

I Workshop sobre frutificação e adubação de pereiras

Organizadores

Marlise Nara Ciotta
Gustavo Brunetto
Jucinei Comin
Mateus da Silveira Pasa
Paula Beatriz Sete





Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
Moacir Sopelsa

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Giovani Canola Teixeira
Administração e Finanças

Ivan Luiz Zilli Bacic
Desenvolvimento Institucional

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Extensão Rural



ISSN 0100-8986
Agosto/2017

DOCUMENTOS Nº 276

I WORKSHOP SOBRE FRUTIFICAÇÃO E ADUBAÇÃO DE PEREIRAS

Organizadores

Marlise Nara Ciotta
Gustavo Brunetto
Jucinei Comin
Mateus da Silveira Pasa
Paula Beatriz Sete



Florianópolis

2017

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC)

Editoração técnica: Lucia Morais Kinceler

Revisão textual: Laertes Rebelo

Foto de capa: Pomar experimental de pereiras no município de São Joaquim (SC), safra 2016/17. Foto Mateus da Silveira Pasa

Primeira edição: agosto de 2017

Este trabalho teve o apoio da Unesp e Gepaces e o patrocínio da Fapesc.



É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que a fonte seja citada.

Ficha catalográfica

CIOTTA, M.N.; BRUNETTO, G.; COMIN, J.; PASA, M.S.; SETE, P.B (orgs.). *I Workshop sobre frutificação e adubação de pereiras*. Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 120p. (Documentos 276)

Pyrus communis; Fruticultura; Pera.

ISSN 0100-8986

O

Capítulo 4

Uso de plantas de cobertura de inverno e ciclagem de nutrientes em pomares de pereira

Jucinei José Comin, Rodolfo Assis de Oliveira, Marlise Nara Ciotta, Jamilli Almeida Salume, Paula Beatriz Sete, Vilmar Müller Júnior, Bárbara Santos Ventura, Monique Souza, Gilberto Nava, Arcângelo Loss, Cledimar Rogério Lourenzi, Paulo Ademar Avelar Ferreira, Cláudio Roberto Fonseca Sousa Soares, Paulo Emílio Lovato, George Wellington Bastos de Melo, Gustavo Brunetto

1 Introdução

O estado de Santa Catarina (SC) é o terceiro maior produtor de pereira (*Pyrus communis* L.) do Brasil. Os pomares são instalados em solos sob relevo suave ondulado ou ondulado e, por isso, é necessária a manutenção de plantas de cobertura, especialmente, nas entrelinhas de plantio, ou a semeadura dessas espécies, em especial, as de outono/inverno, para dissipar a energia cinética das gotas de chuva sobre o solo, diminuindo o potencial de erosão hídrica e aumentando o armazenamento de água no solo (OLIVEIRA et al., 2016a; WOLSCHICK et al., 2016). Além disso, as plantas de cobertura proporcionam uma grande diversidade, quantidade e proporção de resíduos da parte aérea que, ao serem depositados na superfície do solo, promovem a ciclagem de nutrientes. Por isso, diversas espécies de plantas de cobertura de solo de primavera/verão e outono/inverno têm sido avaliadas e selecionadas pela pesquisa (TIECHER, 2016).

As plantas de cobertura presentes nas entrelinhas e linhas dos pomares podem ser roçadas ao longo do ciclo da pereira ou dessecadas com herbicidas sistêmicos, especialmente aquelas nas linhas de plantio (OLIVEIRA et al., 2014, 2016b; SETE et al., 2015). Parte do carbono (C) orgânico dos resíduos depositada sobre o solo é utilizada como fonte de energia pela população microbiana do solo (FERREIRA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2016a; REICHERT et al., 2015), e parte dos nutrientes nos resíduos, como fósforo (P), potássio (K) e, especialmente, o nitrogênio (N), é mineralizada pela microbiota do solo, incrementando o teor desses elementos no solo (BRUNETTO et al., 2014b; ECKHARDT et al., 2016; REDIN, 2014). Os nutrientes no solo, derivados da mineralização dos resíduos, podem ser absorvidos pelas raízes das pereiras, especialmente, em estágios fenológicos de maior emissão de raízes finas, que são responsáveis pela absorção de água e nutrientes e pelo crescimento de órgãos da parte aérea, contribuindo para a nutrição mineral das plantas, o que pode diminuir a necessidade da aplicação de fertilizantes, reduzindo consequentemente o custo de produção (OLIVEIRA et al., 2014; PLAZA-BONILLA et al., 2015; SANTOS et al., 2014).

Mas a decomposição e a mineralização de nutrientes de resíduos de plantas de cobertura são dependentes de características bioquímicas dos resíduos, especialmente dos teores de celulose, hemicelulose e lignina (SÁNCHEZ, 2009; TAGLIAVINI et al., 2007; VAHDAT et al., 2011), das relações celulose/lignina, lignina/N e C/N (TRINSOUTROT et al., 2000) e dos valores de pH do solo, umidade e oxigênio, que influenciam a atividade microbiológica do solo (BERG & MCCLAUGHERTY, 2008; OLIVEIRA et al., 2016a).

As plantas da família das Poaceae, como a aveia (*Avena strigosa*) e o azevém (*Lolium multiflorum*), normalmente possuem baixos teores de N, alta relação C/N, baixos teores de celulose e hemicelulose, mas altos teores de lignina (CARDOSO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016a; REDIN et al., 2014a, 2014b). Por isso, se espera decomposição e mineralização mais lenta de nutrientes desses resíduos (BRUNETTO et al., 2014a; FERREIRA et al., 2014; REDIN et al., 2014b; REICHERT et al., 2015), o que pode ser

interessante, porque o incremento de nutrientes no solo poderá acontecer de maneira gradual ao longo de estágios fenológicos da pereira que demandam maior quantidade de nutrientes (GÓMEZ-MUNOZ et al., 2014; REDIN, 2014). Por outro lado, espécies como o nabo-forrageiro da família das Brassicaceae, em geral possuem maiores teores de N no tecido, maiores valores de relação C/N, celulose, hemicelulose e menores valores de lignina (NGUYEN & MARSCHNER, 2017; REDIN, 2014), que estimulam a rápida decomposição e mineralização de nutrientes, o que nem sempre é desejado porque grande parte dos nutrientes poderá ser disponibilizada em estágios fenológicos quando é pequena a demanda de N, P e K pela pereira, potencializando as perdas, especialmente de N (OLIVEIRA et al., 2014, 2016a).

No presente capítulo inicialmente será apresentada uma breve descrição das principais espécies de plantas de cobertura de solo de outono/inverno utilizadas, ou com potencial de uso em pomares de pereira. Posteriormente, serão apresentados resultados de produção de matéria seca, acúmulo de nutrientes na parte aérea de plantas de cobertura do solo, bem como de mineralização.

2 Espécies de plantas de cobertura normalmente cultivadas em pomares

Plantas de cobertura são usadas em pomares especialmente para conservação do solo e ciclagem de nutrientes (BRUNETTO et al., 2014b). As plantas de cobertura presentes nas entrelinhas podem ser roçadas a, aproximadamente, 10cm da superfície do solo ao longo do ciclo das pereiras, enquanto aquelas nas linhas de plantio das pereiras podem ser capinadas, roçadas e/ou dessecadas com herbicidas sistêmicos. No manejo das plantas de cobertura nas entrelinhas e linhas de plantio da pereira, os resíduos da parte aérea são depositados sobre a superfície do solo (BALBINOT-JR et al., 2007). O cultivo e a deposição de resíduos de plantas de cobertura dissipam a energia cinética da gota da chuva, o que diminui a erosão hídrica, evita a emergência de plantas espontâneas, aumenta a umidade do solo e pode promover o incremento do teor de carbono orgânico do solo, principalmente em solos degradados (SÉGUY et al., 2006).

Em algumas situações, o produtor evita a semeadura de espécies de plantas de cobertura nos pomares por causa da dificuldade de obtenção e do custo elevado de sementes, bem como devido às operações de semeadura (BALBINOT, 2011). Assim, ele opta pela manutenção de espécies espontâneas nativas, como a língua de vaca (*Rumex obtusifolius*), grama-batatais (*Paspalum notatum*) e capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.) (OLIVEIRA et al., 2016a; SETE et al., 2015). Embora essas produzam menor quantidade de massa seca de resíduos, são menos exigentes em adubação. As espécies de plantas de cobertura do solo implantadas são classificadas em anuais ou perenes. Espécies anuais requerem práticas de semeadura que implicam em elevação dos custos de aquisição de sementes e de mão de obra. Quando semeadas com máquinas de semeadura em linha, ocorre o corte do solo para proporcionar o melhor contato entre as sementes e o solo. Na semeadura mecanizada a lanço, as sementes são distribuídas sobre a superfície do solo em maior densidade de semeadura que aquelas utilizadas na semeadura em linha, além de ser necessária a posterior incorporação das sementes para melhorar a germinação. Uma opção para evitar a incorporação das sementes é aumentar a quantidade de sementes por hectare em até 50% em relação à maior quantidade recomendada. Associado à mecanização, o uso da prática de incorporação das sementes nas áreas de pomares pode causar danos ao sistema radicular das frutíferas, o que facilita a infecção das raízes por patógenos do solo, além de causar um aumento da densidade do solo. Além disso, grande parte dos pomares da Região Sul do Brasil são localizados em áreas de relevo acidentado, dificultando as operações com máquinas. Desta forma, o uso de espécies perenes que consigam completar

seu ciclo de produção de sementes é a forma mais barata para a manutenção da cobertura vegetal nos pomares. Espécies como o trevo branco (*Trifolium repens*), o trevo vermelho (*Trifolium pratenses*), o azevém perene (*Lolium perene*), a língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius*), a grama-forquilha (*Paspalum notatum*) e o capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.) são as espécies espontâneas, nativas ou exóticas comumente encontradas em pomares no sul do Brasil (AZEVEDO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014; SETE et al., 2015).

A seguir serão apresentadas, de forma breve, características de algumas espécies de plantas de cobertura de outono/inverno utilizadas em pomares na Região Sul do Brasil.

2.1 Espécies de outono/inverno

As espécies de outono/inverno são utilizadas principalmente com o objetivo de promover a cobertura do solo no período de inverno (Tabela 21). Em função das boas condições edafoclimáticas do estado de SC, com boa distribuição de chuva no inverno, praticamente todas as espécies de plantas de cobertura apresentam excelente desempenho nos mais diversos tipos de solos e locais (TIECHER, 2016).

No inverno normalmente são semeadas nas entrelinhas de cultivo dos pomares de pereira plantas pertencentes à família Poaceae, como a aveia e o azevém, que possuem alta relação C/N (CARDOSO et al., 2013; REDIN et al., 2014a), resultando em lenta decomposição e mineralização de nutrientes (REDIN, 2014; REICHERT et al., 2015). Dessa maneira, o incremento de nutrientes no solo ocorre em um maior período ao longo dos estágios fenológicos das plantas (GÓMEZ-MUÑOZ et al., 2014; REDIN et al., 2014b). Leguminosas e Brassicaceas também são utilizadas (Figura 15) (HEINZ et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016a), mas possuem menor relação C/N (NGUYEN & MARSCHNER, 2017; REDIN, 2014).

Tabela 21. Espécies indicadas para a cobertura do solo no outono/inverno em pomares de pereira, com indicação da época de plantio e da densidade de semeadura

Nome comum	Nome científico	Época de semeadura	Densidade de semeadura (kg/ha)
Aveia branca	<i>Avena sativa</i>	Mar/Mai	40 a 60
Aveia preta	<i>Avena strigosa</i>	Mar/Mai	60 a 80
Azevém	<i>Lolium mutiflorum</i>	Mai/Jun	60 a 80
Centeio	<i>Secale cereale</i> L.	Mar/Mai	80 a 100
Ervilha forrageira	<i>Pisum arvensis</i>	Mar/Mai	100 a 120
Ervilhaca	<i>Vicia sativa</i>	Mar/Jul	60 a 80
Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus oleiferus</i>	Mar/Mai	4 a 6

Fonte: (Epagri, 2013; Monegat, 1991; Tiecher, 2016). Mar=março, Mai=maio, Jul=julho.

Avena spp: Trata-se de um gênero pertencente à família Poaceae. É uma gramínea forrageira de clima temperado, anual, com excelente capacidade de perfilhamento e produção de matéria seca. Possui colmos cilíndricos, eretos e sistema radicular fasciculado. Ela é amplamente utilizada em todo o mundo. Entre as espécies desse gênero, a aveia preta (*Avena sativa*) é a principal planta de cobertura de solo de estação outono/inverno na Região Sul do Brasil (Figura 15a). Possui elevada produção de matéria seca, possibilitando adequada proteção e melhoria de atributos do solo (CALEGARI, 2016).

Lolium mutiflorum: É uma espécie pertencente à família Poaceae, originária do mediterrâneo, considerada altamente adaptada às condições edafoclimáticas da Região Sul do Brasil, pois é originária de clima temperado (Figura 15b). O azevém é muito semelhante

à aveia quanto ao porte, sistema radicular e uso. Uma diferença é a facilidade de ressemeadura natural e resistência a doenças.

Secale cereale L.: O centeio, também pertence à família Poaceae, se destaca pela maior produção de matéria seca e precocidade, comparativamente ao cultivo das espécies anteriores, quando em condições semelhantes (Figura 15c). Destaca-se pelo crescimento inicial vigoroso, pela rusticidade, tolerância à geada, à acidez do solo e doenças. O centeio possui sistema radicular fasciculado com perfilhos, profundo e agressivo, capaz de absorver nutrientes indisponíveis a outras espécies. Ele é o mais eficiente dos cereais de inverno no aproveitamento de água.

Pisum arvensis L.: A ervilha forrageira é uma espécie pertencente à família Fabaceae, de clima temperado, anual e de hábito trepador. Ela é utilizada para adubação verde e destaca-se por possuir rusticidade, rápido crescimento inicial e boa capacidade de cobertura de solo (Figura 15d). A ervilha é pouco difundida entre técnicos, extensionistas e agricultores, principalmente por causa da falta de informações disponíveis sobre a importância e o potencial de uso na agricultura sustentável ecológica (TIECHER, 2016).

Vicia sativa: A ervilhaca, também pertence à família Fabaceae, é amplamente utilizada, sendo considerada uma planta modelo em pesquisas agronômicas. A ervilhaca é herbácea, com hábito de crescimento trepador, apresenta boa quantidade de raízes, além de proporcionar boa cobertura de solo. Seu principal uso é na adubação verde (Figura 15e). O consórcio de ervilhaca com outras espécies de plantas de cobertura de solo, como a aveia preta e o nabo forrageiro, é muito frequente nos agroecossistemas (TIECHER, 2016).

Raphanus sativus: O nabo forrageiro é uma espécie pertencente à família Brassicaceae. Planta anual ereta, herbácea (Figura 15f) e muito cultivada na Ásia Oriental e Europa. No Brasil, o cultivo ocorre principalmente em regiões com temperaturas amenas. Ele é tolerante à seca e à geada, possuindo ciclo em torno de quatro meses. É muito utilizado como planta de cobertura, conhecido pela capacidade do seu vigoroso sistema radicular em descompactar camadas adensadas do solo.





Figura 15. (a) Aveia preta; (b) plantas de aveia preta e azevém em pomar de pereira cv. Rocha; (c) centeio; (d) ervilha forrageira; (e) consórcio ervilhaca e azevém na entrelinha de pomar de ameixeira cv. Letícia na fase de implantação e (f) nabo-forrageiro em estágio de floração

Fotos: 15a, b, c, f: Estação Experimental de Ituporanga; 15d: Estação Experimental de Caçador; 15e: Alex Basso

3 Manejo de plantas de cobertura em pomares

As práticas de manejo de plantas de cobertura em pomares comerciais, sejam cultivadas ou espontâneas, solteiras ou consorciadas, constituem uma etapa importante na manutenção efetiva da cobertura do solo. O manejo utilizado deve ser adequado para cada situação de cultivo e idade dos pomares, aproveitando as melhorias que elas proporcionam nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (FAGERIA et al., 2005), sem que ocorra o comprometimento do desenvolvimento das frutíferas. Essas práticas de manejo podem ser desde a supressão mecânica das plantas com roçadas ou acamamento com rolo faca, até a dessecação química ou senescência natural.

3.1 Manejo de plantas de cobertura em pré-plantio dos pomares

Em algumas situações especiais de instalação, como nas áreas de pomares da região serrana de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, onde o relevo é caracterizado como declivoso, a semeadura de plantas de cobertura do solo deve ser planejada antes do plantio

das mudas, juntamente com outras práticas de correção da acidez e da fertilidade do solo. Nesta fase, o uso de espécies de inverno pode originar quantidade significativa de resíduos sobre a superfície do solo na época do plantio da pereira, evitando perdas de solo por erosão. Realiza-se uma vez a correção da acidez e da fertilidade do solo, anteriormente à sementeira das plantas de cobertura (de acordo com as recomendações estabelecidas, normalmente, pelas Comissões de Química e Fertilidade do Solo de Estados ou regiões, ou por outra recomendação oficial para a pereira). Assim, com exceção das covas ou linhas de plantio, o solo não mais necessita ser revolvido.

3.2 Manejo de plantas de cobertura em pomares em crescimento

Em pomares de pereira em crescimento, as plantas de cobertura poderão competir por água e nutrientes com a frutífera. Isso acontece principalmente porque nesse período as frutíferas possuem menor volume de raízes explorando o solo. Assim, hipoteticamente, caso aconteça a redução na absorção de água e nutrientes, menor será o seu crescimento, que pode ser mensurado pela altura e diâmetro de caule, mas também pelo teor de nutrientes nas folhas (ATUCHA et al., 2011).

Práticas como a dessecação e a capina mecânica ou manual nas linhas de plantio das pereiras devem ser realizadas com cautela, pois podem causar danos ao sistema radicular (Figura 16a; b; c; d; e). Convém destacar que uma opção para diminuir a competição das plantas de cobertura próximo às frutíferas é o coroamento. Com isso, a vegetação em um raio de aproximadamente 80 a 100cm é eliminada, sendo os seus resíduos depositados sobre a superfície do solo, próximo ao caule das pereiras, para reduzir a erosão e contribuir para a ciclagem de nutrientes (Figura 16b; f).

Mas é importante destacar que em regiões de cultivo de pereira em SC, como no Planalto Serrano, as chuvas são frequentes ao longo do ano e as temperaturas mais amenas. Com isso, os solos podem possuir disponibilidade de água adequada para suprir as demandas das plantas de cobertura e também da pereira. Por isso, se espera que a competição das plantas de cobertura por água e nutrientes com as pereiras jovens possa ser menor no Planalto Serrano de SC que em outras regiões com outras condições edafoclimáticas. Aliado a isso, como os solos são submetidos a aplicações de corretivos da acidez e fertilizantes na adubação de plantio, isso pode contribuir para a melhoria da exploração do perfil do solo pelas raízes da pereira.





Figura 16. a) Nabo-forageiro 20 dias após sementeira na linha e plantas espontâneas na entrelinha em pomar de pereira cv. Rocha; (b) roçada manual do nabo-forageiro; (c) roçada mecânica logo após a sementeira de plantas de cobertura; (d) roçada mecânica na linha de plantio e (e) manejo químico de plantas de cobertura em pomar de ameixa cv. Fortune, Monte Bérico, Farroupilha, RS

Fotos: Alex Basso

3.3 Manejo de plantas de cobertura em pomares em produção

Em pomares em produção se recomenda a sementeira de plantas de cobertura no início da dormência das pereiras, no final da primavera/verão (abril-maio), evitando que o solo permaneça com pouca vegetação em um período (inverno) de maior número e volume de precipitações, o que é comum, por exemplo, no Planalto Serrano de SC. Assim, em aproximadamente 20 dias após a sementeira das plantas de cobertura possivelmente elas estarão com uma altura em torno de 10 a 15cm. O seu crescimento será favorecido pelo aumento da entrada de luz no pomar, em decorrência da senescência das folhas das pereiras. Convém destacar que com a senescência e decomposição dessas folhas sobre o solo se espera mineralização de nutrientes (p.e.: N, P, K, entre outros) que poderão contribuir para a nutrição das pereiras no início da brotação ou das plantas de cobertura implantadas no pomar. Ademais, as plantas de cobertura contribuem para o controle das plantas espontâneas e, conseqüentemente, para a redução (FAGERIA et al., 2005), até mesmo a eliminação do uso de herbicidas. A supressão das plantas espontâneas pode ser consequência de vários fatores como: a barreira física exercida pelos resíduos de plantas de cobertura, que dificultam o crescimento e o desenvolvimento normal das plantas; a interceptação da radiação solar e a redução da amplitude térmica das camadas superficiais do solo, afetando as sementes de espécies de espontâneas que, para germinar, necessitam de estímulo térmico; as características químicas das plantas, em um tipo de interação ecológica conhecida por alelopatia causada pela liberação de compostos químicos que podem suprimir a germinação e o crescimento de plantas espontâneas (ALTIERI et al., 2011).

Para facilitar práticas de manejo das pereiras, caso seja necessário as plantas de cobertura poderão ser roçadas e os seus resíduos depositados sobre o solo. Porém, não havendo essa necessidade, sugere-se a manutenção das plantas de cobertura sem roçadas para se obter maiores produções de matéria seca da parte aérea ou mesmo do sistema radicular, o que aumenta a ciclagem de nutrientes e minimiza as perdas de solo pela erosão hídrica.

Ao final do inverno (agosto-setembro) as plantas de cobertura podem ser mantidas até sua senescência natural, caso não estejam prejudicando as práticas culturais (Figura 17a). Por outro lado, as plantas de cobertura poderão ser manejadas, por exemplo, com

roçadas, a 10cm da superfície do solo ao longo do ciclo das pereiras. Isso facilitará a circulação de pessoas e máquinas no interior do pomar para a realização de práticas de manejo. Quando necessário e adequado, sugere-se a semeadura de plantas de cobertura de primavera/verão. Porém outra boa opção é a manutenção da vegetação espontânea/nativa nas linhas e entrelinhas do pomar e, quando necessário, realizar roçadas, especialmente na vegetação da entrelinha (Figura 17b; c; d) (FERREIRA et al., 2014; SETE et al., 2015).



Figura 17. (a) Manejo de plantas de cobertura em pomares de Pera Rocha em produção com cobertura de tela anti-granizo; (b) plantas de nabo-forageiro na linha de plantio e acamamento do nabo-forageiro com roçada manual em pomar de pera Rocha (direita); (c) nabo-forageiro antes e após roçada manual com posterior deposição na linha de plantio e (d) pera cv. Packham's e plantas de cobertura acamadas, Monte Bérico, Farroupilha, RS
Fotos: Alex Basso.

4 Produção de matéria seca de plantas de cobertura em pomares no Sul do Brasil

A produção de matéria seca de espécies de plantas de cobertura do solo em pomares é menor, comparativamente, às produções observadas em áreas cultivadas com culturas anuais. Por exemplo, em sistemas de plantio direto no sul do Brasil já foram observadas produções de 4,0; 4,2 e 5,5 Mg ha⁻¹ de matéria seca de aveia branca, azevém e nabo-forageiro, respectivamente (CARDOSO et al., 2013). Enquanto em pomares de macieira a produção de matéria seca de aveia branca foi de 2,7 Mg ha⁻¹, a de azevém foi próxima de 3,5 Mg ha⁻¹ (PELIZZA et al., 2009) e, em pomar de pessegueiro, a de nabo-forageiro foi de aproximadamente 3,0 Mg ha⁻¹ (ROSSI et al., 2007). Isso porque normalmente as plantas de cobertura são roçadas na floração das frutíferas. Aliado a isso, a incidência de luz é

menor no interior dos pomares, o que pode diminuir o crescimento e o desenvolvimento das espécies de plantas de cobertura.

4.1 Decomposição e mineralização de nutrientes em pomar de pereira

A dinâmica da perda da matéria seca e a liberação de nutrientes tem permitido selecionar plantas de cobertura que liberam maior quantidade de nutriente na fase de brotação e floração das pereiras, proporcionando economia de insumos utilizados no pomar. Estudos foram realizados no Planalto Serrano de SC com o objetivo de avaliar a decomposição e a liberação de nutrientes de resíduos de aveia branca, nabo-forageiro, azevém e plantas espontâneas (SALUME, 2017). Os resíduos produzidos pelas plantas de cobertura foram acondicionados em bolsas de decomposição, que foram depositadas sobre a superfície do solo. Esses mesmos resíduos foram coletados no tempo zero, o que coincidiu com o início da brotação das pereiras, seguindo as coletas até 136 dias após a deposição, correspondente à colheita dos frutos. Os detalhes experimentais do estudo podem ser obtidos em Salume (2017). Ao longo do tempo se observou diminuição dos teores de matéria seca e liberação de C, N, P, K, Ca e Mg. O decréscimo da matéria seca aconteceu por causa da fragmentação dos resíduos pela fauna do solo e da degradação de compostos orgânicos pela população microbiana (NGUYEN & MARSCHNER, 2017; OLIVEIRA et al., 2016b).

As percentagens de matéria seca remanescente de todos os tipos de resíduos diminuíram ao longo do tempo (Tabela 22; Figura 18a). Dos 21 até 136 dias após a deposição, as maiores percentagens de matéria seca remanescente foram observadas nos resíduos de plantas espontâneas, com média de 28% aos 136 dias após a deposição e tempo de meia-vida ($t^{1/2}$) de 73 dias. Percentuais intermediários de matéria seca foram verificados a partir dos 21 até os 136 dias após a deposição, aproximadamente, 25 e 16% para os resíduos de nabo-forageiro e azevém, com $t^{1/2}$ de 69 e 52 dias, respectivamente. A menor percentagem de matéria seca remanescente (aproximadamente, 3% aos 136 dias após a deposição) foi verificada nos resíduos da aveia, sendo o $t^{1/2}$ de 27 dias.

Tabela 22. Parâmetros dos valores ajustados ($X=X_0e^{-kt}$) aos valores de matéria seca (MS) remanescente, nitrogênio total (N), fósforo (P) e potássio (K); o tempo de meia-vida ($t^{1/2}$) e a constante de decomposição (k) de cada compartimento, e valores de R² para os resíduos de aveia branca, nabo-forageiro, azevém e plantas espontâneas, depositados na linha de plantio em pomar de pereira

Planta de cobertura	X ₀ ⁽²⁾	k ⁽³⁾	t ^{1/2} ⁽⁴⁾	R ²	X ₀	k	t ^{1/2}	R ²
	%	g g ⁻¹	Dias		%	g g ⁻¹	Dias	
	MS remanescente				P remanescente			
Aveia branca	95,05 ¹ a	0,025 a	27 c	0,94**	94,67 ab	0,027 a	26 b	0,93**
Nabo-forageiro	87,95 b	0,009 b	69 ab	0,83**	95,00 ab	0,023 a	30 b	0,95**
Azevém	95,05 a	0,013 b	52 b	0,89**	96,67 a	0,041 a	26 b	0,95**
Plantas	100,25 a	0,010 b	73 a	0,87**	88,67 b	0,006 a	109 a	0,88**
	N remanescente				K remanescente			
Aveia branca	85,50 a	0,012ab	58 ab	0,81**	100,00 a	0,064 a	11 a	0,99**
Nabo-forageiro	86,50 a	0,011 ab	67 ab	0,83**	100,00 a	0,089 a	8 a	0,99**
Azevém	90,35 a	0,014 a	48 b	0,91**	100,00 a	0,079 a	9 a	0,99**
Plantas	88,25 a	0,008 b	91 a	0,81**	99,67 a	0,075 a	9 a	0,99**

** significativo a 5% de probabilidade; ⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; ⁽²⁾ Quantidade inicial; ⁽³⁾ Constante de decomposição e ⁽⁴⁾ Tempo de meia vida.

A maior quantidade de matéria seca remanescente de plantas espontâneas observada no período de 21 a 136 dias após a deposição pode ter acontecido por causa da mistura de tipos de plantas espontâneas, como língua de vaca (*Rumex obtusifolius*), grama-batatais (*Paspalum notatum*) e capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.), que conferiram composição heterogênea a esse tipo de resíduo em relação aos outros resíduos de plantas solteiras. Esse comportamento pode também ser explicado pelos altos valores iniciais de lignina ($334,62 \text{ g kg}^{-1}$), que proporcionaram maiores valores da relação lignina/N (10,23), e um dos menores valores da relação celulose/lignina (0,33).

Resíduos com altas concentrações de lignina, o que normalmente reflete em maiores valores da relação lignina/N e menores valores de celulose/lignina, apresentam decomposição mais gradual, pois a lignina tende a proteger mecanicamente a celulose da parede celular contra a degradação (OLIVEIRA et al., 2016a). Por outro lado, a menor percentagem de matéria seca de resíduos de aveia branca observada no período de 21 a 136 dias após a deposição pode ser atribuída, em parte, ao valor de relação C/N, que foi próximo de 20, o que pode estimular a colonização dos resíduos pela população microbiana, potencializando a mineralização do resíduo com consequente diminuição da matéria seca remanescente.

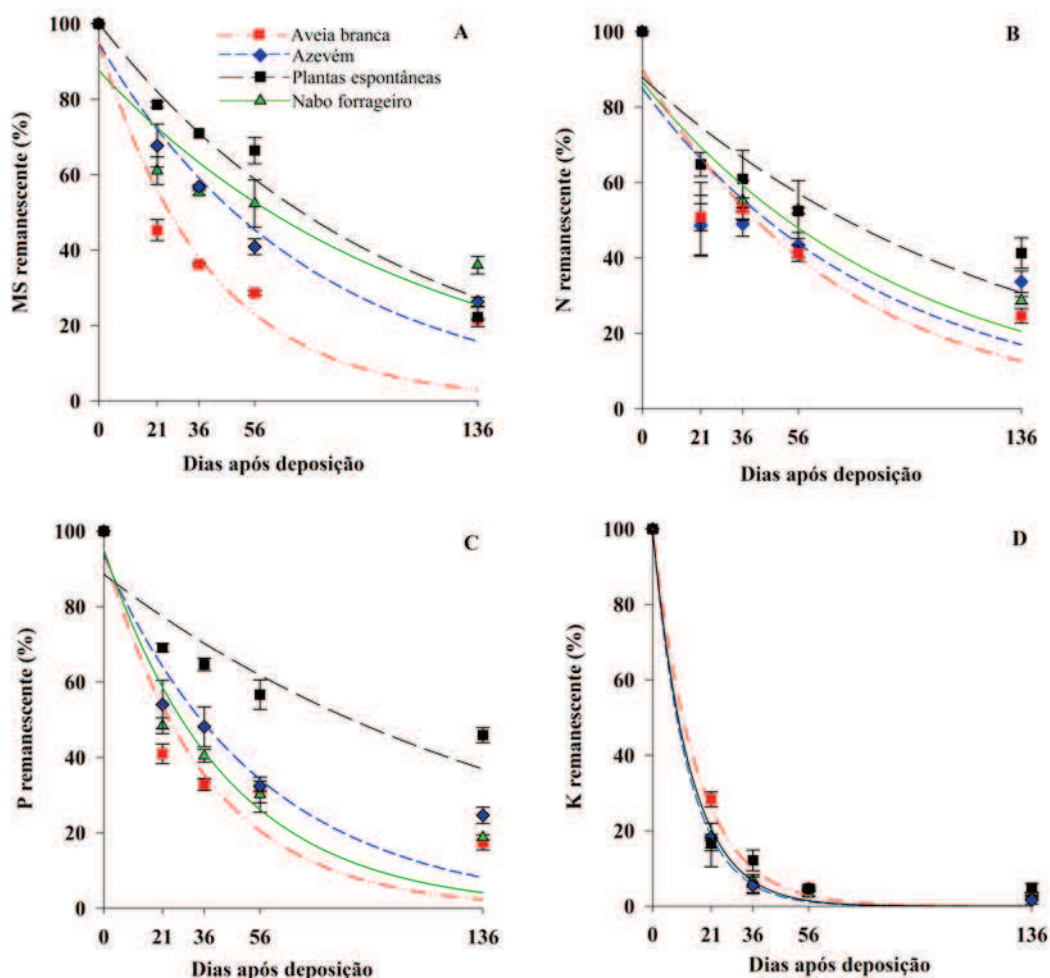


Figura 18. (a) Percentagem remanescente de matéria seca (MS), (b) nitrogênio (N), (c) fósforo (P) e (d) potássio (K), em resíduos de aveia branca, nabo-forrageiro, azevém e plantas espontâneas, depositados na linha de plantio em pomar de pereira. As barras verticais representam o erro padrão.

As percentagens de N remanescente em todos os tipos de resíduos diminuíram ao longo do tempo (Tabela 22; Figura 18b). A maior percentagem de N remanescente, dos 21 aos 136 dias após a deposição foi observada nos resíduos de azevém, com média de 35% aos 136 dias após a deposição (Tabela 22; Figura 18b). Percentuais intermediários foram verificados nos resíduos de nabo-forrageiro, sendo o $t^{1/2}$ de 66 dias. A menor percentagem de N remanescente foi observada nos resíduos de plantas espontâneas, com média de 50% aos 136 dias após a deposição e $t^{1/2}$ de 91 dias. A maior permanência do N remanescente nos resíduos de azevém pode ser atribuída, em parte, à maior quantidade de N adicionado na forma de resíduo, mas também à maior relação lignina/N (6,25), teor de lignina (174,62 g kg⁻¹), em relação aos demais tipos de resíduos. Por outro lado, a menor percentagem de N remanescente nos resíduos de plantas espontâneas pode ser explicada, especialmente, pela diminuição das relações C/N no resíduo ao longo das épocas de coleta. As percentagens intermediárias de N remanescente nos resíduos de nabo-forrageiro podem ser atribuídas, especialmente, à relação C/N (15,16) no tempo zero, que foi intermediária em relação aos demais resíduos (Tabela 23).

Tabela 23. Relação C/N da matéria seca remanescente dos resíduos de aveia branca, nabo-forrageiro, azevém e plantas espontâneas, depositados na linha de plantio em pomar de pereira

Plantas de cobertura	Dias após deposição das bolsas de deposição				
	0	21	36	56	136
Aveia branca	23,82	21,38	17,40	15,92	14,99
Nabo-forrageiro	15,16	19,96	14,54	15,52	17,43
Azevém	14,90	21,18	13,83	13,28	12,59
Plantas espontâneas	11,40	14,97	15,87	16,38	14,73

As percentagens de P remanescente em todos os tipos de resíduos diminuíram ao longo do tempo (Tabela 22; Figura 18c). A maior percentagem de P remanescente foi verificada nos resíduos de plantas espontâneas, com média de 37% e $t^{1/2}$ de 109 dias (Tabela 22; Figura 18c). A menor percentagem de P remanescente foi verificada nos resíduos de nabo-forrageiro, azevém e aveia branca, com média 8, 5 e 3% aos 136 dias após a deposição, com o $t^{1/2}$ de 30; 26 e 26 dias, respectivamente. Convém destacar que aos 136 dias após a deposição, os resíduos de plantas espontâneas depositados no solo apresentaram percentagens de P remanescente menor que 60%, indicando a liberação de mais da metade do P contido nos resíduos. O P em plantas de cobertura pode ser acumulado na forma orgânica e, especialmente, na forma solúvel inorgânica, que é rapidamente liberada durante a decomposição dos resíduos (OLIVEIRA et al., 2017). A maior acumulação de P no período inicial nas plantas espontâneas se deve à permanência de formas de P mais recalcitrantes, sendo liberadas após a mineralização dos resíduos. Por outro lado, a menor acumulação de P no período inicial nos resíduos de nabo-forrageiro, azevém e aveia branca se deve à perda de P solúvel acumulada nos vacúolos dos tecidos vegetais (MARSCHNER, 2012; OLIVEIRA et al., 2017).

As percentagens de K remanescente em todos os tipos de resíduos diminuíram ao longo do tempo (Tabela 22; Figura 18d). A maior percentagem de K remanescente foi verificada nos resíduos de aveia branca, com média de 1% aos 136 dias após a deposição e $t^{1/2}$ de 11 dias. Mas, dos 21 aos 136 dias após a deposição, a percentagem remanescente de K não diferiu estatisticamente entre os tipos de resíduos (Tabela 22; Figura 18d). O maior valor de percentagem remanescente de K nos resíduos de aveia branca pode ser explicado,

em parte, devido ao menor $t^{1/2}$ (68 dias) da biomassa não estrutural (504,10 g kg⁻¹). As baixas percentagens de K remanescente, em todos os resíduos, dos 21 aos 136 dias após a deposição, acontece porque o K é um cátion encontrado na forma solúvel em resíduos de plantas e não está associado a nenhum componente estrutural no tecido vegetal (FERREIRA et al., 2014; TIECHER et al., 2015). Com isso, o K é facilmente lixiviado dos resíduos pela água até o solo (OLIVEIRA et al., 2016b).

As quantidades de N, P (P₂O₅) e K (K₂O) liberadas quando as plantas foram depositadas na superfície do solo, no período de brotação das pereiras, proporcionaram uma liberação de N de 160,7 (aveia branca), 270,09 (nabo-forrageiro), 248,4 (azevém) e 192,0kg ha⁻¹(plantas espontâneas), de P₂O₅ 200,1 (aveia branca), de 497,3 (nabo-forrageiro), 280,0 (azevém) e 195,8kg ha⁻¹(plantas espontâneas), e de K₂O 76,6 (aveia branca), de 141,0 (nabo-forrageiro), 192,0 (azevém) e 53,72kg ha⁻¹(plantas espontâneas), respectivamente (Tabela 24). Esses valores proporcionam redução de adubações com N, P e K e economia com fertilizantes, considerando-se que no pomar comercial, onde foi realizado o experimento, cultivam-se cerca de 20 hectares de pereira. Os efeitos de plantas de cobertura que propiciam a economia de fertilizantes nitrogenados são bem documentados na literatura (FAGERIA et al., 2005).

Em resumo, o enriquecimento do solo com nutrientes essenciais é influenciado pela espécie de cobertura, especialmente pela quantidade de matéria seca produzida e a concentração de nutrientes nos tecidos secos. A produção de matéria seca também é afetada pelas condições ambientais, fertilidade do solo e práticas de manejo das culturas. Além disso, o enriquecimento do solo com nutrientes é principalmente dependente da profundidade de enraizamento, pois o desejado é que as plantas de cobertura absorvam e transfiram de nutrientes de horizontes subsuperficiais para as camadas superficiais do solo. Já a profundidade de enraizamento não é apenas determinada pela espécie de planta de cobertura, mas, principalmente, pela profundidade do solo, presença de camadas compactadas, aeração, textura do solo, fertilidade do solo e presença de elementos tóxicos (FAGERIA et al., 2005).

Tabela 24. Equivalente de fertilizantes (kg ha⁻¹) com base nas quantidades de N, P e K liberados pelas plantas de cobertura

Planta de cobertura	Nutrientes	Liberado pelas plantas de cobertura	Equivalente de fertilizante ¹
		kg ha ⁻¹	
Aveia branca	N	72,33	160,73
	P (P ₂ O ₅)	36,02	200,11
	K (K ₂ O)	45,93	76,55
Nabo-forrageiro	N	121,54	270,09
	P (P ₂ O ₅)	89,51	497,28
	K (K ₂ O)	84,6	141,00
Azevém	N	111,77	248,38
	P (P ₂ O ₅)	50,4	280,00
	K (K ₂ O)	53,52	89,20
Plantas espontâneas	N	86,41	192,02
	P (P ₂ O ₅)	35,25	195,83
	K (K ₂ O)	32,23	53,72

⁽¹⁾ N: Ureia (45% de N); P: Superfosfato simples (18% de P₂O₅); K: Cloreto de Potássio (60% de K₂O).

5 Considerações finais

Plantas de cobertura em pomares de pereiras promovem a proteção da superfície do solo, o que dissipa a energia cinética da gota da chuva e diminui o potencial de erosão hídrica, especialmente em solos localizados em relevo declivoso. Os resíduos de espécies, como das plantas espontâneas, permanecem por mais tempo na superfície do solo, em relação a resíduos de aveia, azevém e nabo-forrageiro. Ao longo da decomposição dos resíduos das plantas de cobertura, nutrientes são liberados ao solo e poderão contribuir para a nutrição das pereiras, tema que demanda mais estudos. Os resíduos de nabo-forrageiro e azevém liberaram mais rapidamente o N em relação aos resíduos de aveia e plantas espontâneas.

6 Referências

- ALTIERI, M.A.; LANA, M.A.; BITTENCOURT, H.V.H.; LOVATO, P.E. Enhancing crop productivity via weed suppression in organic no-till cropping systems in Santa Catarina, Brazil. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.35, p.1-15, 2011.
- ATUCHA, A.; MERWIN, I. A.; BROWN, M. G. Long-term effects of four groundcover management systems in an apple orchard. **Hort Science**, v.46, p.1176-1183, 2011.
- AZEVEDO, F. A.; ROSSETTO, M.P.; SCHINOR, E.H. ; MARTELLI, I.B. ; PACHECO, C.A. Influência do manejo da entrelinha do pomar na produtividade da laranja-’Pera’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.134-142, 2012.
- BALBINOT-JR, A. A.; MORAES, A.; BACKES, R. L. Efeito de coberturas de inverno e sua época de manejo sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho. **Planta daninha**, v.25, p.473-480, 2007.
- BALBINOT, M. Manejo do solo e componentes do rendimento de pomar de pessegueiro. 2011. 95p. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, 2011.
- BERG, B.; MCCLAUGHERTY, C. Plant Litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration. 2^a ed. Heidelberg: Springer Verlag, 2014, 315p.
- BRUNETTO, G; CERETTA, C.A.; MELO, G.A.B.; KAMINSKI, J.; TRENTIN, G.; FERREIRA, P.A.A.; MIOTTO, A.; TRIVELIN, P.C.O. Contribution of nitrogen from agricultural residues of rye to “Niagara Rosada” grape nutrition. **Scientia Horticulturae**, v.169, p.66-70, 2014a.
- CALEGARI, A. Manual técnico de plantas de cobertura. 2ed, Webio Academy, 2016, 32p.
- CARDOSO, D.P.; SILVA, M.L.N.; CARVALHO, G.J.; FREITAS, D.A.F. de.; AVANZI, J.C. Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. Agrária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, p.375-382, 2013.
- ECKHARDT, D.P.; REDIN, M.; JACQUES, R.J.S.; LORENSINI, F.; SANTOS, M.L.; WEILER, D.A.; ANTONIOLLI, Z.I. Mineralization and efficiency index of nitrogen in cattle manure fertilizers on the soil. **Ciência Rural**, v.46, p.472-477, 2016.

EPAGRI. **Sistema de produção para a cebola de Santa Catarina**. 4^a ed. Florianópolis: EPAGRI, 2013, 106p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; BAILEY, B. A. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p.2733-2757, 2005.

FERREIRA, P.A.A.; GIROTTO, E.; TRENTIN, G.; MIOTTO, A.; MELO, G.W.; CERETTA, C.A.; KAMINSKI, J.; DEL FRARI, B.K.; MARCHEZAN, C.; SILVA, L.O.S.; FAVERSANI, J.C.; BRUNETTO, G. Biomass decomposition and nutrient release from black oat and hairy vetch residues deposited in a vineyard. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1621-1632, 2014.

GÓMEZ-MUÑOZ, B.; HATCH, D.J.; BOL, R.; GARCÍA-RUIZ, R. Nutrient dynamics during decomposition of the residues from a sown legume or ruderal plant cover in an olive oil orchard. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.184, p.115-123, 2014.

HEINZ, R.; GARBIATE, M.V.; NETO, A.L.V.; MOTA, L.H.S.; CORREIA, A.M.P.; VITORINO, A.C.T Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crambe e nabo forrageiro. **Ciência Rural**, v.41, p.1549-1555, 2011.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3^a ed. Australia: Elsevier, 2012, 672 p.

MONEGAT, C. Plantas de cobertura do solo. In: **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. 1^a ed. Chapecó: Ed. do autor, 1991. p.39-143.

NGUYEN, T. T.; MARSCHNER, P. Soil respiration, microbial biomass and nutrient availability in soil after addition of residues with adjusted N and P concentrations. **Pedosphere**, v.27, p.76-85, 2017.

OLIVEIRA, B.S.; AMBROSINI, V.G.; LOVATO, P.E.; COMIN, J.J.; CERETTA, C.A.; SANTOS JUNIOR, E.; SANTOS, M.A.; LAZZARI, C.J.R.; BRUNETTO, G. Produção e nitrogênio no solo e na solução em pomar de macieira submetido à aplicação de fontes de nutrientes. **Ciência Rural**, v.44, p.2164-2170, 2014.

OLIVEIRA, B.S.; AMBROSINI, V.G.; TRAPP, T.; SANTOS, M.A.; SETE, P.B.; LOVATO, P.E.; LOSSO, A.; COMIN, J.J.; LOURENZI, C.R.; COUTO, R.R.; TOSELLI, M.; BRUNETTO, G. Nutrition, productivity and soil chemical properties in an apple orchard under weed management. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.104, p.247-258, 2016a.

OLIVEIRA, R.A.; BRUNETTO, G.; LOSS, A.; GATIBONI, L.C.; KURTZ, C.; LOVATO, P.E.; OLIVEIRA, B.S.; SOUZA, M.; COMIN, J.J. Cover crops effects on soil chemical properties and onion yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, p.1-17, 2016b.

OLIVEIRA, R.A.; COMIN, J.J.; TIECHER, T.; PICCIN, R.; SOMAVILLA, L.M.; LOSS, A.; KURTZ, C.; BRUNETTO, G. Release of phosphorus forms from cover crop residues

in agroecological no-till onion production. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.41, p.1-16, 2017.

PELIZZA, T.R.; MAFRA, A.L.; AMARANTE, C.V.T.; NOHATTO, M.A.; VARGAS, L. Coberturas do solo e crescimento da macieira na implantação de um pomar em sistema orgânico de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.739-748, 2009.

PLAZA-BONILLA, D.; NOLOT, J.-M.; RAFFAILLAC, D.; JUSTES, E. Cover crops mitigate nitrate leaching in cropping systems including grain legumes: field evidence and model simulations. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.212, p.1–12, 2015.

REDIN, M. Produção de biomassa, composição química e decomposição de resíduos culturais da parte aérea de raízes no solo. 2014. 114p. **Tese (Doutorado)**, Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

REDIN, M. et al. Carbon mineralization in soil of roots from twenty crop species, as affected by their chemical composition and botanical family. **Plant and Soil**, v. 378, p. 205-214, 2014a.

REDIN, M.; GUÉNON, R.; RECOUS, S.; GIACOMINI, S.J How the chemical composition and heterogeneity of crop residue mixtures decomposing at the soil surface affects C and N mineralization. **Soil Biology and Biochemistry**, v.78, p.65-75, 2014b.

REICHERT, J.M.; RODRIGUES, M.F.; BERVALD, C.M.; SCHUMACHER, M.V. Fragmentation, fiber separation, decomposition, and nutrient release of secondary-forest biomass, mechanically chopped-and-mulched, and cassava production in the Amazon. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.204, p.8-16, 2015.

ROSSI, A.; RUFATO, L.; GIACOBBO, C.L.; COSTA, V.B.; VITTI, M.R.; MENDEZ, M.E.G.; FACHINELLO, J.C. Diferentes manejos da cobertura vegetal de aveia preta em pomar no sul do Brasil. **Bragantia**, v.66, p.457-463, 2007.

SALUME, J. A. Decomposição e mineralização de nutrientes de resíduos de plantas de cobertura, espontâneas e implantadas, em solo de pomares de pereira (*Pyrus communis* L.). 2017. 71p. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

SÁNCHEZ, C. Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. **Biotechnology Advances**, v.27, p.185-194, 2009.

SANTOS, F. C.; FILHO, M.R.A.; VILELA, L.; FERREIRA, G.B.; CARVALHO, M.C.S.; HERBERT, J.; VIANA, M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1855-1861, 2014.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; HUSSON, O. Direct-Seeded tropical soil systems with permanent soil cover: learning from Brazilian experience. In: Uphoff, N., et al. (Ed.). **Biological Approaches to Sustainable Soil Systems**. Boca Raton, FL, USA: CRC Press Publ., 2006. p. 323-342.

SETE, P.B. ; MELO, G.W.B. ; OLIVEIRA, B.S. ; FREITAS, R.F. ; MAGRO, R.D.; AMBROSINI, V.G. ; TRAPP, T. ; COMIN, J.J. ; GATIBONI, L.C. ; BRUNETTO, G. Perdas de nitrogênio do solo e resposta do pessegueiro à adição de composto orgânico. **Ciência Rural**, v.45, p.651-657, abr. 2015.

TAGLIAVINI, M.; TONON, G.; SCANDELLARI, F.; QUIÑONES, A.; PALMIERI, S.; MENARBIN, G.; GIOCCINI, P.; MASIA, A. Nutrient recycling during the decomposition of apple leaves (*Malus domestica*) and mowed grasses in an orchard. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.118, p.191-200, 2007.

TIECHER, T. ; OLIVEIRA, L.B. ; CANER, L. ; TIECHER, T.L. Cover crops affecting soil phosphorus dynamics in Brazilian highly weathered soils. In: REUTER, J. (Ed.). **Cover Crops: Cultivation, Management and Benefits**. New York, USA: Nova Science Publishers, v.55, p.23-52, 2015.

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil**: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016, 186p.

VAHDAT, E.; NOURBAKHSI, F.; BASIRI, M. Lignin content of range plant residues controls N mineralization in soil. **European Journal of Soil Biology**, v.47, p.243-246, 2011.

WOLSCHICK, N.H.; BARBOSA, F.T.; BERTOL, I.; SANTOS, K.F.; WERNER, R.S.; BAGIO, B. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, p.134-143, 2016.