isso se torna mais favorável a utilização como planta de cobertura e recicladora de nutrientes em ambiente tropical.

A utilização de diferentes espécies de plantas de cobertura em consórcio pode proporcionar efeitos benéficos aos sistemas produtivos, pois essas plantas possuem características biológicas diferenciadas o que resulta em exploração diferenciada do solo, favorecendo diferentes organismos e ciclagem de nutrientes também distintos (CHERR et al. 2006), além da estruturação física do solo e produção de massa seca com relação C/N intermediária que levam a uma menor taxa de decomposição quando se compara com cultivo solteiro de fabáceas, tornando-se assim relevante avaliar o desempenho de espécies de plantas de cobertura consorciadas.

## 2.4 PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (PDH)

De acordo com Madeira (2009 b), as primeiras experiências no Brasil com PDH surgiram em Santa Catarina na década de 1980 com o cultivo mínimo de cebola, na região de Ituporanga. Estas experiências foram motivadas pelo agravamento contínuo dos processos erosivos dos solos desse estado, que é o maior produtor nacional de cebola e chegou a ter metade da área cultivada com a cultura no sistema de plantio direto.

Melo et al. (2016) descrevem os benefícios do PDH, entre eles destacam redução nas enxurradas em torno de 90% e perdas de solo em torno de 70%, minimizando assim, os processos erosivos. Já a economia de água em culturas irrigadas pode chegar até 30% e a diminuição na utilização de máquinas em até 75%. A palhada pode promover a regulação térmica com redução dos extremos de temperatura em até 10°C na superfície do solo, além do aumento nos teores de matéria orgânica e maior ação biológica de minhocas e outros organismos. Citam ainda que o PDH promove a menor dispersão de doenças, pelo não revolvimento do solo e redução de enxurradas e respingos, bem como a redução nas capinas pela barreira proporcionada pela palhada para as plantas infestantes e a preservação ou recuperação da qualidade do solo.

O manejo do solo, no cultivo de hortaliças, costuma ser intensivo no sistema de produção convencional, porém, a preocupação com métodos de conservação do solo tem aumentado na produção convencional de hortaliças, por isso, os agricultores têm utilizado práticas conservacionistas como a adubação verde e a cobertura vegetal (ALCÂNTARA e MADEIRA, 2008).

No sistema de plantio direto, as plantadeiras e semeadeiras devem proporcionar condições ideais para o estabelecimento rápido e uniforme da população de plantas desejadas, para isso, é necessário que a máquina crie um ambiente favorável para o desenvolvimento do processo de germinação.

Madeira, (2004) discute, que no caso específico de adoção de plantio direto em hortaliças, as mesmas não proporcionam resíduos de palhada em quantidade adequada a esta forma de preparo, seja pela baixa relação C/N que apresentam, ou pela exportação do material vegetal de interesse comercial, ou pela ocorrência de patógenos que exigem a eliminação dos restos culturais.

Com a utilização de práticas conservacionistas de solo, na produção de hortaliças, Alcântara e Madeira, (2008) citam que há várias espécies de hortaliças que se adaptam facilmente ao sistema de plantio direto, como algumas plantas da família das brássicas, das solanáceas e cucurbitáceas, cujo plantio é realizado com mudas, ou seja, hortaliças que são cultivadas em espaçamentos amplos e que permitam o deslocamento e os tratos culturais.

Abdul-Baki et al. (1997) avaliaram a produtividade de brócolis e a massa seca de plantas daninhas em plantio direto. Utilizaram como cobertura de solo, a soja forrageira, o milho e o consórcio entre as duas. A produtividade e a produção comercializável das cabeças nos tratamentos com plantio direto foram comparáveis com o sistema convencional, apesar do peso da cabeça ter sido menor no tratamento com palhada de milho.

## 2.5 ACÚMULO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE COBERTURA E NUTRIÇÃO DE HORTALIÇAS EM PLANTIO DIRETO

As hortaliças extraem do solo e exportam nas partes utilizadas no consumo, maior quantidade de nutrientes, por área, em relação a outras culturas, isso ocorre em função das exigências inerentes a elas e da maior capacidade de produção das mesmas. Está elevada exigência dificilmente é suprida pela fertilidade natural do solo (FILGUEIRA, 2008).

As despesas com adubos em plantio direto de hortaliças podem ser minimizadas com a utilização de plantas de cobertura, tanto em consórcio como solteiras, pois estas absorvem e ciclam nutrientes das camadas mais profundas do solo, acumulando-os na fitomassa produzida. Isto se torna importante neste sistema de cultivo, porque esses nutrientes são liberados para o solo, aumentando a fertilidade das camadas superficiais, ficando disponível para as próximas culturas (PAULETTI et al. 2009).

Souza et al. (2013) ao avaliarem a produção de cebola em plantio direto com cobertura de vegetação espontânea, cevada, aveia preta, centeio e nabo-forrageiro consorciadas e solteiras, concluíram que as mesmas contribuíram para o aumento e a manutenção da produção total de cebola ao longo dos anos, com aumento do teor de potássio trocável no solo.

Branco et al. (2009) em cultivo de tomate sob plantio direto, observaram aumento do teor de matéria orgânica quando a cobertura de solo utilizada foi o milho em relação ao preparo convencional.

O milho está entre as plantas de cobertura que mais acumulam nutrientes. Oliveira et al. (2002), constataram que o milho e o sorgo em cultivo solteiro e o consórcio de milho e mucuna preta foram as coberturas que apresentaram maior disponibilidade de nutrientes para o feijoeiro cultivado em sequência, quando comparadas aos demais tratamentos. Ao avaliar o acúmulo de nutrientes em folhas de milho, braquiária brizantha e capim Mombaça, Braz et al. (2004), observaram maior quantidade de nutrientes em folhas de milho com valores estimados de 348, 36 e 314 kg ha<sup>-1</sup>, para o capim mombaça as quantidades foram de 180, 16 e 164 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para nitrogênio, fósforo e potássio.

A utilização das plantas de cobertura, em plantio direto de hortaliças é uma das formas mais eficiente e econômica para o agricultor elevar o teor de matéria orgânica e de nutrientes no solo.

## 2.6 LIMITAÇÕES DO PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS

Melo et al. (2010), discutem como é complexo o estabelecimento do sistema de plantio direto de hortaliças, a longo prazo, como ocorre no cultivo de grãos e consideram que isso se deve pela baixa produção de resíduos da maioria das olerícolas, pela dificuldade de plantio de algumas espécies como cenoura e batata, sem o revolvimento do solo e que a maior parte das propriedades são pequenas e fazem uso intensivo da área. Mesmo assim, citam que ao efetuar o cultivo de hortaliças em plantio direto, ocorre diminuição dos processos erosivos do solo comparado aos sistemas convencionais, que ao realizar a rotação de culturas, haverá redução nos problemas fitossanitários e com a manutenção da palhada sobre o solo possibilitará diminuição da amplitude térmica bem como, a manutenção da umidade do mesmo.

Segundo, Alcântara e Madeira (2008), pode haver desvantagens na utilização do PDH, pois em regiões muito úmidas, podem ocorrer alguns fungos fito patogênicos, bem como elevar a população de larvas de besouros consumidores de matéria orgânica que, em grandes populações, podem atacar

as raízes das plantas para alimentar-se. Além disso, segundo os autores o cultivo de plantas de cobertura tornam áreas indisponíveis, mesmo que momentaneamente, para a produção de culturas com valor comercial direto.

Madeira, (2009 a) considera que em regiões produtoras de olerícolas e, especialmente em áreas montanhosas de relevo acidentado, os processos erosivos e o esgotamento dos recursos naturais são preocupantes, comprometendo áreas até então produtivas levando à insustentabilidade de produção. Além disso, a falta e o preço elevado das sementes de algumas espécies de plantas de cobertura são fatores que desfavorecem a adoção do plantio direto de hortaliças. O fato de algumas hortaliças serem cultivadas em áreas arrendadas também contribui para a não disseminação da prática de plantio direto.

Para Junior e Factor (2009), as principais dificuldades no processo de implantação do plantio direto de hortaliças se relacionam com o plantio, com a rotação das culturas e, ainda, com a manutenção da palha no solo, pois as semeadoras tem certa dificuldade em cortar a palha, colocar a semente na profundidade certa, distante do adubo e em contato com o solo, de maneira a promover germinação uniforme. Hoje o mercado de implementos agrícolas já evoluiu em relação dificuldades citadas por estes pesquisadores e algumas empresas do setor já estão investindo e lançando máquinas e implementos direcionados ao plantio direto de hortaliças.

Alcântara e Madeira, (2008) consideram ainda, que algumas culturas como a cenoura, a batata doce e a batata apresentam limitações ao cultivo em sistemas de plantio direto, pois, no caso da cenoura em função da dominância apical das raízes, as mesmas podem se desenvolver tortas ou bifurcadas. Para a batata doce há necessidade de leiras para a formação de raízes e no caso da batata a amontoa é fundamental na formação dos tubérculos.

Conforme o plantio direto se consolida como um sistema eficiente e viável surge novas possibilidades quanto a sua utilização em outras atividades agrícolas mais eficientes na exploração de hortaliças.

## 2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os benefícios do sistema de plantio direto estão relacionados com a utilização de palhada e permitem recuperação de áreas degradadas e a utilização dos solos de forma conservacionista.

O plantio direto em hortaliças é fundamental, pois estas se caracterizam pelo ciclo rápido, uso intensivo do solo, insumos e práticas culturais.

A adoção do PDH pelos produtores está condicionada à resolução dos problemas relacionados com este sistema de produção e devem ser elucidados pelas agências de pesquisas e universidades.

## REFERÊNCIAS

ABDUL-BAKI, A. et al. Broccoli production in forage soybean and foxtail millet cover crop mulches. **HortScience**. v. 32, n. 5, p. 836-839, 1997.

ALCÂNTARA, F.A.; MADEIRA, N.R. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. (Boletim Técnico 64), 2008. Disponível em: [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/34840/1/ct\\_64.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/34840/1/ct_64.pdf). Acesso em: 20 dez. 2016.

ALVARENGA, R.C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

BOER, C.A. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 843-851, 2008. DOI: 10.1590/S0100-06832008000200038.

BRANCO, R.B.F; et al. Atributo físico e químico do solo em sistema de plantio direto do tomateiro. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom), 2009.

BRAZ, A.J.B. et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e Mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 2, p. 83-87, 2004.

CALEGARI, A.; COSTA, A. Sistemas conservacionistas de uso de solo. IN: **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. EMBRAPA Solos, 486 p, 2010.

CASÃO JUNIOR, R. et al. Sistema de plantio direto com qualidade. **IAPAR-Instituto Agronômico do Paraná**, 2006.

CHERR, C.M. et al. Green manure approaches to crop production: a synthesis. **Agronomy Journal**, v. 98, p.302-319, 2006. DOI: 10.2134/agronj2005.0035.

CRUZ, J.C. et al. Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 13-24, 2001.

CRUZ, J.C. et al. Sistema de plantio direto de milho. **Ageitec EMBRAPA**. 2011. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_72\\_59200523355](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355) Acesso em 22 de dezembro 2016.

FAULKENER, E. **La insensatez del labrador**. Ed. El Ateneo, 1945.

FAVARATO, L.F. et al. Population density and weed infestation in organic no-tillage corn cropping system under different soil covers. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 739-746, 2014.

FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Evolução da área de plantio direto no Brasil. Disponível em [http:// www.febrapdp.org.br/area-de-pd](http://www.febrapdp.org.br/area-de-pd) Acessado em 10 de fevereiro de 2017.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV. 402 p. 2008.

FREITAS, P. L.; Sustentabilidade: Harmonia com a Natureza. **Agroanalysis**. v. 22, n. 2, p. 12-17, 2002.

HECKLER, J.C. et al. In: **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Dourados: EMBRAPA- CPAO, p. 37-49. 1998.

JUNIOR, J.M.B.; FACTOR, T.L. Oportunidades e dificuldades no plantio direto de hortaliças: o caso de São José do Rio Pardo. **Horticultura Brasileira** v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom) 2009.

KOSTERNA, E. Soil mulching with straw in broccoli cultivation for early harvest. **Journal of Ecological Engineering**. v. 5, n. 2, p. 100-107, 2014.

LANDERS, J.N. Módulo 1: Histórico, características e benefícios do Plantio Direto. **ABEAS Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior ABEAS**. Universidade de Brasília - UnB Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV Brasília-DF, 2005.

LIMA, C.E.P. et al. Avaliação de impactos ambientais com o Ambitec-Agro: estudo de caso do sistema de plantio direto de hortaliças. **Boletim Pesquisa e Desenvolvimento EMBRAPA**. 2014. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118050/1/BPD-117.pdf>. Acesso em 06 jan. 2017.

MACHADO, P.L.O.A. O Carbono no solo e a mitigação da mudança climática global. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 329-334, 2005.

MADEIRA, N.R. Hortaliças sem canteiros. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, v. 5, n. 25, p. 14-15, 2004.

MADEIRA, N.R. Avanços tecnológicos no cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira** v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom), 2009a.

MADEIRA, N.R. A viabilidade do cultivo de cebola em plantio direto. **Revista Campo e Negócio HF**, v. 4, n. 47. p. 40-43, 2009b.

MADEIRA, N.R.; MELO, R.A.C. Sobre a palha. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, ano IX, n. 60, p. 20-23, 2010.

MARCANTE, N.C. et al. Teores de nutrientes no milho como cobertura do solo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 196-204. 2011.

MATHEIS, H.A.S.M. et al. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. *Laranja*, v. 27, n. 1, p. 101-110, 2006.

MEDEIROS, G.B.; CALEGARI, A. Sistema plantio direto com qualidade: a importância do uso de plantas de cobertura num planejamento cultural estratégico. **Revista Plantio Direto**, edição 102, 2007. Disponível em: [http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=836](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=836). Acesso em 12 jan. 2017.

MELO, R.A.C. et al. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 23-28, 2010.

MELO, R.A.C. et al. **Produção de brássicas em Sistema Plantio Direto**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016. 16p. (Circular Técnica 151).

MÓGOR, A.F.; CÂMARA, F.L.A. Teores de fósforo, potássio e produção de alface orgânica em diferentes coberturas do solo. *Bioscience Journal*, v. 25, n. 3, p. 112-118, 2009 <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6930/4593>. Acesso em 10 fev. 2017.

MOTTER, P.; ALMEIDA, H.G. **Plantio direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira**. 144 p., 2015.

OLIVEIRA, T.K. de. et al. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

OLIVEIRA, N.G. de. **Plantio direto de feijão-vagem e alface sobre coberturas vivas perenes de *Paspalum notatum* e *Arachis pinto* sob manejo orgânico**. 2004. 46p. Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

PAULETTI, V. et al. Atributos químicos de um Latossolo bruno sob sistema plantio direto em função da estratégia de adubação e do método de amostragem de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 581-590, 2009. Disponível em: Acesso em: 18 jan. 2017. DOI: 10.1590/S0100-06832009000300011.

SILVA, A.A. et al. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 496-506, 2009.

SILVA, J.A.N. et al. Crescimento e produção de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n.6, p. 769-775, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000600006.

SOUZA, M. et al. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 21-27, 2013.

TEIXEIRA, C.M. et al. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009. DOI: 10.4025/actasciagron.v31i4.1356.

TEIXEIRA, C.M. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35, p. 867-876, 2011.

### 3. CAPÍTULO 1- PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS EM PLANTIO DIRETO SOBRE PALHA: SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS EM CULTIVOS SUCESSIVOS

#### RESUMO

O cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto é capaz de reduzir a erosão do solo, diminuir a necessidade de água para a irrigação e controlar as plantas invasoras com manutenção de índices satisfatórios de produtividade. A utilização de plantas de cobertura em plantio direto proporciona redução na germinação e na população de plantas invasoras. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da palhada de milho e de plantas espontâneas na supressão de invasoras na produção da cultura do brócolis em sistema de plantio direto. O experimento foi conduzido em dois anos consecutivos, com delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram testadas as coberturas com milho inteiro; milho triturado; palhada de plantas espontâneas e plantio convencional. Nas subparcelas avaliou-se a população de plantas daninhas em quatro épocas. A produção de massa seca, pelas plantas espontâneas, nos dois anos experimentais, não foi suficiente para evitar o desenvolvimento de invasoras no cultivo de brócolis em todas as datas amostradas, já a quantidade de massa seca de milho evitou o surgimento de plantas invasoras. A densidade de invasoras por metro quadrado foi maior no tratamento com plantas espontâneas diferindo dos demais. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos na produtividade de brócolis, no primeiro ano, porém, no segundo, o tratamento com cobertura de milho inteiro foi superior ao plantio convencional.

**Palavras-chave:** *Pennisetum glaucum* (L) R. Brown. *Brassica oleracea* var. *italica* (L), milho. Plantas espontâneas. Cobertura de solo.

## **BROCCOLI PRODUCTION IN DIRECT PLANTING IN STRAW: SUPPRESSION OF WEEDS IN SUBSEQUENT GROWING.**

### **ABSTRACT**

Vegetable production under no-tillage system is capable of reducing soil erosion, reducing the need of water for irrigation and controlling invasive plants maintaining satisfactory levels of productivity. The use of cover crops in no-tillage provides a reduction in the germination and population of invasive plants. The objective of this work was to evaluate the effect of millet straw and spontaneous plants on the suppression of weeds in the production of broccoli in a no-tillage system. The experiment was conducted in two consecutive years, with a randomized complete block design with four treatments and four replications in subdivided plots. In the plots were tested the cover with whole millet; ground millet; spontaneous plants and conventional tillage. In subplots the weed population was evaluated in four seasons. The production of dry mass by the spontaneous plants in the two experimental years was not enough to avoid the development of weeds in all dates, but the amount of dry mass of millet avoided the emergence of invasive plants. The density of weeds per square meter was higher in the treatment with spontaneous plants, which differed from the others. There were no statistically significant differences between treatments in broccoli productivity in the first year, but in the second year the treatment with whole millet cover was superior to conventional tillage.

**Key-Words:** *Pennisetum glaucum* (L) R. Brown. *Brassica oleracea* var. *italica* (L), millet. Spontaneous plants. Soil cover.

### 3.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a área cultivada com grãos com plantio direto na palha fica em torno de 31 milhões e 800 mil ha (FEBRAPD, 2012), porém, não se tem informações em relação ao plantio direto em hortaliças, mesmo que as primeiras experiências com esta forma de produção tenham ocorrido na década de 1980.

Melo, Madeira e Peixoto (2010), discutem como é complexo o estabelecimento do sistema de plantio direto de hortaliças, em longo prazo, como ocorre no cultivo de grãos. Isso se deve a características peculiares do cultivo de hortaliças como o mercado dinâmico, baixa produção de resíduos pela grande maioria das olerícolas, dificuldade de plantio para algumas espécies como cenoura e batata sem o revolvimento do solo e propriedades pequenas com uso intensivo da área. Mesmo assim, citam alguns facilitadores para efetuar o cultivo de hortaliças em plantio direto, dentre eles a possibilidade de diminuir os processos erosivos gerados pelo excessivo revolvimento do solo nos sistemas convencionais, efetuar rotação de culturas reduzindo problemas fitossanitários, diminuir amplitude térmica do solo e produzir palhada na época das chuvas para a produção de hortaliças com irrigação na época seca, prática já utilizada na maioria das unidades produtivas.

Em cultivos sob plantio direto, a palhada produzida pelas plantas de cobertura protege o solo dos efeitos dos raios solares, das gotas de chuva, reduz a perda de água, aumenta a ciclagem dos nutrientes e é uma importante alternativa para o controle de plantas invasoras (OLIVEIRA et al. 2001). Segundo Lorenzi (2000), as interferências causadas pelas plantas daninhas reduzem a produção agrícola em cerca de 30 a 40%, além dos prejuízos diretos estas plantas reduzem a eficiência agrícola aumentando os custos de produção.

Pitelli e Pitelli, (2004) afirmam que os efeitos da cobertura morta sobre as plantas daninhas devem ser avaliadas sob os aspectos físicos, químicos e biológicos e da interação entre eles. Pois, com a presença de palhada formará

uma camada que limitará a passagem de luz inibindo a germinação das sementes e dificultando o desenvolvimento inicial das plântulas. Os efeitos químicos surgem da decomposição da palhada e/ou da exsudação, pelas raízes, de substâncias alelopáticas que exercem efeito inibitório na germinação ou interfere em algum processo de crescimento, havendo casos em que ocorre morte da planta (ALVARENGA et al. 2001). O efeito biológico também pode interferir no desenvolvimento das plantas daninhas, pois a presença de cobertura no solo cria condições propícias para o surgimento de organismos que utilizam sementes e plântulas de invasoras como fonte de energia (NOCE et al. 2008).

Silva, Hirata e Monquero (2009) em avaliação realizada na cultura de tomateiro rasteiro verificaram maior controle de plantas daninhas, reduzindo a emergência e o acúmulo de massa seca, quando utilizaram palhada de milho e crotalária em consórcio ou isoladas.

Kosterna (2014) ao estudar o desenvolvimento de brócolis sob diferentes tipos de cobertura de solo, demonstrou que as palhadas testadas de centeio, milho, trigo mourisco e colza contribuíram no rendimento e melhoria dos parâmetros estudados, sendo o maior rendimento comercial e peso da cabeça quando este era cultivado em palhada de trigo mourisco.

Entre as espécies utilizadas para o plantio direto o milho (*Pennisetum glaucum* L. R. Brown), que é uma planta C<sub>4</sub>, anual de verão, originária da África, vem sendo cultivada no Brasil com fins de cobertura de solo, principalmente no cerrado, pela fácil instalação e adaptação a condições desfavoráveis, tolerância à estiagem e rápido crescimento, além, de possuir alta produção de biomassa e sistema radicular profundo que aumenta a capacidade de ciclagem de nutrientes, (EMBRAPA, 2003).

O cultivo de hortaliças normalmente ocupa a mesma área por sucessivos cultivos favorecendo o surgimento de plantas daninhas mais resistentes, geralmente propagadas por via assexual, gerando assim aumento na aplicação de herbicidas e conseqüentemente no custo de produção. Em geral, nestas áreas, os solos são férteis com disponibilidade de água por conseqüência, nesses ambientes, predominam espécies ruderais, que exibem

altas taxas de crescimento e formação de estruturas reprodutivas (FONTANÉTTI et al. 2004).

A maioria dos pequenos produtores possuem limitações em utilizar alta tecnologia somada ao elevado custo e escassez de mão de obra. Assim o manejo de plantas daninhas com a utilização de plantas de cobertura se torna imprescindível e quando bem manejadas oferecem um efeito supressor sobre esta população de plantas (QUEIROZ et al. 2010). A presença de palha sobre a superfície do solo, além do aspecto conservacionista, pode reduzir ou até mesmo suprimir a população de plantas daninhas diminuindo custos aos produtores.

Atualmente, há um aumento de trabalhos relacionados com o plantio direto de hortaliças e vem crescendo a adoção por parte dos produtores (MAROUELLI et al. 2010; TEÓFILO et al. 2012; NESPOLI et al. 2013; HIRATA et al. 2014), mas há demandas por pesquisas que busquem o entendimento dos processos envolvidos neste sistema de cultivo. Um dos fatores mais prejudiciais à produção agrícola é a ocorrência de plantas daninhas, sendo o manejo destas, um dos maiores desafios do sistema plantio direto de hortaliças.

Este trabalho de pesquisa teve por objetivo testar se o uso da palha de milho inteiro e triturado e de plantas espontâneas acarretam modificações na comunidade de plantas daninhas, seja na ocorrência de espécies ou no acúmulo de fitomassa das mesmas, além de aumento no rendimento de brócolis sob plantio direto.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido na área de produção de hortaliças do Instituto Federal Catarinense-*Campus* Santa Rosa do Sul/SC. A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas (29° 08' 05" S; 49° 42' 00" W e 12 m de altitude). Os ensaios foram desenvolvidos em dois anos consecutivos

(2013/14 e 2014/15) entre os meses de novembro a maio de cada período e mantidos nas mesmas parcelas experimentais. O clima, pela classificação de Köppen, é Cfa, temperado úmido com verão quente, os dados de temperatura médias mensais e precipitação se encontram na TABELA 1.

TABELA 1- MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO OCORRIDAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Mês       | 2013/2014        |                   | 2014/2015        |                   |
|-----------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|           | Temperatura (°C) | Precipitação (mm) | Temperatura (°C) | Precipitação (mm) |
| Novembro  | 20,4             | 37                | 23,3             | 35                |
| Dezembro  | 22,8             | 87                | 25,1             | 120               |
| Janeiro   | 24,9             | 115               | 28,2             | 46                |
| Fevereiro | 25,1             | 204               | 28,0             | 21                |
| Março     | 22,9             | 139               | 26,1             | 58                |
| Abril     | 21,2             | 61                | 23,5             | 90                |
| Maio      | 17,6             | 78                | 20,2             | 27                |
| Junho     | 15,7             | 2                 | 19,3             | 13                |
| Julho     | 15,5             | 59                | 16,8             | 194               |
| Agosto    | 16,7             | 84                | 20,5             | 51                |
| Setembro  | 19,1             | 107               | 18,2             | 171               |
| Outubro   | 21,3             | 2                 | 19,3             | 78                |

FONTE: O autor

O solo da área experimental é do tipo Gleissolo háplico, sujeito ao encharcamento em alguns períodos do ano, para evitar esta condição o mesmo se encontrava drenado. Antecedendo a semeadura das plantas de cobertura em novembro de 2013 e de 2014 foram realizadas coletas de amostra de solo da camada arável (0 a 20 cm). Os resultados das características químicas do solo se encontram na TABELA 2.

TABELA 2- RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO REALIZADAS NO MÊS DE NOVEMBRO DE 2013 E DE 2014 NA ÁREA EXPERIMENTAL. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Ano  | pH (H <sub>2</sub> O) | MO<br>----- % ----- | Argila<br>----- % ----- | P<br>Mehlich-1<br>--mg/dm <sup>3</sup> -- | K<br>-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- | Al  | Ca   | Mg  | Al+H | CTC  | Bases % |
|------|-----------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|------|-----|------|------|---------|
| 2013 | 6,3                   | 4,3                 | 16,7                    | >100                                      | 292,3                                              | 0,0 | 7,8  | 3,3 | 2,6  | 14,5 | 82,2    |
| 2014 | 6,1                   | 4,4                 | 14,8                    | >100                                      | 316,4                                              | 0,0 | 10,0 | 3,6 | 2,3  | 16,7 | 86,8    |

O delineamento experimental foi montado em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições em parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída por diferentes coberturas de solo e a subparcela por quatro

épocas de avaliação da população de plantas daninhas. Para a avaliação da produtividade do brócolis o delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições.

Os tratamentos utilizados, nas parcelas, foram constituídos por: plantio direto com cobertura de milho (*Penissetum glaucum* (L) R. Brown) inteiro (PDMI); plantio direto com cobertura milho triturado (PDMT); plantio direto com cobertura das plantas espontâneas (PDPE) e plantio convencional sem cobertura de solo (PC) como testemunha. Nas subparcelas foi realizada a avaliação da supressão das invasoras pelas plantas de cobertura aos 15, 30, 45 e 60 dias após o manejo das plantas de cobertura.

Em 28 de novembro de 2013 e 29 de novembro de 2014 foi realizada a semeadura do milho (BRS 1501) de forma manual em sulcos distanciados em 20 cm, com raleio, manteve-se uma população de 250 mil plantas por hectare. Já no tratamento plantio direto com cobertura das plantas espontâneas, foram mantidas as que surgiram de propágulos e sementes existentes no banco de sementes. Nesse tratamento foram identificadas plantas de diversas famílias, porém predominavam poáceas como: *Cynodum dactylum*, *Eleusine indica* e *Urochloa plantaginea*.

No tratamento com plantio convencional foi realizada uma aração mecânica, com auxílio de enxada rotativa com profundidade de 20 cm, uma semana antes do transplante do brócolis.

Não foi realizada adubação de plantio e de cobertura, nos dois anos avaliados, durante o cultivo das plantas de cobertura. Para a cultura do brócolis, em todos os tratamentos, foi aplicado 200 kg de N ha<sup>-1</sup> parcelado sendo um no plantio e dois em cobertura (25 dias após o transplante e no início do florescimento), 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> aplicado todo no plantio e 160 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> parcelado em duas vezes (metade no plantio e metade 30 dias após o transplante). Estas doses foram calculadas com os resultados das análises de solo baseadas nas recomendações do Manual de Adubação e Calagem para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

O manejo das plantas de cobertura (milho e espontâneas) foi realizado no dia 28 de janeiro de 2014 e 18 de fevereiro de 2015, quando as

plantas de milho apresentavam início de florescimento. O manejo foi realizado de forma manual cortando-se as plantas rente ao solo. Para quantificar a produção de massa fresca produzida pelo milho e pelas plantas espontâneas, foi utilizado um quadro com área interna de 0,25 m<sup>2</sup> em duas amostras aleatórias em cada parcela. Estas foram encaminhadas ao laboratório para determinar a massa fresca e imediatamente foram acondicionadas em embalagens de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar (Modelo Luca 80/100) a 65 °C por 72h, depois de obter peso constante, foi estimada a quantidade de massa seca das coberturas por hectare, em cada tratamento.

Nos tratamentos com milho inteiro e plantas espontâneas, as plantas foram distribuídas longitudinalmente nas parcelas, e no tratamento com milho triturado, realizou-se a operação com triturador (Menegaro JF 92 Z10 série 2) mantendo-se segmentos de  $3 \pm 1$  cm, sendo distribuídos uniformemente sobre as parcelas.

As mudas de brócolis (Salinas F1 Topseed) foram transplantadas nas parcelas experimentais dez dias após o manejo das plantas de cobertura (07/02/2014 e 28/02/2015) e distribuídas em duas linhas com oito metros de comprimento contendo 16 plantas com espaçamento de 0,7 x 0,5 m. Foram utilizadas as oito plantas centrais das parcelas para as avaliações de massa fresca e produtividade. A irrigação, quando necessária, foi realizada com o auxílio de mangueira aspersora.

Quando as inflorescências do brócolis apresentaram tamanho máximo, compactas e com grânulos bem fechados procedeu-se a colheita manual cortando-as abaixo da inserção da primeira folha. O período de colheita foi entre 30 de abril e 14 de maio de 2014 e entre 21 de maio e 10 de junho de 2015. Após a colheita as inflorescências foram encaminhadas ao laboratório para determinação de massa fresca. A produtividade total foi obtida pelo produto entre a produção por planta e a densidade populacional e expressa em t ha<sup>-1</sup>.

A avaliação da supressão das invasoras pelas plantas de cobertura e a sua densidade foi realizada utilizando um quadro com área interna de 0,25 m<sup>2</sup>, lançado ao acaso por duas vezes em cada parcela. As plantas invasoras

presentes dentro desta área foram cortadas rente ao solo, recolhidas, quantificadas, identificadas de acordo com Moreira e Bragança (2011) e encaminhadas ao laboratório para determinação de massa fresca. A primeira amostragem foi realizada no dia 12 de fevereiro de 2014 e repetida a cada 15 dias sendo a última feita no dia dois de abril de 2014. No segundo ano experimental as coletas iniciaram em cinco de março e enceraram no dia 22 de abril de 2015.

Para a determinação da massa seca amostras foram acondicionadas em embalagens de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar com temperatura média de 65 °C, até obter peso constante, foi então, estimada a quantidade de massa seca expressa em g m<sup>-2</sup>. Depois de cada coleta, foi realizada a limpeza manual das parcelas eliminando-se todas plantas invasoras presentes nas mesmas.

Os dados experimentais foram submetidos a testes de homogeneidade de variância. Como as variâncias foram homogêneas, procedeu-se às análises de variância, sem necessidade de transformação. Os dados significativos foram comparados pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa estatístico Assistat 7.7 beta.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano de avaliações (2013/2014) a massa seca do milho foi de 23,5 t ha<sup>-1</sup> (TABELA 3) superior aos resultados encontrados por Noce et al. (2008) que realizaram o manejo das plantas também aos 60 dias após a semeadura e Teixeira et al. (2011) que utilizaram em seus estudos o mesmo cultivar (BRS 1501) manejado aos 59 dias após a semeadura, obtiveram a quantidade de massa seca de 4,3 e 1,4 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O resultado de massa fresca do milho foi superior, no primeiro cultivo, e semelhante no segundo ano, quando comparado ao encontrado por Pires et al. (2007) em diferentes cultivares de milho, no início do florescimento,

conduzidos em pré safra para culturas de verão. Estes autores demonstraram que o milho, acumulou 173 kg de massa seca  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  aos 57 dias após a semeadura, enquanto, o acúmulo de massa seca diária, obtido no presente trabalho foi 412 kg  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  e 154 kg  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ , no primeiro e segundo ano, respectivamente.

A diminuição na massa fresca e seca do milho do primeiro para o segundo ano foi na ordem de 64 e 62%, respectivamente (TABELA 3), já para a cobertura com plantas espontâneas a redução foi de 44% na massa fresca e de 20% na massa seca. A diminuição na quantidade de massa verde e seca no segundo ano avaliado ocorreu provavelmente, em função do acamamento sofrido pelas plantas de cobertura após ocorrência de ventos fortes na região de estudo, tendo-se ainda uma variação grande na produção de palhada nas parcelas.

Analisando-se a quantidade de palhada produzida pelas plantas de cobertura, observa-se diferença significativa entre os tratamentos com milho e com plantas espontâneas (TABELA 3), demonstrando o baixo potencial produtivo quando se utilizam as plantas espontâneas como produtoras de palhada.

TABELA 3- MASSA FRESCA, MASSA SECA E PORCENTAGEM DE REDUÇÃO DA MASSA FRESCA E SECA DAS PLANTAS DE COBERTURA NOS ANOS DE 2013/2014 E 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| COBERTURA          | 2013/2014                         |                   | 2014/2015 |       | % de Redução |    |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------|-------|--------------|----|
|                    | MF                                | MS                | MF        | MS    | MF           | MS |
|                    | ----- (t $\text{ha}^{-1}$ ) ----- |                   |           |       |              |    |
| <b>Milho</b>       | 150,9 a                           | 23,5 <sup>a</sup> | 53,1 a    | 8,8 a | 64           | 62 |
| <b>Espontâneas</b> | 29,2 b                            | 4,9 <sup>b</sup>  | 16,2 b    | 3,9 b | 44           | 20 |
| <b>CV%</b>         | 10,07                             | 10,07             | 31,37     | 23,59 |              |    |

MF= massa fresca; MS= massa seca; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A massa seca produzida pelas plantas espontâneas foi de 4,9 t  $\text{ha}^{-1}$  (TABELA 3), superior à encontrada por Meschede, Ferreira e Ribeiro (2007) de 2,9 t  $\text{ha}^{-1}$  e corrobora com estes resultados, pois, ao avaliarem diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado, observaram que a vegetação espontânea apresentou também menores valores de massa seca quando comparada com o milho.

A quantidade de massa seca das plantas espontâneas, nos dois anos experimentais foi menor do que o recomendado por Alvarenga et al. (2001), de  $6 \text{ t ha}^{-1}$  para garantir uma boa cobertura de solo, permitindo que os resíduos permaneçam sobre o mesmo por um período mais prolongado, criando condição adequada para a implantação do sistema de plantio direto, pois é a quantidade de massa seca, sua persistência no solo, e a composição, que determinam a eficiência no controle de plantas daninhas.

As espécies de plantas daninhas predominantes na área experimental durante os dois anos de cultivo foram a tiririca (*Cyperus rotundus* L.), o capim pé de galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn), a trapoeraba (*Commelina erecta* L.), a grama seda (*Cynodon dactylon* L. Pers), o caruru (*Amaranthus lividus* L.) e o picão branco (*Galinsoga quadriradiata* Cav.) (TABELA 4).

A densidade total das plantas daninhas avaliadas nos dois anos de cultivo (TABELA 4) foi diferenciada entre os tratamentos quando comparado com o plantio convencional, sendo inferior nos tratamentos com palhada de milho inteiro e triturado. Os resultados demonstram que no tratamento com palhada de plantas espontâneas a quantidade de massa seca produzida não foi suficiente para suprimir as plantas daninhas, corroborando com o trabalho feito por Bortoluzzi e Eltz (2001) que utilizando  $4 \text{ t ha}^{-1}$  de palha de aveia, independente do manejo, verificaram que não houve supressão de plantas daninhas.

Observando-se a TABELA 4, verifica-se que tanto no primeiro quanto no segundo ano de avaliações, as coberturas com milho inteiro e triturado apresentaram maior controle da tiririca quando comparado com a cobertura de plantas espontâneas, provavelmente em função da baixa produção de palhada neste tratamento. Mesmo assim, a densidade de tiririca encontrada neste trabalho de 157,5 e 257,5 plantas  $\text{m}^{-2}$  no primeiro e segundo ano respectivamente (TABELA 4), foi superior a encontrada por Fontanétti et al. (2004) de 63,5 plantas  $\text{m}^{-2}$ , em estudo com adubação verde para o controle de plantas invasoras nas culturas de alface americana e repolho utilizando tratamento com cobertura de vegetação espontânea.

No primeiro ano de cultivo observou-se nas parcelas com cobertura de milho inteiro, menor densidade de capim pé de galinha, grama seda e caruru, quando comparado com o tratamento com plantio convencional (TABELA 4), já no segundo ano a densidade foi menor para tiririca, grama seda e caruru.

A planta invasora picão branco, mostrou maior densidade nos tratamentos com milho inteiro nos dois anos de cultivo, diferindo de todas as outras espécies. Neste tratamento era esperado um menor número de plantas, como foi observado para as demais espécies (TABELA 4). Segundo Carmona, (1992) algumas espécies de plantas daninhas podem apresentar maior intensidade de emergência no sistema de plantio direto do que no convencional. Damalas (2008), ao estudar o picão branco cita que características como a falta de dormência das sementes, rápido crescimento e desenvolvimento, florescimento precoce, muitas gerações por estação de crescimento, a produção de um grande número de sementes em uma ampla gama de circunstâncias ambientais permitem uma distribuição fácil e rápida da erva em grandes populações.

TABELA 4- DENSIDADE DAS PLANTAS DANINHAS DE MAIOR INCIDÊNCIA (PLANTAS m<sup>-2</sup>) OBSERVADAS NOS ANOS DE 2013/2014 E 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| TRATAMENTO | 2013/2014 |               |             |             |        |              |         | TOTAL  |
|------------|-----------|---------------|-------------|-------------|--------|--------------|---------|--------|
|            | Tiririca  | Pé de galinha | Trapoe-raba | Gramma Seda | Caruru | Picão Branco | Outras  |        |
| PDMI       | 22,5 b    | 1,5 d         | 12,0 ab     | 4,5 b       | 2,5 c  | 41,5 a       | 3,0 b   | 87,5 c |
| PDMT       | 10,5 b    | 38,0 b        | 12,5 a      | 7,0 b       | 7,0 b  | 21,0 b       | 5,0 b   | 101,0c |
| PDPE       | 157,5 a   | 56,0 a        | 11,0 ab     | 16,0 a      | 13,0 a | 14,5 b       | 4,0 b   | 272,0a |
| PC         | 61,5 b    | 14,0 c        | 7,5 b       | 17,0 a      | 6,0 b  | 19,5 b       | 18,5 a  | 144,0b |
| CV %       | 15,73     | 16,0          | 19,49       | 19,36       | 22,07  | 16,68        | 17,35   | 7,79   |
| TRATAMENTO | 2014/2015 |               |             |             |        |              |         | TOTAL  |
|            | Tiririca  | Pé de galinha | Trapoe-raba | Gramma Seda | Caruru | Picão Branco | Outras  |        |
| PDMI       | 8,5 c     | 22,5 b        | 4,5 b       | 0,0 c       | 3,5 bc | 41,0 a       | 73,5 b  | 160,5c |
| PDMT       | 24,5 c    | 12,0 c        | 9,0 a       | 6,0 b       | 2,5 c  | 11,5 c       | 60,5 c  | 132,0c |
| PDPE       | 257,5 a   | 31,0 a        | 8,0 a       | 20,5 a      | 6,0 b  | 14,5 b       | 121,0 a | 463,5a |
| PC         | 165,5 b   | 6,0 c         | 1,5 c       | 4,0 b       | 14,5 a | 14,0bc       | 54,5 c  | 262,5b |
| CV %       | 7,6       | 20,95         | 23,55       | 23,03       | 21,49  | 6,48         | 7,58    | 5,18   |

PDMI- plantio direto com milho inteiro; PDMT- plantio direto com milho triturado; PDPE- plantio direto com plantas espontâneas; PC- plantio convencional. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados das médias de produção de massa seca das plantas daninhas em  $\text{g m}^{-2}$  (TABELA 5), mostram interação entre os fatores cobertura de solo e épocas avaliadas.

As plantas de cobertura proporcionaram redução da massa seca das plantas daninhas nos tratamentos com milheto inteiro e triturado na ordem de 55 e 83 % no primeiro e segundo ano, respectivamente. A cobertura menos eficiente em controlar as plantas invasoras, nos dois anos avaliados, foi o tratamento com plantas espontâneas em todas as datas avaliadas (15, 30, 45 e 60 dias após o transplante do brócolis), tanto na densidade como na massa seca. Vidal e Trezzi (2004) observaram reduções de 41% de infestação e de 74% de massa seca total de plantas daninhas comparando as áreas de plantio direto cobertas com palhada dos genótipos de sorgo (RS 11, BR 601 e BR 304) e milheto Comum RS, em relação à testemunha descoberta.

O tratamento com palha de milheto inteiro, no primeiro ano de cultivo, foi superior estatisticamente em diminuir a massa seca das plantas daninhas na avaliação realizada aos 15 dias após o transplante do brócolis, já na segunda e quarta avaliação os resultados foram semelhantes estatisticamente com cobertura de milheto triturado (TABELA 5).

Quando se compara as datas de avaliação (TABELA 5) pode-se afirmar que a massa seca das plantas daninhas vai diminuindo ao longo do tempo em todos os tratamentos, nos dois anos avaliados. Isto pode ser justificado pelo pequeno intervalo entre as avaliações (15 dias) e que após cada avaliação era feito o controle das plantas daninhas com capinas, além do efeito de aumento no sombreamento causado pelas plantas de brócolis.

O menor acúmulo de massa seca das plantas invasoras foi observado no tratamento com palha de milheto inteiro e o maior no tratamento com palha de plantas espontâneas, no primeiro ano de cultivo (TABELA 5). No ano seguinte foi observada uma diminuição expressiva na massa seca das plantas invasoras em todos os tratamentos, sendo a cobertura com palha de milheto triturado mais eficiente em diminuir a massa seca das plantas invasoras.

TABELA 5- MASSA SECA ( $\text{g m}^{-2}$ ) DAS PLANTAS DANINHAS COLETADAS AOS 15, 30, 45 E 60 DIAS APÓS O TRANSPLANTE DO BRÓCOLIS (DAT) PARA OS DOIS ANOS DE CULTIVO SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Tratamento | Coletas (DAT) 2013/2014 |         |          |          |
|------------|-------------------------|---------|----------|----------|
|            | 15                      | 30      | 45       | 60       |
| PDMI       | 1,0 cC                  | 23,0 bA | 11,6 cB  | 5,3 bC   |
| PDMT       | 38,8 bA                 | 25,5 bB | 2,8 dC   | 6,7 bC   |
| PDPE       | 267,5aA                 | 77,4 aB | 34,4 aC  | 16,5 aD  |
| PC         | 40,2 bA                 | 14,1cC  | 21,2 bB  | 16,9 aBC |
| CV (%)     | 7,5                     |         |          |          |
| Tratamento | Coletas (DAT) 2014/2015 |         |          |          |
|            | 15                      | 30      | 45       | 60       |
| PDMI       | 7,3 cA                  | 1,5 bB  | 1,3 cB   | 0,1 bB   |
| PDMT       | 3,0 dA                  | 0,6 bB  | 2,2 bcAB | 1,1 bB   |
| PDPE       | 37,9 aA                 | 22,1 aB | 7,1 aC   | 5,8 aC   |
| PC         | 10,7 bB                 | 21,9 aA | 3,8 bC   | 5,4 aC   |
| CV (%)     | 12,2                    |         |          |          |

PDMI- plantio direto com milho inteiro; PDMT- plantio direto com milho triturado; PDPE- plantio direto com plantas espontâneas; PC- plantio convencional. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, quanto aos dados de produtividade da cultura do brócolis, no primeiro ano de cultivo, (TABELA 6), demonstrando que nenhuma das coberturas de solo utilizadas neste trabalho, influenciou positiva ou negativamente este parâmetro avaliado. Já no segundo ano observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, e a cobertura de solo com milho inteiro foi superior quando comparado com a testemunha, mesmo que tenha havido uma diminuição na produtividade do primeiro para o segundo ano. Este estudo corroborou com os resultados encontrados por Nespoli et al. (2013) que ao avaliarem a cultura do brócolis de inflorescência única, sob diferentes coberturas de solo em plantio direto concluíram que a produtividade não foi alterada quando comparada com o plantio convencional.

Neste experimento foi utilizado o híbrido Salinas F1, com espaçamento de 0,7 x 0,5 m, a produtividade média estimada (TABELA 6) foi semelhante ao trabalho de Melo, Madeira e Peixoto (2010) com a cultivar Legacy com 10,6 t  $\text{ha}^{-1}$  sob palhada de milho e 9,4 t  $\text{ha}^{-1}$  no cultivo convencional, porém, superou a produtividade da cultivar Demoledor com 6,3 t  $\text{ha}^{-1}$  sob palhada de milho.

TABELA 6- PRODUTIVIDADE TOTAL ESTIMADA DO BRÓCOLIS, NAS SAFRAS 2013/2014 E 2014/2015 EM Kg ha<sup>-1</sup>. IFC- SANTA ROSA DO SUL/SC, 2017.

| TRATAMENTOS | Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> ) |             |
|-------------|--------------------------------------|-------------|
|             | 2013/14                              | 2014/15     |
| PDMI        | 11.017,5 a                           | 10.186,7 a  |
| PDMT        | 11.243,8 a                           | 10.166,2 ab |
| PDPE        | 10.718,7 a                           | 9.710,4 ab  |
| PC          | 11.442,6 a                           | 8.905,5 b   |
| CV%         | 9,23                                 | 5,91        |

PDMI- plantio direto com milho inteiro; PDMT- plantio direto com milho triturado; PDPE- plantio direto com plantas espontâneas; PC- plantio convencional. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, é possível concluir que a palhada de milho inteiro e triturado tem potencial para controlar as plantas daninhas durante o ciclo do brócolis, nos dois anos avaliados, ocorrendo menor necessidade de capinas, diminuindo a mão de obra e custos ao produtor.

A produção de palha pelas plantas espontâneas foi insuficiente para evitar o surgimento de invasoras, necessitando associação com outras formas de controle.

A tiririca (*Cyperus rotundus*) foi a invasora presente em maior densidade nos dois anos no tratamento com palhada de plantas espontâneas.

A cobertura de solo com milho inteiro apresentou maior densidade de picão branco (*Galinsoga quadriradiata* Cav.), nos dois anos avaliados.

A produtividade de brócolis, no segundo ano de avaliações, foi superior no tratamento com cobertura de milho inteiro em relação ao plantio convencional.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.C. et al. Plantas para cobertura de solo para sistemas de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 25-36, 2001.
- BORTOLUZZI, E.C; ELTZ, F.L.F. Manejo da palha de aveia preta sobre as plantas daninhas e rendimento de soja em semeadura direta. **Ciência Rural**, v. 31, p. 237-243, 2001.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, p. 5-16, 1992.
- DAMALAS, C.A. Distribution, biology, and agricultural importance of *Galinsoga parviflora* (Asteraceae). **Weed Biology and Management**, v. 8, p. 147-153, 2008.
- EMBRAPA Milho e Sorgo. Manejo da cultura do milheto. **Circular Técnica 29**. 2003.
- FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. 2012. Área de sistema de plantio direto no Brasil. Disponível em [http:// www.febrapdp.org.br/](http://www.febrapdp.org.br/) Acessado em 17 de março de 2016.
- FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 967-973, 2004.
- HIRATA, A.C.S, et al. Plantio direto de alface americana sobre plantas de cobertura dessecadas ou roçadas. **Bragantia**, v. 73, p 178-183, 2014.
- KOSTERNA, E. The yield and quality of broccoli grown under flat covers with soil mulching. **Plant Soil Environ**, v. 60, p. 228-233, 2014.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas no Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 3 ed., Nova Odessa, 2000.
- MARQUELLI, W.A, et al. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 369-375, 2010.
- MELO, R.A.C; MADEIRA, N,R; PEIXOTO JR. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 23-28, 2010.

MESCHEDE, D.K; FERREIRA, A.B; RIBEIRO JR, C.C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Planta Daninha**, v. 25, p. 465-471, 2007.

MOREIRA, H.J.C.; BRAGANÇA, H.B.N. Manual de Identificação de Plantas Infestantes-Hortifrúti. Campinas, São Paulo. 2011. Disponível em: [http://www.fmcagricola.com.br/portal/manuais/infestantes\\_hf/index.html](http://www.fmcagricola.com.br/portal/manuais/infestantes_hf/index.html). Acesso em 10 de julho de 2015.

NESPOLI, A. et al. Cultivo de brócolis de inflorescência única sob diferentes coberturas de solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 916-925, 2013.

NOCE, M.A. et al. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, p. 265-278, 2008.

OLIVEIRA, M.F. et al. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 37-41, 2001.

PIRES, F.R. et al. Desempenho agrônomo de variedades de milheto em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 41-49, 2007.

PITELLI, R.A.; PITELLI, R.L.C.M. Biologia e Ecofisiologia de Plantas Daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Org.). **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, p. 29-56, 2004.

QUEIROZ, L.R. et al. Supressão de plantas daninhas e produção de milho-verde orgânico em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 28, p. 263-270, 2010.

SILVA, A.C.; HIRATA, E.K.; MONQUERO, P.A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 22-28, 2009.

TEIXEIRA, M.B. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milheto e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 867-876, 2011.

TEÓFILO, T.M.S. et al. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v. 30, p. 547-556, 2012.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I- plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, p. 217-233, 2004.

#### 4. CAPÍTULO 2- DEGRADAÇÃO E LIBERAÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELA PALHADA DE MILHETO E PLANTAS ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE BRÓCOLIS EM SUCESSÃO SOB PLANTIO DIRETO

##### RESUMO

A utilização de plantas de cobertura de solo contribui para a ciclagem de nutrientes e melhora os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, aumentando o rendimento dos cultivos em sucessão. O objetivo do trabalho foi avaliar a porcentagem de massa seca degradada, a quantidade remanescente total de nutrientes liberado das plantas de cobertura e seus efeitos na produtividade de brócolis. O experimento foi conduzido a campo no Instituto Federal Catarinense-*Campus* Santa Rosa do Sul/SC, com delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições em parcelas subdivididas no tempo para as avaliações da decomposição das plantas de cobertura. Amostras da parte aérea do milho inteiro e triturado e das plantas espontâneas foram secas em estufa e acondicionadas em bolsas de decomposição (litter bags). A porcentagem de degradação e a quantidade e velocidade de liberação dos nutrientes foram monitoradas pelas coletas de resíduos contidos nas bolsas que foram depositadas nas parcelas e coletadas aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a deposição (DAD). Após cada coleta os resíduos foram limpos, secos e quantificados quanto à massa seca, moídos e submetidos à análise de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). Foram realizadas análises de solo antes e após o cultivo das coberturas e após a colheita do brócolis, bem como análise dos macronutrientes presentes na planta e cabeça do brócolis. Foi quantificada a massa verde e seca e a produtividade do brócolis. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve diminuição na quantidade de massa seca produzida pelas plantas de cobertura no segundo ano, porém com relação C/N maior. A porcentagem de degradação da massa seca das coberturas foi maior nos primeiros 30 DAD. O potássio foi o nutriente mais rapidamente liberado pelas plantas de cobertura. A quantidade de nutrientes acumulados pela planta e inflorescência de brócolis em 2014 apresentam a ordem decrescente de  $K > N > Ca > S > P > Mg$  e em 2015 a ordem foi  $N > Ca > K > P > S > Mg$ . A adição de plantas de cobertura contribuiu para o aumento da produtividade de brócolis na safra 2015.

**Palavras-chave:** *Pennisetum glaucum* L. (R Brown). *Brassica oleracea* L. var. *italica* (Plenck). Plantas de cobertura. Hortaliças. Ciclagem.

## DEGRADATION AND MACRONUTRIENTS RELEASE FROM MILLET STRAW AND SPONTANEOUS PLANTS ON BROCCOLI CULTIVATION IN SUCCESSION UNDER NO TILLAGE PRODUCTION SYSTEM

### ABSTRACT

The use of cover plants contributes for the nutrients cycling and improves physical, biological and chemical attributes of the soil, increasing crop yields in succession. The aim of this work was to evaluate the percentage of mass loss, the amount and speed of nutrient release of the cover plants and their effects on broccoli productivity. The experiment was conducted at Instituto Federal Catarinense - *Campus* Santa Rosa do Sul/SC, randomized complete block design, with four treatments and four replications in plots subdivided in time for the evaluation of the decomposition of the cover plants. Samples of the aerial part of whole and ground millet and the spontaneous plants were dried in greenhouse and packaged in litter bags. The percentage of degradation and the amount and speed of nutrient release were monitored by the collection of residues contained in the bags that were deposited in the plots and collected at 30, 45, 60, 75 and 90 days after deposition (DAD). After each collection the residues were cleaned, dried, quantified as dry mass, grounded and submitted to macronutrient analysis (N, P, K, Ca, Mg and S). Soil analyzes were carried out before and after the cultivation of the cover plants and after the broccoli harvest, as well as macronutrients analyses on broccoli plant and head. Green and dry mass and productivity of broccoli were quantified. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by Tukey test at 5% probability. There was a decrease in the amount of dry mass produced by cover crops in the second year, but with a higher C/N ratio. The percentage of degradation of the dry mass of the cover plants was higher in the first 30 DAD. Potassium was the nutrient most readily released by cover crops. The amount of nutrients accumulated by broccoli plant and head in 2014 are in descending order of  $K > N > Ca > S > P > Mg$  and in 2015 the order was  $N > Ca > K > P > S > Mg$ . The addition of cover plants contributed to an increase in the yield of broccoli in the 2015 harvest.

**Key-words:** *Pennisetum glaucum* L. (R. Brown). *Brassica oleracea* L. var. *italica* (Plenck). Cover plants. Vegetables. Cycling

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto na palha tornou-se ao longo das últimas décadas uma importante forma de manter e recuperar a capacidade produtiva de áreas degradadas e manejadas de forma convencional, principalmente na produção de grãos no Brasil, mais de 31 milhões de hectares foram cultivados com esta técnica em 2012 (FEBRAPDP, 2015). Já, o cultivo de hortaliças neste sistema é mais recente e iniciou com agricultores catarinenses, de forma sistematizada, no cultivo de cebola, na década de 1980 (AMADO, SILVA e TEIXEIRA 1992).

A utilização de plantas de cobertura, para a produção de palhada que acrescentam elevadas quantidades de massa seca ao solo, associado ao não revolvimento do mesmo, ajudam a reduzir os impactos ambientais adversos, além de diminuir os gastos com adubação, pois parte dos nutrientes necessários são supridos por meio da decomposição gradativa das plantas de cobertura (TEIXEIRA et al. 2010).

Uma planta que reúne estas características e vem sendo usada em sistemas de plantio direto no Brasil, é o milheto, (*Pennisetum glaucum* (L) R. Brown), por possuir rápido crescimento e estabelecimento no campo mesmo em condições desfavoráveis, tolerância à estiagem e alta produção de biomassa (EMBRAPA, 2003). O milheto se caracteriza pela maior produção de massa seca e com maior persistência sobre o solo (BOER et al. 2008; SILVA et al. 2010), além do alto potencial de extração de nutrientes do solo com vantagem de ciclar, principalmente N e K diminuindo as perdas por lixiviação (ROSOLEM, PACE e CRUSCIOL, 2004; LEITE et al. 2010)

A utilização da cultura do milheto para fins de cobertura de solo e adubação verde foi testada em diferentes regiões do Brasil com as mais diversas finalidades, assim, Soratto et al. (2012) ao avaliarem milheto e crotalária observaram que a fitomassa de milheto apresentou maiores taxas de decomposição e liberação de nutrientes. Torres, Pereira e Fabian (2008) em experimento com sete plantas de coberturas de solo entre elas o milheto

constataram que a maior taxa de decomposição e liberação de nutrientes ocorreu aos 42 dias após a dessecação.

Marcante, Camacho e Paredes, (2011) testando os teores de nutrientes presentes no milho como cobertura de solo verificaram que o N, P e S foram encontrados em maiores teores nos estádios iniciais da cultura, com produção de 2,3 t ha<sup>-1</sup> de fitomassa.

Teixeira et al. (2012) em estudo com decomposição e ciclagem de nutrientes em quatro plantas de cobertura observaram menores valores de massa seca remanescente para vegetação espontânea em todas as épocas avaliadas, pois estas possuíam relação carbono de 11 o que favoreceu a decomposição mais rápida dos resíduos vegetais.

O desenvolvimento de ensaios a campo envolvendo a perda de massa e liberação de nutrientes ao longo do tempo é essencial para a compreensão da dinâmica de distribuição e liberação dos nutrientes (KLIEMANN, BRAZ e SILVEIRA, 2006). Estudos com as mais diversas culturas têm demonstrado efeitos benéficos da utilização de plantas de cobertura nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, além do aumento na produtividade dos cultivos em sucessão em função da produção de fitomassa, ciclagem, acúmulo e posterior liberação dos nutrientes da palhada (TORRES et al. 2015a, 2015b); PERIN et al. 2015; PADOVAN et al. 2012; TEIXEIRA et al. 2011).

Segundo Floss, (2000) a velocidade de decomposição dos resíduos culturais indica quanto tempo a cobertura morta perdura sobre a superfície do solo e a velocidade de liberação dos nutrientes será mais rápida em materiais que degradam facilmente.

Para que as hortaliças possam tirar proveito dos nutrientes liberados pelas plantas de cobertura deve-se compreender melhor este processo, pois para a maioria delas o crescimento é rápido necessitando grande quantidade de fertilizantes, o que leva ao aumento nos custos de produção (SILVA et al. 2012; SANTI et al. 2013).

A cultura do brócolis demanda grande quantidade de nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio que, além de estarem envolvidos na

produção e qualidade, também estão diretamente relacionados à severidade de diversas doenças, tanto na sua deficiência quanto no seu excesso (SEABRA JR et al. 2013).

Segundo Cecílio Filho, Carmona e Schiavon Jr (2017) o brócolis possui desenvolvimento inicial lento até 35 dias após o transplante, com maior acúmulo de massa seca entre 45 e 55 dias após o transplante. A maior exigência nutricional da planta coincide com a fase de formação da inflorescência. Estes autores identificaram que a ordem decrescente dos nutrientes acumulados foi  $N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > Zn > B > Cu$ .

Melo et al. (2015) descrevem que em condições favoráveis, o ciclo do brócolis é dividido em quatro estádios, sendo o primeiro entre zero e 30 dias indo da emergência das plântulas até a emissão de 5 a 7 folhas definitivas, o segundo estágio vai dos 30 aos 60 dias com expansão das folhas externas, o terceiro compreende dos 60 aos 90 dias com a diferenciação e o desenvolvimento dos primórdios florais e das folhas externas e o quarto estágio está entre 90 a 120 dias com o desenvolvimento da inflorescência. Ressaltam que esses estádios fenológicos variam segundo as características da cultivar e também da resposta da planta às condições ambientais de cultivo.

As brássicas possuem capacidade elevada de extrair nutrientes do solo, faz-se necessário entender a dinâmica e a exigência nutricional de cada espécie e se é possível sincronizar esta época com a liberação dos nutrientes absorvidos e acumulados pelas plantas de cobertura de solo.

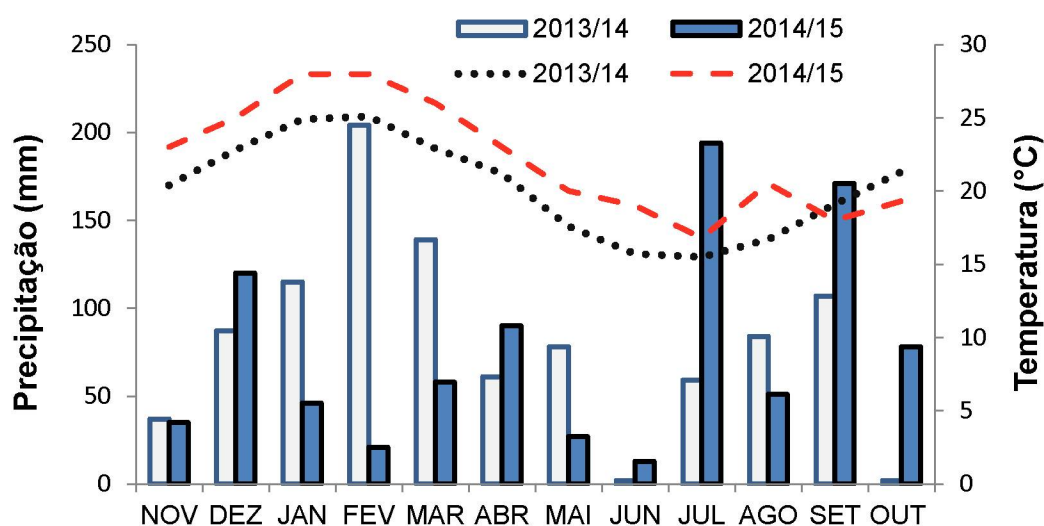
O objetivo do trabalho foi avaliar o uso de milho inteiro e triturado e das plantas espontâneas na qualidade química do solo e no fornecimento de nutrientes para o brócolis de inflorescência única, em sucessão, sob plantio direto, em dois ciclos de produção.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de campo, na área de produção de hortaliças do Instituto Federal Catarinense - *Campus* Santa Rosa do Sul/SC. A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas (29° 08' 05" S; 49° 42' 00" W e 12 m de altitude). Os ensaios foram desenvolvidos em dois anos consecutivos (2013/14 e 2014/15) entre os meses de novembro a junho de cada período e mantidos nas mesmas parcelas experimentais. O clima, pela classificação de Köppen, é Cfa, temperado úmido com verão quente e regime pluviométrico médio anual de 1500 a 1800 mm. Os dados referentes à temperatura média e a precipitação mensal durante o período de condução dos experimentos estão apresentados na FIGURA 1.

O solo da área experimental é do tipo Gleissolo háplico, sujeito ao encharcamento em alguns períodos do ano, para evitar esta condição o mesmo se encontrava drenado. Antecedendo à semeadura das plantas de cobertura em novembro de 2013 e de 2014 foram realizadas coletas de amostras de solo da camada arável (0,0-0,2m) com objetivo de monitorar as características químicas no período antes da semeadura das plantas de cobertura.

FIGURA 1- PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL EM mm (BARRAS) E TEMPERATURA MÉDIA °C (LINHAS) OBTIDAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IFC-CAMPUS SANTA ROSA DO SUL, DE NOVEMBRO DE 2013 A OUTUBRO DE 2015. IFC- SANTA ROSA DO SUL/SC, 2017.



FONTE: O autor (2017)

Logo após o manejo das coberturas (03/02/2014 e 20/02/2015) e da colheita do brócolis (15/05/2014 e 11/06/2015) foram realizadas amostragens de solo (0,0-0,2m) em todos os tratamentos e parcelas, com objetivo de acompanhar as mudanças das características químicas do solo, em função do aporte nutricional causado pelas plantas de cobertura e da extração nutricional da planta e inflorescência do brócolis. Os resultados das características químicas do solo das amostragens realizadas em novembro de 2013 e de 2014 se encontram na TABELA 1. O fósforo apresentou valores maiores que 100 mg dm<sup>-3</sup> e o alumínio zero, em todas as análises de solo realizadas durante os dois anos avaliados.

TABELA 1- RESULTADO DAS ANÁLISES DE SOLO REALIZADAS NO MÊS DE NOVEMBRO DE 2013 E DE 2014 NA ÁREA EXPERIMENTAL. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Ano  | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | MO<br>----- % ----- | Argila<br>----- % ----- | P<br>--mg/dm <sup>3</sup> -- | K<br>-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- | Al  | Ca   | Mg  | Al+H | CTC  | Bases<br>% |
|------|--------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------|-----|------|-----|------|------|------------|
| 2013 | 6,3                      | 4,3                 | 16,7                    | >100                         | 292,3                                              | 0,0 | 7,8  | 3,3 | 2,6  | 14,5 | 82,2       |
| 2014 | 6,1                      | 4,4                 | 14,8                    | >100                         | 316,4                                              | 0,0 | 10,0 | 3,6 | 2,3  | 16,7 | 86,8       |

FONTE: O autor

A área onde foi desenvolvido o trabalho se encontrava em pousio há um ano e anteriormente era utilizada no cultivo convencional de hortaliças. As plantas espontâneas que surgiram durante o período de pousio foram mantidas com roçadas periódicas para evitar que as mesmas produzissem sementes.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições em parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos foram constituídos por três coberturas vegetais (milheto inteiro MI; milheto triturado MT; plantas espontâneas PE) e a testemunha com solo descoberto, em cinco épocas de avaliação da decomposição da fitomassa, ao longo do cultivo do brócolis aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a deposição (DAD). Para a avaliação da produtividade do brócolis o delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições.

Em 28 de novembro de 2013 e 29 de novembro de 2014 foi realizada a semeadura do milheto (BRS 1501) de forma manual em sulcos distanciados em 20 cm, com raleio, manteve-se uma população de 250 mil plantas por hectare. Já no tratamento plantio direto com cobertura das plantas

espontâneas, foram mantidas as que surgiram de propágulos e sementes existentes no banco de sementes. Nesse tratamento foram identificadas plantas de diversas famílias, porém predominavam poáceas como: *Cynodum dactylum*, *Eleusine indica* e *Urochloa plantaginea*.

No tratamento com plantio convencional foi realizada uma aração mecânica, com auxílio de enxada rotativa, uma semana antes do transplante do brócolis. Para que se mantivesse a deposição de material vegetal oriundo somente de milho, nas parcelas com estes tratamentos, foram realizadas capinas periódicas para eliminar as plantas invasoras a fim de minimizar a deposição de material vegetal proveniente destas plantas, para não influenciar na ciclagem de nutrientes.

Não foi realizada adubação de plantio e de cobertura, nos dois anos avaliados, durante o cultivo das plantas de cobertura. Para a cultura do brócolis foi aplicado 200 kg de N ha<sup>-1</sup> parcelado em três vezes (plantio, 25 dias após o transplante e no início do florescimento, usando ureia), 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> aplicado todo no plantio (uso de superfosfato simples) e 160 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> parcelado em duas vezes (metade no plantio e metade 30 dias após o transplante, utilizando cloreto de potássio) estas doses foram determinadas pelo resultado das análises de solo e exigência da cultura baseado no Manual de Calagem e Adubação para o Rio Grande de Sul e Santa Catarina.

O manejo das plantas de cobertura (milho e espontâneas) foi realizado no dia 28 de janeiro de 2014 e 18 de fevereiro de 2015, quando as plantas de milho apresentavam início de florescimento. O manejo foi realizado de forma manual cortando-se as plantas rente ao solo. Nos tratamentos com milho inteiro e plantas espontâneas, as mesmas foram distribuídas longitudinalmente nas parcelas, e no tratamento com milho triturado, realizou-se a operação com triturador (Menegaro JF 92 Z10 série 2) mantendo-se pedaços de 3 ± 1 cm, sendo distribuídos uniformemente sobre as parcelas.

Para quantificar a produção de massa fresca produzida pelo milho e pelas plantas espontâneas, foi utilizado um quadro com área interna de 0,25 m<sup>2</sup> em duas amostras aleatórias em cada parcela. Estas foram encaminhadas ao laboratório para determinar a massa fresca e imediatamente foram

acondicionadas em embalagens de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar (Modelo Luca 80/100) a 65 °C por 72h, depois de obter peso constante, foi estimada a quantidade de massa seca das coberturas por hectare, em cada tratamento.

A porcentagem de perda de massa seca e a liberação de nutrientes foram determinadas pelo método das litter bags, que consiste na utilização de bolsas confeccionadas com telas de náilon, com malha de 2 mm. A malha foi escolhida com propósito de permitir o acesso da mesofauna, tais como cupins, pequenos besouros e artrópodes. As dimensões das bolsas foram de 0,2 x 0,2 m (0,04 m<sup>2</sup>), conforme descrito por Tomas e Asakawa (1993) sendo preenchida com quantidades proporcionais de massa seca produzida pelas plantas de cobertura e a área da bolsa. Para o preenchimento das bolsas, as plantas de cobertura passaram por secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante.

Foi realizada a determinação da massa seca inicial do material inserido nas bolsas e em seguida as mesmas foram distribuídas (04/02/2014 e 21/02/2015) nas parcelas em contato direto com o solo, no mesmo local onde foi coletada a massa verde. A avaliação da perda de massa seca e liberação dos nutrientes foram monitoradas com a coleta de quatro bolsas por tratamento aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a deposição das mesmas no campo. As coletas das sacolas, a campo, aconteceram nos dias 04 e 19 de março, 04 e 19 de abril e a última no dia 05 de maio de 2014, no ano de 2015 as coletas aconteceram nos dias 23 de março, 07 e 22 de abril, 07 e 22 de maio.

Após coletado, o material contido em cada bolsa de decomposição foi limpo com pincel para retirada de partículas maiores de solo e de possíveis organismos presos. Em seguida foi lavado sobre peneira de 0,053 mm, sem uso de detergente, em água deionizada e submetido à secagem em estufa a 65 °C até massa constante.

Amostra de massa seca das coberturas de solo e as contidas nas bolsas de decomposição foram trituradas em moinho tipo Wiley com malha de 20 mesh e encaminhados para o Laboratório de Análises de Solo e de Tecido da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para a determinação dos

teores nutrientes. As metodologias utilizadas para a determinação dos elementos presentes na massa seca de milho, plantas espontâneas, planta e inflorescência de brócolis foi TKN - % (m/m) Kjeldahl/0,01% para nitrogênio, digestão úmida nítrico-perclórica/ICP-OES/0,01% para fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, e combustão úmida/Walkey Black/0,01% para o carbono.

A quantidade de nutrientes extraída do solo pelas plantas de cobertura, planta e inflorescência do brócolis foi determinada pelo produto entre a massa seca produzida por estas plantas e o teor dos elementos presentes nos tecidos vegetais, extrapolando-se os resultados para  $\text{kg ha}^{-1}$  resultando, assim, na quantidade de nutrientes deixados na superfície do solo após a decomposição das plantas de cobertura e extraído pelas plantas e inflorescências de brócolis.

A determinação de liberação dos nutrientes das plantas de cobertura de solo foi obtida subtraindo-se a quantidade remanescente pela quantidade inicial dos nutrientes existentes nas palhadas das plantas de cobertura. Os valores obtidos foram transformados em porcentagem relativos à massa e ao teor de nutrientes no início da decomposição.

O percentual de massa seca degradada e dos nutrientes liberados foi obtido pela relação entre a massa seca inicial e massa remanescente, de acordo com a expressão:

$$\% \text{ MI} = ( P_f / P_i ) \times 100$$

Onde: MI é o percentual de massa ou nutriente liberado;  $P_i$  é o peso seco inicial;  $P_f$  é o peso final.

As mudas de brócolis (Salinas F1 Topseed) foram transplantadas nas parcelas experimentais dez dias após o manejo das plantas de cobertura (07/02/2014 e 28/02/2015) e distribuídas em duas linhas com nove metros de comprimento contendo 16 plantas com espaçamento de 0,7 x 0,5 m. Foram utilizadas as oito plantas centrais das parcelas para as avaliações de massa fresca e produtividade. A irrigação, quando necessária, foi realizada com o auxílio de mangueira aspersora.

Quando as inflorescências do brócolis apresentaram tamanho máximo,

compactas e com grânulos bem fechados procedeu-se a colheita manual cortando-as abaixo da inserção da primeira folha. O período de colheita foi entre 30 de abril e 14 de maio de 2014 e entre 21 de maio e 10 de junho de 2015. Após a colheita as inflorescências foram encaminhadas ao laboratório para determinação de massa fresca e produtividade expressa em  $t\ ha^{-1}$ .

Os dados experimentais foram submetidos a testes de homogeneidade de variância. Como as variâncias foram homogêneas, procedeu-se às análises de variância, sem necessidade de transformação. Os dados foram comparados pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa estatístico Assistat 7.7 beta.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa seca do milho no primeiro ano de avaliação foi de  $23,5\ t\ ha^{-1}$  (Tabela 2) superior aos resultados encontrados por Noce et al. (2008) e Teixeira et al. (2012) que utilizaram em seus estudos o mesmo cultivar (BRS 1501) e obtiveram a quantidade de massa seca de  $4,3$  e  $1,4\ t\ ha^{-1}$ , respectivamente.

A massa seca produzida pelas plantas espontâneas foi de  $4,9\ t\ ha^{-1}$  (TABELA 2) superior à encontrada por Meschede, Fereira e Ribeiro (2007) de  $2,9\ t\ ha^{-1}$ , sendo dois anos experimentais, esta quantidade menor do que o recomendado por Alvarenga et al. (2001), de  $6\ t\ ha^{-1}$  para garantir uma boa cobertura de solo, permitindo que os resíduos permaneçam sobre o mesmo por um período mais prolongado, criando condição adequada para a implantação do sistema de plantio direto.

Essa quantidade de massa seca recomendada por estes autores depende da planta de cobertura, da região de cultivo e das condições edafoclimáticas em função das facilidades ou dificuldades de produção de fitomassa ou da taxa de decomposição. Torres et al. (2008) obtiveram  $2,1\ t\ ha^{-1}$

de fitomassa seca de plantas em pousio, com predominância em gramíneas, no primeiro ano e  $3,8 \text{ t ha}^{-1}$  no segundo cultivo.

A maior produção de massa seca das plantas de cobertura no primeiro ano de cultivo, comparado com o segundo ano, foi influenciada pela quantidade de precipitação ocorrida (FIGURA 1) proporcionando maior crescimento vegetativo e menor relação C/N, uma vez que não foi realizada irrigação nesta fase experimental.

TABELA 2- PRODUÇÃO DE MASSA SECA E RELAÇÃO C/N DAS PLANTAS DE COBERTURA NOS ANOS DE 2013/2014 E 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Tratamentos  | 2013/2014                 |      | 2014/2015                 |      |
|--------------|---------------------------|------|---------------------------|------|
|              | MS ( $\text{t ha}^{-1}$ ) | C/N  | MS ( $\text{t ha}^{-1}$ ) | C/N  |
| Milheto      | 23,5 a                    | 18,7 | 8,8 a                     | 33,6 |
| Plantas Esp. | 4,9 b                     | 16,5 | 3,9 b                     | 25,0 |
| CV %         | 10,07                     |      | 23,59                     |      |

MS- massa seca; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A relação C/N do segundo ano foi superior ao primeiro ciclo experimental, tanto para o milho quanto para as plantas espontâneas, (TABELA 2), estes valores são superiores ao encontrado por Teixeira et al. (2012) trabalhando também com milho BRS 1501 e plantas espontâneas, no mesmo estágio de desenvolvimento, observaram valores da relação C/N de 14 e 11, respectivamente, para estas plantas, nas condições de solo e clima de Seropédica/RJ.

Os valores da relação C/N do milho, independente do ano avaliado foi maior ao das plantas espontâneas (TABELA 2), corroborando com trabalho realizado por Torres, Pereira e Fabian, (2008) que ao estudar sete coberturas de solo em Uberaba (MG), com manejo das plantas aos 110 dias após semeadura encontrou valores de C/N de 21,7 para milho e 19,5 para plantas em pousio.

Em relação à porcentagem de degradação da massa seca das plantas de cobertura foi observada interação estatística significativa entre os fatores de

cobertura e as épocas de coleta (TABELA 3), tanto no primeiro, quanto no segundo ciclo de produção.

As médias de porcentagem de degradação da palhada no primeiro ano ocorreram mais rapidamente na primeira avaliação (30 DAD), para o milho inteiro, quanto triturado, já no segundo ciclo avaliado a degradação aconteceu na mesma intensidade para todas as coberturas de solo testadas (TABELA 3).

Torres, Pereira e Fabian (2008), constataram também maior taxa de decomposição da palhada até os 42 dias após manejo para braquiária e plantas em pousio e menor para o milho, além de observar uma menor taxa de decomposição no segundo ano em função da diminuição da precipitação e temperatura.

Em relação à porcentagem de degradação do milho, no primeiro ciclo, não houve diferença estatística significativa entre as formas de manejo (inteiro ou triturado), porém apresentou significância estatística no segundo ano avaliado, para as coletas realizadas aos 75 e 90 dias após a deposição (TABELA 3).

TABELA 3- PORCENTAGEM DE MASSA SECA DEGRADADA AOS 30, 45, 60 75 E 90 DIAS APÓS O MANEJO, NOS ANOS DE 2013/14 e 2014/15. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Tratamento | Épocas de coleta |          |          |          |          |
|------------|------------------|----------|----------|----------|----------|
|            | 30               | 45       | 60       | 75       | 90       |
| 2013/2014  |                  |          |          |          |          |
| MI         | 51,3 aC          | 52,4 aBC | 56,4 aBC | 63,9 aAB | 70,8 abA |
| MT         | 42,2 abB         | 48,4 abB | 56,2 aB  | 56,2 aB  | 78,3 aA  |
| PE         | 34,4 bA          | 42,0 bB  | 48,9 abB | 63,8 aA  | 61,4 bA  |
| CV%        | 10,63            |          |          |          |          |
| 2014/2015  |                  |          |          |          |          |
| MI         | 44,6 aC          | 53,5 aB  | 55,5 aB  | 57,4 bAB | 60,2 bA  |
| MT         | 48,0 aE          | 52,9 aD  | 57,4 aC  | 61,6 aB  | 67,2 aA  |
| PE         | 45,2 aC          | 53,9 aB  | 55,1 aB  | 56,5 bB  | 63,4 bA  |
| CV%        | 3,76             |          |          |          |          |

MI- milho inteiro; MT- milho triturado; PE- plantas espontâneas. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelá et al. (1999) verificaram que o milho é um material persistente no solo, tendo encontrado a porcentagem de perda de massa de 66%, aos 73

dias, este valor de perda é semelhante aos resultados encontrados no presente trabalho aos 90 DAD da palhada.

A porcentagem de degradação das plantas de cobertura, na última avaliação (90 dias) do primeiro ano foi maior que no segundo, para milho inteiro e triturado. Esse fato está relacionado com a maior precipitação ocorrida no período de avaliação entre fevereiro e maio de 2014, sendo mais do que o dobro do mesmo período de 2015 (FIGURA 1). Além disso, a relação C/N da palhada das plantas de cobertura de solo, do segundo ciclo de cultivo foi maior que o ano anterior (TABELA 2). Segundo Floss (2000), a taxa de decomposição das plantas de cobertura está diretamente relacionada com a relação C/N dos resíduos.

O acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas de cobertura foi de 376, 106, 1086, 153, 51,7 e 29,9 kg ha<sup>-1</sup>, para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, no primeiro ano de cultivo com 23,5 t ha<sup>-1</sup> de massa seca (TABELA 4). Boer et al. (2007), em trabalho com milho ADR 500, manejado em pleno florescimento encontraram 121,75 de N, 416,9 de K e 76,3 kg ha<sup>-1</sup> de Ca em 10,8 t ha<sup>-1</sup> de massa seca.

Estes resultados de acúmulo de nutrientes na parte aérea de milho são corroborados por Braz et al. (2004) que avaliaram o acúmulo de nutrientes em milho e braquiária adubado com 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 5-30-15. Esses autores observaram aos 55 dias após a emergência que o milho acumulou 348, 36, 314 e 135 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K e Ca, respectivamente, em 12,5 t ha<sup>-1</sup> de massa seca.

Em estudo com liberação de nutrientes na palhada de milho em início de florescimento Carpin et al. (2008), encontraram as quantidades respectivas de 204,8; 25,2; 447,6; 58,7; 28,6 e 1,25 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S.

Teixeira et al. (2012) em estudo de decomposição e ciclagem de nutrientes de quatro plantas de cobertura de solo, concluíram que o milho BRS 1501 é mais eficaz que as plantas espontâneas em cobertura e ciclagem de nutrientes, porém a vegetação de espontâneas apresentou uma taxa de liberação de N e P mais rápida do que os cultivares de milho e sorgo.

Costa et al. (2014) em estudo com milho e crotalaria sob fragmentação concluíram que a taxa de decomposição e liberação de N, P, Ca e S é favorecida pela trituração da fitomassa, ocorrendo padrão semelhante, neste estudo, com os mesmos nutrientes no primeiro ano avaliado (TABELA 4). Em 2015, não se observa esta diferença com a trituração do material (TABELA 5) isso pode ser justificado pela menor quantidade de precipitação pluviométrica registrada nos meses avaliados deste ano (FIGURA 1).

O potássio foi o nutriente com maior liberação pelas plantas de cobertura independente da condição da mesma (inteira ou triturada) em todas as datas amostradas (TABELA 4). Carpin, et al. (2008) ao testarem a liberação de nutrientes da palhada de milho em diferentes estádios fenológicos, concluíram que o maior acúmulo de nutrientes foi encontrado no início de florescimento e que o potássio foi o nutriente mais facilmente liberado independente da idade da planta e aos 90 dias após o manejo, 98% já havia sido liberado para o solo. O mesmo percentual de liberação do potássio foi verificado por Costa et al. (2014) em estudo com milho e crotalaria aos 91 dias após o manejo da palhada.

A rápida liberação do K também foi verificada, neste trabalho, já nos primeiros trinta dias após o manejo das plantas de cobertura (TABELA 4) isto está relacionado ao fato de que este elemento não faz parte da estrutura do tecido vegetal e encontra-se na forma íons livres (TAIZ e ZIEGER, 2013), em função disso é facilmente liberado da massa seca, pela água da chuva, irrigação e até mesmo pela umidade do solo.

TABELA 4 - QUANTIDADE REMANESCENTE E TOTAL LIBERADO DE NUTRIENTES NA PALHADA DAS PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO AVALIADO AOS 30, 45, 60, 75 E 90 DIAS APÓS A DEPOSIÇÃO DOS LITTER BAGS NO SOLO EM 2014. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Trata-<br>mento                               | Inicial | 30       | 45        | 60        | 75        | 90       | Total<br>Liberado |
|-----------------------------------------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------------|
| Dias após deposição<br>(Kg ha <sup>-1</sup> ) |         |          |           |           |           |          |                   |
| N                                             |         |          |           |           |           |          |                   |
| MI                                            | 376,0   | 352,5 aA | 305,5 aB  | 293,7 aBC | 287,5 aBC | 272,0 aC | 104,0 b           |
| MT                                            | 376,0   | 246,7 bA | 241,5 bAB | 238,5 bAB | 238,5 bAB | 219,7 bB | 156,3 a           |
| PE                                            | 84,5    | 84,5 cA  | 73,5 cB   | 69,8 cA   | 64,9 cA   | 64,9 cA  | 19,6 c            |
| P                                             |         |          |           |           |           |          |                   |
| MI                                            | 106,3   | 69,3 aA  | 56,4 aB   | 53,4 aB   | 42,8 aC   | 39,9 aC  | 66,3 b            |
| MT                                            | 106,3   | 34,6 bA  | 33,4 bAB  | 31,1 bAB  | 30,5 bB   | 30,5 bB  | 75,7 a            |
| PE                                            | 27,9    | 9,3 cA   | 9,0 cA    | 8,4 cA    | 8,0 cA    | 6,8 cA   | 21,1 c            |
| K                                             |         |          |           |           |           |          |                   |
| MI                                            | 1086,0  | 82,8 aA  | 57,5 aB   | 56,4 aB   | 46,4 aC   | 32,3 aD  | 1053,7 a          |
| MT                                            | 1086,0  | 41,1 bA  | 34,6 bB   | 334,0 bB  | 32,3 bB   | 31,1 aB  | 1054,8 a          |
| PE                                            | 229,1   | 12,8 cA  | 10,0 cAB  | 8,2 cBC   | 6,9 cBC   | 5,6 bC   | 223,5 b           |
| Ca                                            |         |          |           |           |           |          |                   |
| MI                                            | 152,7   | 143,9 aA | 138,0 aAB | 136,8 aB  | 126,9 aC  | 116,9 aD | 35,8 b            |
| MT                                            | 152,7   | 126,9 bA | 121,6 bAB | 121,6 bAB | 116,3 bBC | 111,0 bC | 41,6 a            |
| PE                                            | 41,4    | 34,5 cA  | 32,3 cAB  | 30,2 cAB  | 26,5 cBC  | 21,5 cC  | 19,8 c            |
| Mg                                            |         |          |           |           |           |          |                   |
| MI                                            | 51,7    | 49,9 aA  | 46,4 aA   | 41,7 aB   | 40,5 aB   | 32,3 aC  | 19,4 a            |
| MT                                            | 51,7    | 37,6 bA  | 37,6 bA   | 36,4 bA   | 34,0 bA   | 34,0 aA  | 17,6 ab           |
| PE                                            | 21,3    | 9,4 cA   | 9,1 cA    | 9,1 cA    | 8,9 cA    | 7,7 bA   | 13,6 b            |
| S                                             |         |          |           |           |           |          |                   |
| MI                                            | 29,9    | 19,9     | 19,9      | 19,3      | 18,2      | 14,1     | 15,8 b            |
| MT                                            | 29,9    | 15,2     | 14,6      | 12,9      | 12,3      | 9,4      | 20,5 a            |
| PE                                            | 15,3    | 5,1      | 4,1       | 3,9       | 3,6       | 3,4      | 11,8 c            |

MI- milho inteiro; MT- milho triturado, PE- plantas espontâneas. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5 % pelo teste Tukey.

Em 2014, o nitrogênio, fósforo e enxofre foram os nutrientes liberados em maior quantidade no tratamento com milho triturado (TABELA 4) comprovando que quando a palha está triturada o contato é maior com o solo e com os microrganismos decompositores, além disso, neste período a quantidade de chuva foi maior provocando assim, maior liberação dos nutrientes. A liberação de nutrientes, em 2015, foi estatisticamente significativa entre os tratamentos de palhada inteira e triturada somente para cálcio e magnésio, acredita-se que isto se deva à menor precipitação pluviométrica neste período, comparando-se com o ano anterior.

TABELA 5- QUANTIDADE REMANESCENTE E TOTAL LIBERADO DE NUTRIENTES NA PALHADA DAS PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO AVALIADO AOS 30, 45, 60, 75 E 90 DIAS APÓS A DEPOSIÇÃO DOS LITTER BAGS NO SOLO EM 2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Trata-<br>mento                                 | Inicial | 30      | 45      | 60       | 75       | 90      | Total<br>Liberado |
|-------------------------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|-------------------|
| Dias após a deposição<br>(Kg ha <sup>-1</sup> ) |         |         |         |          |          |         |                   |
| N                                               |         |         |         |          |          |         |                   |
| MI                                              | 96,8    | 89,1 aA | 66,8 bB | 64,2 aBC | 64,2 aBC | 60,5 aC | 36,3 a            |
| MT                                              | 96,8    | 79,2 bA | 77,2 aA | 60,9 aC  | 66,4 aB  | 59,8 aC | 36,9 a            |
| PE                                              | 54,6    | 67,2 cA | 57,9 cB | 53,6 bB  | 42,4 bC  | 41,0 bC | 13,5 b            |
| P                                               |         |         |         |          |          |         |                   |
| MI                                              | 30,8    | 25,0 aA | 16,2 aB | 10,5 aC  | 9,9 aC   | 9,2 aC  | 21,6 a            |
| MT                                              | 30,8    | 11,0 bA | 11,0 bA | 10,3 aA  | 10,3 aA  | 9,2 aA  | 21,6 a            |
| PE                                              | 14,8    | 10,8 bA | 7,7 cB  | 6,2 bB   | 5,5 bB   | 5,4 bB  | 9,3 b             |
| K                                               |         |         |         |          |          |         |                   |
| MI                                              | 38,7    | 18,7 aA | 14,9 aB | 7,9 aC   | 6,8 aCD  | 4,8 aD  | 33,8 a            |
| MT                                              | 38,7    | 7,2 bA  | 6,3 bAB | 5,7 bAB  | 5,2 aAB  | 4,4 aB  | 34,3 a            |
| PE                                              | 26,9    | 4,2 cA  | 3,6 cA  | 3,3 cA   | 3,2 bA   | 3,2 aA  | 23,7 b            |
| Ca                                              |         |         |         |          |          |         |                   |
| MI                                              | 41,5    | 33,4 bA | 31,2 bA | 27,0 bB  | 25,5 bB  | 21,5 bC | 19,9 a            |
| MT                                              | 41,5    | 40,0 aA | 37,8 aA | 33,6 aB  | 33,0 aB  | 25,7 aC | 15,8 b            |
| PE                                              | 25,4    | 25,4 cA | 22,6 cB | 22,1 cB  | 20,7 cB  | 17,1 cC | 8,2 c             |
| Mg                                              |         |         |         |          |          |         |                   |
| MI                                              | 17,9    | 16,2 aA | 16,2 aA | 10,7 aB  | 10,3 aB  | 10,3 aB | 8,2 b             |
| MT                                              | 17,9    | 17,6 aA | 12,7 bB | 10,5 aC  | 9,6 aCD  | 7,9 bD  | 9,9 a             |
| PE                                              | 8,97    | 8,0 bA  | 6,9 cAB | 6,2 bAB  | 6,1 bB   | 5,0 cB  | 3,9 c             |
| S                                               |         |         |         |          |          |         |                   |
| MI                                              | 17,1    | 10,7 bA | 8,1 bB  | 6,8 aBC  | 6,6 aBC  | 4,8 aC  | 12,3 a            |
| MT                                              | 17,1    | 19,1 aA | 16,5 aB | 7,0 aC   | 6,1 aC   | 5,2 aC  | 11,8 a            |
| PE                                              | 11,7    | 4,4 cA  | 4,3 cA  | 4,3 bA   | 3,9 bA   | 3,8 aA  | 7,9 b             |

MI- milho inteiro; MT- milho triturado, PE- plantas espontâneas. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5 % pelo teste Tukey.

Ocorreu interação estatística significativa entre os tratamentos de cobertura com as épocas de avaliação de liberação dos nutrientes para o solo, nos anos de 2014 e 2015 (TABELA 4 e 5).

Os atributos químicos do solo, da área experimental, foram avaliados com análises de solo realizadas antes do plantio das coberturas (inicial), antes e após o cultivo do brócolis, nos dois ciclos de avaliações.

TABELA 6- RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO (0,0 - 0,20 m), NO PERÍODO DE 2013/2014. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Tratamento         | pH                 | MO    | K                                             | Ca    | Mg    | Al+H  | CTC    | V      |
|--------------------|--------------------|-------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                    | (H <sub>2</sub> O) | %     | -----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |       |       |       |        | %      |
| Inicial            |                    |       |                                               |       |       |       |        |        |
|                    | 6,3                | 4,3   | 0,75                                          | 7,8   | 3,3   | 2,6   | 14,5   | 82,2   |
| Antes do brócolis  |                    |       |                                               |       |       |       |        |        |
| MI                 | 6,2 a              | 4,6 a | 0,42 b                                        | 8,2 a | 3,4 a | 2,8 a | 14,8 a | 81,7 a |
| MT                 | 6,3 a              | 4,1 a | 0,47 b                                        | 8,3 a | 3,5 a | 2,6 a | 14,8 a | 83,5 a |
| PE                 | 6,3 a              | 4,3 a | 0,85 a                                        | 7,8 a | 3,3 a | 2,7 a | 14,6 a | 82,0 a |
| PC                 | 6,3 a              | 4,4 a | 0,90 a                                        | 7,7 a | 3,3 a | 2,6 a | 14,6 a | 82,5 a |
| CV %               | 1,64               | 6,12  | 6,62                                          | 44,01 | 6,81  | 11,8  | 2,88   | 2,53   |
| Depois do brócolis |                    |       |                                               |       |       |       |        |        |
| MI                 | 6,3 a              | 4,4 a | 0,93 a                                        | 7,9 a | 3,4 a | 2,5 a | 14,7 a | 83,0 a |
| MT                 | 6,4 a              | 4,3 a | 0,84 a                                        | 7,8 a | 3,4 a | 2,3 a | 14,4 a | 83,7 a |
| PE                 | 6,3 a              | 4,1 a | 0,79 a                                        | 7,4 a | 3,2 a | 2,5 a | 13,9 a | 82,2 a |
| PC                 | 6,3 a              | 4,1 a | 0,78 a                                        | 8,1 a | 3,5 a | 2,6 a | 15,0 a | 83,5 a |
| CV %               | 2,0                | 5,9   | 14,7                                          | 5,3   | 7,6   | 15,8  | 5,5    | 3,03   |

MI- milho inteiro; MT- milho triturado, PE- plantas espontâneas, PC- plantio convencional. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5 % pelo teste Tukey.

Os resultados das análises de solo demonstraram que no primeiro ano o potássio apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos avaliados antes do cultivo do brócolis (TABELA 6) sendo os valores maiores nos tratamentos com plantas espontâneas e plantio convencional. Estes resultados concordam com os obtidos por Braz et al. (2004) que destacaram que o milho possui sistema radicular profundo e alta capacidade de extração deste nutriente.

Nas análises de solo, dos dois anos avaliados, observa-se que o milho foi a planta de cobertura que extraiu mais potássio do solo (TABELA 6 e 7) e este nutriente foi liberado pela palhada durante o cultivo do brócolis. Quando se avalia a quantidade deste elemento no tecido vegetal da planta e inflorescência do brócolis (TABELA 8 e 9) constata-se que o teor é estatisticamente superior nos tratamentos com cobertura de milho.

Por meio da interpretação das análises de solo do primeiro e segundo ano de avaliações (TABELA 6 e 7) percebe-se que a área experimental já se encontrava com teores ótimos de nutrientes, pH e matéria orgânica para o cultivo do brócolis.

A quantidade de cálcio no solo, no segundo ano, foi maior em todas as épocas amostradas e o potássio no tratamento com plantio convencional



TABELA 8- ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES PRESENTES NO TECIDO VEGETAL DAS PLANTAS (FOLHAS E CAULE) E INFLORESCÊNCIA DE BRÓCOLIS, PRIMEIRO CICLO DE CULTIVO 2013/2014. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| TRATAMENTO                          | NUTRIENTE kg ha <sup>-1</sup> |        |         |         |        |        |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------|---------|---------|--------|--------|
|                                     | N                             | P      | K       | Ca      | Mg     | S      |
| Planta de brócolis (folhas e caule) |                               |        |         |         |        |        |
| Milheto inteiro                     | 72,9 a                        | 14,4 a | 121,8 b | 38,7 ab | 6,9 b  | 20,6 a |
| Milheto triturado                   | 58,8 b                        | 11,3 b | 110,8 b | 31,8 b  | 5,9 bc | 16,6 b |
| Plantas espontâneas                 | 75,1 a                        | 15,4 a | 147,1 a | 48,2 a  | 8,8 a  | 23,5 a |
| Plantio convencional                | 51,7 a                        | 10,7 b | 100,4 b | 31,7 b  | 5,6 c  | 16,9 b |
| F                                   | 35,2**                        | 31,3** | 15,8**  | 10,1**  | 25,5** | 19,7** |
| QM                                  | 529,2                         | 21,56  | 1605,0  | 240,7   | 8,13   | 43,5   |
| CV%                                 | 6,0                           | 6,4    | 8,4     | 12,9    | 8,3    | 7,6    |
| Inflorescência de brócolis          |                               |        |         |         |        |        |
| Milheto inteiro                     | 40,3 a                        | 7,2 a  | 38,8 a  | 2,2 a   | 2,2 a  | 5,6 a  |
| Milheto triturado                   | 39,0 a                        | 6,4 b  | 36,4 a  | 2,1 a   | 1,9 a  | 5,1 a  |
| Plantas espontâneas                 | 37,2 a                        | 6,5 ab | 33,1 b  | 1,5 b   | 1,8 a  | 5,7 a  |
| Plantio convencional                | 39,9 a                        | 6,5 ab | 37,7 ab | 2,0 a   | 1,9 a  | 5,7 a  |
| F                                   | 1,59ns                        | 4,4*   | 9,95**  | 13,6**  | 2,56ns | 4,1*   |
| QM                                  | 7,47                          | 0,48   | 21,9    | 0,4     | 0,04   | 0,34   |
| CV%                                 | 5,5                           | 4,9    | 4,1     | 8,7     | 6,5    | 5,3    |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5 % pelo teste Tukey.

A quantidade de nutrientes acumulados pela planta e inflorescência de brócolis em 2014 (TABELA 8) apresentam a ordem decrescente de K > N > Ca > S > P > Mg e em 2015 (TABELA 9) a ordem foi N > Ca > K > P > S > Mg, observa-se que nos dois anos avaliados não se manteve a mesma ordem de absorção, provavelmente devido as diferenças na fertilidade do solo, as quantidades de nutrientes acumuladas e disponibilizadas pelas plantas de cobertura de solo, além do maior crescimento radicular e maior absorção de macronutrientes mais móveis.

Em estudo com marcha de acúmulo de massa seca e nutrientes pela cultura de brócolis de inflorescência única Cecílio Filho, Carmona e Schavion Jr, (2017), concluíram que a maior exigência nutricional desta cultura ocorre durante a fase de formação e desenvolvimento da inflorescência (estádio 3, 60 a 90 dias da emergência). Estes autores observaram que a ordem decrescente dos nutrientes acumulados foi N > K > Ca > Mg > S > P.

TABELA 9- ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES PRESENTES NO TECIDO VEGETAL DAS PLANTAS (FOLHAS E CAULE) E INFLORESCÊNCIA DE BRÓCOLIS, PRIMEIRO CICLO DE CULTIVO 2014/2015. SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| TRATAMENTO                          | NUTRIENTE kg ha <sup>-1</sup> |        |         |        |        |        |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|
|                                     | N                             | P      | K       | Ca     | Mg     | S      |
| Planta de brócolis (folhas e caule) |                               |        |         |        |        |        |
| Milheto inteiro                     | 49,9 a                        | 8,5 a  | 19,6 a  | 35,1 a | 5,7 a  | 21,7 a |
| Milheto triturado                   | 50,8 a                        | 8,7 a  | 18,2 ab | 35,9 a | 6,2 a  | 21,7 a |
| Plantas espontâneas                 | 52,1 a                        | 8,6 a  | 13,6 c  | 28,3 b | 5,1 a  | 14,9 c |
| Plantio convencional                | 43,4 b                        | 7,1 b  | 17,4 b  | 29,6 b | 5,1 a  | 17,2 b |
| F                                   | 7,4**                         | 52,1** | 106,1** | 13,8** | 1,6ns  | 59,9** |
| QM                                  | 60,25                         | 2,28   | 80,9    | 58,3   | 1,23   | 45,0   |
| CV%                                 | 5,8                           | 2,5    | 5,4     | 6,4    | 15,8   | 4,59   |
| Inflorescência de brócolis          |                               |        |         |        |        |        |
| Milheto inteiro                     | 28,9 b                        | 4,6 b  | 4,4 c   | 3,0 b  | 1,9 b  | 6,0 b  |
| Milheto triturado                   | 37,8 a                        | 4,4 b  | 7,5 a   | 4,3 a  | 2,5 a  | 7,8 a  |
| Plantas espontâneas                 | 37,8 a                        | 5,3 a  | 5,7 b   | 3,8 a  | 2,2 ab | 7,3 a  |
| Plantio convencional                | 35,9 a                        | 5,4 a  | 5,4 b   | 4,1 a  | 2,3 ab | 7,8 a  |
| F                                   | 28,7**                        | 22,4** | 110,4** | 17,1** | 3,6ns  | 15,4** |
| QM                                  | 71,1                          | 1,15   | 6,7     | 1,18   | 0,25   | 2,89   |
| CV%                                 | 4,5                           | 4,6    | 4,3     | 6,9    | 11,8   | 5,9    |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5 % pelo teste Tukey.

Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, quanto aos dados de produtividade da cultura do brócolis, no primeiro ano de cultivo, (TABELA 10), demonstrando que as coberturas de solo utilizadas neste trabalho não influenciaram este parâmetro.

Já no segundo ano observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, e a cobertura de solo com milheto inteiro foi superior quando comparado com a testemunha, mesmo que tenha havido uma diminuição na produtividade do primeiro para o segundo ano. Este estudo corroborou com os resultados encontrados por Nespoli et al. (2013) que ao avaliarem a cultura do brócolis de inflorescência única, sob diferentes coberturas de solo em plantio direto concluíram que a produtividade não foi alterada quando comparada com o plantio convencional.

Neste experimento foi utilizado o híbrido Salinas F1, com espaçamento de 0,7 x 0,5 m, a produtividade média estimada (TABELA 10) foi semelhante ao trabalho de Melo, Madeira e Peixoto, (2010) com a cultivar Legacy com 10,6 t ha<sup>-1</sup> sob palhada de milheto e 9,4 t ha<sup>-1</sup> no cultivo convencional, porém,

superou a produtividade da cultivar Demoledor com  $6,3 \text{ t ha}^{-1}$  sob palhada de milho.

TABELA 10- PRODUTIVIDADE TOTAL ESTIMADA DO BRÓCOLIS, NAS SAFRAS 2013/2014 E 2014/2015 EM  $\text{Kg ha}^{-1}$ . SANTA ROSA DO SUL/SC, IFC, 2017.

| Tratamentos | Produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) |           |
|-------------|--------------------------------------|-----------|
|             | 2013/2014                            | 2014/2015 |
| MI          | 11,01 a                              | 10,18 a   |
| MT          | 11,24 a                              | 10,16 ab  |
| PE          | 10,71 a                              | 9,71 ab   |
| PC          | 11,44 a                              | 8,90 b    |
| CV%         | 9,23                                 | 5,91      |

MI- plantio direto com milho inteiro; MT- plantio direto com milho triturado; PE- plantio direto com plantas espontâneas; PC- plantio convencional. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3 CONCLUSÕES

- a) A produção de massa seca das plantas de cobertura do solo, avaliadas neste estudo, demonstra diminuição no segundo ano de cultivo, porém houve um aumento na relação C/N.
- b) A porcentagem de degradação da massa seca das plantas de cobertura é mais rápida na fase inicial (30 dias após a deposição), o mesmo ocorreu com a velocidade de liberação dos nutrientes.
- c) O milho é a cobertura que mais extraiu potássio do solo, deixando-o disponível para o brócolis em sucessão.
- d) A planta (folhas e caule) e a inflorescência de brócolis absorve maior quantidade de potássio durante o seu desenvolvimento, no primeiro ano avaliado.
- e) A quantidade de nutrientes acumulados pela planta (folhas e caule) e inflorescência de brócolis em 2014 aponta a ordem decrescente de  $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{S} > \text{P} > \text{Mg}$  e em 2015 a ordem é  $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{P} > \text{S} > \text{Mg}$ .

f) A produtividade de brócolis, no segundo ano de avaliações, é superior nos tratamentos com cobertura de solo em relação ao plantio convencional, ano com menor disponibilidade hídrica.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.C. et al. Plantas para cobertura de solo para sistemas de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 25-36, 2001.

AMADO, T.J.C.; SILVA, E.; TEIXEIRA, L.A.J. Cultivo mínimo de cebola: máquina para o preparo do solo nas pequenas propriedades. **Agropecuária Catarinense** v. 5, p. 25-26, 1992.

BOER, C.A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1269-1276, 2007.

BOER, C.A. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 843-851, 2008.

BRAZ, A.J.B.P. et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, p.83-87, 2004.

CARPIM, L.K. et al. Liberação de nutrientes pela palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 32, p. 2813-2819, 2008.

CECÍLIO FILHO, A.B.; CARMONNA, V.M.U.; SCHIAVON JÚNIOR, A.A. Broccoli growth and nutriente accumulation. **Científica**, v. 45, p. 95-104, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2017>

COSTA, C.H.M. et al. Persistência e liberação de elementos da fitomassa do consórcio crotalária com milho sob fragmentação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 197-208, 2014.

EMBRAPA Milho e Sorgo. Manejo da cultura do milho. **Circular Técnica 29**, 2003.

FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. **Área de sistema de plantio direto no Brasil**. 2015. Disponível em <http://www.febrapdp.org.br/> Acessado em 7 de janeiro de 2017.

FLOSS, E. Benefícios da biomassa seca de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, v. 57, p. 25-29, 2000.

KLIEMANN, J.H.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 21-28, 2006.

- LEITE, L.F.C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 29-35, 2010.
- MESCHEDE, D.K.; FERREIRA, A.B.; RIBEIRO JÚNIOR, C.C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Planta Daninha**, v. 25, p. 465-471, 2007.
- MARCANTE, N.C.; CAMACHO, M.A.; PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milho como cobertura do solo. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 196-204, 2011.
- MELO, R.A.C.; MADEIRA, N.R.; PEIXOTO, J.R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 23-28, 2010.
- MELO, R.A.C. et al. Editor técnico. A cultura do brócolis. Brasília, DF: Embrapa, **Coleção Plantar 74**, 2015.
- NESPOLI, A. et al. Cultivo de brócolis de inflorescência única sob diferentes coberturas de solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 916-925, 2013.
- NOCE, M.A. et al. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, p. 265-278, 2008.
- PADOVAN, M.P. et al. Dinâmica de acúmulo de massa e nutrientes pelo milho para fins de adubação verde em sistemas de produção sob bases ecológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, p. 95-103, 2012.
- PELÁ, A. et al. Avaliação da resistência à decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v. 53, p. 26-33, 1999.
- PERIN, A. et al. Decomposição da palhada e produção de repolho em sistema plantio direto. **Global Science and Technology** v. 8, p. 153-159, 2015.
- ROSOLEM, C.A.; PACE, L.; CRUSCIOL, C.A.C. Nitrogen management in maize cover crops rotations. **Plant and Soil**, v. 264, p. 261-271, 2004.
- SANTI, A. et al. Desempenho agrônômico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 338-343, 2013.
- SEABRA, J.R.S. et al. Suscetibilidade à podridão negra e produtividade de brócolis em função de doses de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 426-431, 2013.

SILVA, A.G. et al. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura e cultivo da mamona em sucessão no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 40, p. 2092-2098, 2010.

SILVA, K.S. et al. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 520-525, 2012.

SORATTO, R.P. et al. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1462-1470, 2012.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. 2013. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 722 p.

TEIXEIRA, C.M. et al. Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão-de porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 497-505, 2010.

TEIXEIRA, M.B. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 867-876, 2011.

TEIXEIRA, M. B. et al. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia (Arica)**, v. 30, p. 55-64, 2012. Disponível em <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v30n1/art07.pdf>. Acesso em 15 de janeiro de 2017.

TOMAS, R.J; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter tropical forage grasses na legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25: 351-1361. 1993.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 421-428, 2008.

TORRES, J.L.R. et al. Desempenho da alface americana e do repolho sobre diferentes resíduos vegetais. **Global Science and Technology**, v. 08, p. 87-95, 2015 a.

TORRES, J.L.R. et al. Desenvolvimento e produtividade de couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v.33, p. 510-514. 2015b. <http://www.scielo.br/pdf/hb/v33n4/1806-9991-hb-33-04-00510.pdf>. Acesso em 13 de dezembro de 2016.

## 5- CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que:

a) A utilização de plantio direto em hortaliças é fundamental para que os olericultores consigam diminuir o revolvimento excessivo do solo, recuperem áreas degradadas, além de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo.

b) É possível realizar a supressão de plantas daninhas, nos cultivos de hortaliças, utilizando palhada de plantas de cobertura de solo.

c) Neste trabalho fica comprovado a diminuição da massa seca das plantas daninhas nos tratamentos com palhada de milho inteiro e triturado. A quantidade de massa seca produzida pelas plantas espontâneas não é suficiente para impedir o crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas no cultivo do brócolis.

d) A porcentagem de degradação da massa seca das plantas de cobertura ocorre mais intensamente nos primeiros 30 dias após o manejo das mesmas.

e) Ocorre acúmulo considerável de N, P, K, Ca, Mg e S, nas plantas de cobertura e os mesmos foram liberados gradativamente ao solo podendo ser utilizados pela cultura do brócolis em sucessão.

f) A quantidade de nutrientes acumulados pela planta e inflorescência de brócolis em 2014 apresentam a ordem decrescente de  $K > N > Ca > S > P > Mg$  e em 2015 a ordem foi  $N > Ca > K > P > S > Mg$ .

g) A produtividade do brócolis é maior nos tratamento com cobertura de solo, no segundo ano avaliado, comprovando que o plantio direto é um sistema de cultivo que deve ser avaliado a longo prazo.

## REFERÊNCIAS GERAIS

BOER, C.A. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.

CECÍLIO FILHO, A.B.; SCHIAVON JÚNIOR, A.A.; CORTEZ, J.W.M. Produtividade e classificação de brócolis para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entre plantas. **Horticultura Brasileira** v. 30, n. 1, p. 12-17, 2012.

FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Área de sistema de plantio direto no Brasil. Disponível em [http:// www.febrapdp.org.br/](http://www.febrapdp.org.br/) Acessado em 7 de janeiro de 2017.

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.

HIRATA, A.C.S; HIRATA, E.K. Manejo do milho para plantio direto de alface americana no verão. **Pesquisa & Tecnologia** v. 12, n. 1, 2015.

LEITE, L.F.C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica** v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

MADEIRA, N.R.; OLIVEIRA, V.R. Avaliação de plantas de cobertura na formação de palhada no plantio direto de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2. p. 492, Suplemento 2, 2004.

MARCANTE, N.C; CAMACHO, M.A; PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milho como cobertura do solo. **Bioscience Journal** v. 27, n. 2, p. 196-204, 2011.

MELO, F.A.C. Cultura dos brócolis. Brasília, DF: EMBRAPA **Coleção Plantar** 74, 153p. 2015.

MÓGOR, A.F.; CÂMARA, F.L.A. Teores de fósforo, potássio e produção de alface orgânica em diferentes coberturas do solo. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 3, p. 112-118, 2009. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6930/4593>. Acesso em 10 de janeiro de 2017.

MORSE, R.D. No-Herbicide, No-Till Summer Broccoli - Quantity of Rye and Hairy Vetch Mulch on Weed Suppression and Crop Yield. In: STIEGLER, JH. (ed.). Proc. 24th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Oklahoma City, 9-11 July. Oklahoma Agri. Exp. Sta. Misc. Pub. MP-151. 2001.

OLIVEIRA, F.F.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D.; ESPINDOLA, J.A.A.; RICCI, M.S.F.; CEDDIA, M.B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 216-220, 2008.

PACHECO, L.P. et al. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no cerrado piauiense. **Bragantia** v. 72, n. 3, p. 237-246, 2013.

POTT, C.A; FELTRIN, D.M. Adubação verde em tomateiro cultivado em sistema de agricultura orgânica. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais** v. 4, n. 2, p. 209-220, 2008.

RIBEIRO, F.S.R; NETO, F.S; SANTOS, J.A.B. Plantio direto na pequena propriedade. **Informe Agropecuário** v. 22, n. 208. p. 100-108, 2001.

SILVA, A.G. et al. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura e cultivo da mamona em sucessão no sistema plantio direto. **Ciência Rural** v. 40, p. 2092-2098, 2010.

SILVA, M.G.O et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da melancia nos sistemas de plantio direto e convencional. **Horticultura Brasileira** v. 31, n. 3, p. 494-499, 2013.

SORATTO, R.P. et al. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 47, n. 10, p. 1462-1470, 2012.

TEIXEIRA, C.M. et al. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia** v. 29 p. 93-99, 2005.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**TECNOLOGIA DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS**

Lista de questões.

Esta lista serve como roteiro de estudos. Não é necessário entregar ao professor.

Uma destas questões irá cair na prova.

- 1) Defina “óleos essenciais” e liste três aplicações para estes compostos.**
- 2) Descreva de forma resumida a extração de óleos essenciais pelo método da destilação pelo uso de solventes e dê um exemplo de um produto/óleo essencial para cada método.**
- 3) Diferencie os tipos de açúcar: cristal, demerara, mascavo, refinado e VHP.**
- 4) Considere a produção de açúcar em usinas, cite os principais tratamentos para purificação do caldo e explique cada um deles.**
- 5) Explique os processos de extração de óleos/gorduras por fusão, prensagem e solvente, dando um exemplo de produto para cada um destes processos.**
- 6) Como é produzido o óleo de palma?**
- 7) O que caracteriza um azeite como extra virgem?**
- 8) Explique o processo de extração do óleo de soja. Cite as principais operações do processo de extração e o que ocorre em cada etapa.**
- 9) Explique o processo de purificação (refino) do óleo de soja. Cite as principais operações do processo de refino e o que ocorre em cada etapa.**