

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAMILA FERNANDA DE XAVES

**DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE AVEIA EM DIFERENTES MANEJOS DA
SEMEADURA DA CULTURA DE VERÃO E CORREÇÃO DE ACIDEZ DO SOLO
NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

PATO BRANCO

2021

CAMILA FERNANDA DE XAVES

**DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE AVEIA EM DIFERENTES MANEJOS DA
SEMEADURA DA CULTURA DE VERÃO E CORREÇÃO DE ACIDEZ DO SOLO
NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

**Decomposition of oat straw in different managements of summer cropping and
soil acidity correction in the crop-livestock integration system**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Betania Brum de Bortoli.

Coorientadora: Tangriani Simioni Assmann.

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

CAMILA FERNANDA DE XAVES

**DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE AVEIA EM DIFERENTES MANEJOS DA
SEMEADURA DA CULTURA DE VERÃO E CORREÇÃO DE ACIDEZ DO SOLO
NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 26/novembro/2021

Marcos Antonio de Bortolli
Doutorado
Produtor Rural autônomo

Tangriani Simioni Assmann
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Betania Brum de Bortolli
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2021

Dedico este trabalho aos meus pais Mari e Dirceu
Xaves, pelo incentivo e apoio.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus pela oportunidade e honra de chegar até aqui, foram muitos momentos felizes e de grande aprendizagem.

À minha amada mãe Maria S. F. de Xaves e ao meu amado pai Dirceu R. de Xaves, pela educação, carinho, conselhos, apoio e por não medirem esforços para me ajudar a concluir essa etapa.

À minha Irmã Edlis M. de Xaves e meu Irmão Rafael R. de Xaves pelos conselhos, incentivos e apoio nas tomadas de decisões.

Agradeço a Orientadora Prof^a. Dr^a. Betania Brum de Bortolli pelas orientações e conselhos, pela sua amizade, dedicação, seu esforço, seu conhecimento e sua paciência em me guiar nesta caminhada, por estar sempre preocupada e cuidando com muito carinho dos seus alunos e orientados, agradeço imensamente pela sua dedicação e esforço para minha formação profissional e desenvolvimento pessoal.

À minha Coorientadora Prof^a. Dr^a. Tangriani Simioni Assmann pelas dicas, orientação e empréstimo dos materiais e reagentes utilizados nesta pesquisa.

Agradeço ao Dr. Marcos Antonio de Bortolli e seus pais, por cederem parte de sua propriedade para o desenvolvimento e realização desse projeto, pelo apoio a pesquisa científica e por estar presente e acompanhar as atividades desenvolvidas.

Aos membros do grupo GEXPILP que contribuíram para o desenvolvimento e coleta de dados dessa pesquisa. Ao Laboratório de solos, ao LAQUA e ao laboratório de Sementes pelo espaço e ajuda na realização das análises.

Aos meus amigos, colegas de classe e do Curso de Agronomia que me deram força e apoio nos momentos difíceis dessa caminhada, em especial a Juliane Galvan e Brendo da Silva Costa pela amizade, companhia e pelas divertidas conversas durante os intervalos e almoço.

Aos meus queridos amigos da graduação Aline Almeida, Brenda Garcia, Loren Linhares, Caroline Menegazzi, Geciana de Bortoli, Caroline Mariott e Bruno Carvalho pelas trocas de aprendizagem, carinho, acolhimento e pela companhia, foram muitos momentos de alegrias inesquecíveis.

Enfim, agradeço a todos os que de algum modo contribuíram para a realização desta pesquisa.

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre
aquilo que todo mundo vê.
(SCHOPENHAUER, 2010).

RESUMO

A integração de lavoura com pastagens, traz benefícios em ganho de produtividade e peso animal, uso adequado de insumos, aumento da matéria orgânica no solo, capacidade de armazenamento de nutrientes e maior eficiência do uso desses nutrientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de decomposição da matéria seca da aveia em um latossolo, quando submetidos a diferentes combinações entre corretivo/condicionador de acidez do solo e métodos de semeadura da cultura de grãos em área pastejada e em área não pastejada. Os experimentos foram realizados no município de Vitorino no Paraná. Foram conduzidos dois experimentos, um em área de aveia preta pastejada no inverno e outro em área de aveia preta não pastejada, ambos organizados em esquema bifatorial (2 x 4) com parcelas subdivididas no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Nas parcelas principais foram alocados dois manejos da semeadura da cultura de verão (semeadura com discos duplos e semeadura com hastes sulcadoras); as subparcelas foram compostas por quatro diferentes formas de correção/condicionamento do solo [sem correção; dose recomendada de calcário (2000 kg ha⁻¹); dose recomendada de gesso (1000 kg ha⁻¹) e a mistura de calcário + gesso], totalizando 32 unidades experimentais por experimento (2 x 4 x 4). A aveia preta pastejada apresentou menor velocidade de decomposição da matéria seca em relação a aveia preta não pastejada, independente do tratamento. A velocidade de decomposição da massa seca remanescente de aveia preta pastejada não difere significativamente entre os tratamentos. Em geral, a aveia preta pastejada apresentou maior decomposição de matéria seca que a aveia preta não pastejada.

Palavras-chave: cobertura dos solos; aveia; semeadura; solos-correção.

ABSTRACT

The integration of crops with pastures brings benefits in terms of productivity gains and animal weight, adequate use of inputs, increase in soil organic matter, nutrient storage capacity and greater efficiency in the use of these nutrients. The objective of this work was to evaluate the oat dry matter decomposition rate in an oxisol, when subjected to different combinations between soil acidity corrective/conditioner and sowing methods of grain culture in a grazed and non-grazed area. The experiments were carried out in the municipality of Vitorino, Paraná. Two experiments were carried out, one in an area of black oat grazed in winter and the other in an area of ungrazed black oat, both organized in a bifactorial scheme (2 x 4) with split plots in a randomized block design with four replications. In the main plots, two sowing managements for the summer crop were allocated (sowing with double discs and sowing with furrower shanks); the subplots were composed of four different forms of correction/conditioning of the soil [uncorrected; recommended dose of lime (2000 kg ha⁻¹); recommended dose of gypsum (1000 kg ha⁻¹) and the mixture of limestone + gypsum], totaling 32 experimental units per experiment (2 x 4 x 4). The grazed black oat showed lower dry mass decomposition rate compared to the ungrazed black oat, regardless of the treatment. The rate of decomposition of the remaining dry mass of grazed black oat did not differ significantly between treatments. In general, the patejada black oats presented greater dry matter decomposition than the ungrazed black oats.

Keywords: ground cover; oat; seeding; correction soils.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Croqui dos experimentos com área sem pastejo (A) e área pastejada (B), em esquema bifatorial 2 x 4 em parcelas subdivididas (Fator A= manejos da semeadura – A1 semeadura com disco duplo desencontrado e A2 semeadura com haste sulcadora; e, Fator D= corretivos da acidez do solo – D1 sem correção, D2 dose recomendada de calcário, D3 dose recomendada de gesso e D4 dose recomendada de calcário + dose recomendada de gesso), no delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições. Vitorino-PR, 2021.....25

Figura 2 - Matéria seca remanescente (MSR) em % da cultura da aveia em função de dias após a deposição da palhada: 0, 15, 30, 45, 65, 85, 105, 135, 165 dias; cultivada em dois experimentos: experimento 1 (A)- Área de aveia não pastejada cujos tratamentos foram semeadura da soja com uso de disco duplo desencontrado e uso de haste sulcadora associados a diferentes métodos de correção do solo: testemunha sem aplicação de corretivo da acidez do solo, dose recomendada de calcário, dose recomendada de gesso e, dose recomendada de calcário + dose recomendada de gesso sobre área com aveia preta pastejada no inverno; experimento 2-Área de aveia pastejada no inverno com os mesmos tratamentos (B). Vitorino – PR, 202131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Graus de liberdade e valores de p da análise de medidas repetidas para a variável matéria seca remanescente de aveia preta pastejada (MSRP) e matéria seca remanescente de aveia preta não pastejada (MSRNP), com modelo de matriz de covariância auto-regressiva, de um experimento bifatorial conduzido no delineamento blocos ao acaso no qual foram avaliados oito tratamentos (manejos da semeadura da cultura de verão/correção-condicionamento da acidez do solo) em nove tempos de coleta da matéria seca de litter bags de aveia preta, Vitorino, 202128

Tabela 2 - Médias de matéria seca remanescente de aveia preta não pastejada (MSRNP, em %) em oito tratamentos (manejos da semeadura da cultura de verão/correção-condicionamento da acidez solo), em um experimento bifatorial conduzido no delineamento blocos ao acaso, em que foram avaliadas oito situações de semeadura/correção-condicionamento do solo, em nove tempos de coleta de matéria seca de litter bags de aveia preta. Vitorino – PR, 2021.....29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Agricultura de baixa emissão de carbono
cm	Centímetro
Cmol _c dm ³	Centimol por decímetro cubico
CTC	Capacidade de troca de cátions
DC	Discos desencontrados/ Calcário
DG	Discos desencontrados/ Gesso
DM	Discos desencontrados/ Mistura calcário+gesso
DSC	Discos desencontrados/ sem correção da acidez do solo
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Et al	E outros
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
g	Gramas
GL	Grau de liberdade
ha ⁻¹	Hectares
ILF	Integração lavoura-floresta
ILP	Integração lavoura-pecuária
ILPF	Integração lavoura-pecuária-floresta
IPF	Integração pecuária-floresta
kg	Quilogramas
mm	Miligramas
MS	Matéria seca
MSR	Matéria seca remanescente
MSRP	Matéria seca remanescente pastejada
MSRNP	Matéria seca remanescente não pastejada
R ² aj.	Coefficiente de determinação ajustado
SC	Sulcador/ Calcário
SG	Sulcador/ Gesso
SIPA	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária
SM	Sulcador/ Mistura calcário+gesso
SPD	Sistema de Plantio direto
SSC	Sulcador sem correção de acidez do solo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
C/N	Carbono/Nitrogênio
K	Potássio
Al	Alumínio
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
S	Enxofre

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Geral	15
2.2	Específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	Cultura da Aveia	16
3.2	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.....	17
3.3	Decomposição da matéria seca residual	19
3.4	Ciclagem de nutrientes	20
3.5	Manejos da correção da acidez e condicionamento do solo	21
3.6	Manejos da semeadura da cultura de grãos	23
4	MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1	Análises estatísticas	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
6	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, as mudanças comportamentais e alimentares dos consumidores trazem grandes desafios relacionados ao aumento de produção em curto período de tempo, atrelado a isso há que se considerar o cenário de mudanças climáticas, mudanças no uso do solo e segurança alimentar, que devem ser conciliados a uma produção agropecuária de conservação e preservação ambiental (MORANDI, 2019).

No Brasil os Sistemas Integrados de Produção Agropecuários (SIPA) vem ganhando destaque como sistemas produtivos sustentáveis, os quais buscam otimizar o uso da terra, integrando os sistemas agrícolas, pecuários e florestais em uma mesma área, de forma consorciada, em sucessão ou rotação, trazendo benefícios mútuos a todas as atividades. Esses sistemas comportam quatro divisões dos Sistemas de Integração, sendo eles: Integração Lavoura-pecuária-floresta (ILPF), Integração Lavoura-pecuária (ILP), Integração pecuária-floresta (IPF) e Integração lavoura-floresta (ILF). Segundo dados da Embrapa (2016) o Sistema de Integração lavoura-pecuária (ILP) ocupa 83% das áreas cultivadas de SIPA no Brasil.

Na região Sul do Brasil esse sistema ganha destaque como rotação no período de inverno, utilizando forrageiras anuais de ciclo hibernal, afim de proteger o solo através da produção de palhada e alimentação animal de qualidade. Uma das alternativas de cultivo de pastagens anuais de inverno é a aveia preta (*Avena strigosa*), espécie que se destaca tanto para a produção de matéria seca, como para pastejo, sendo uma excelente alternativa para uso de cobertura no sistema de plantio direto, bem como nos sistemas integrados de produção agropecuária, o qual possibilita a diversificação de produção, renda extra no período da entressafra, ganho de peso animal e aumento da produção leiteira durante o inverno.

O uso de plantas de cobertura vegetal nos sistemas integrados são estratégias de acúmulo de resíduos vegetais, protegendo o solo, melhorando a estrutura química, física e biológica do solo com o aumento da matéria orgânica e aumentando a produtividades das culturas subsequentes através da liberação de nutrientes ocasionada pela decomposição dessa cobertura.

A decomposição dos resíduos vegetais é um processo natural que depende de fatores climáticos como a pluviosidade e a temperatura, a composição estrutural das plantas (ralação C/N) e manejo cultural, os quais interferem no processo de

decomposição, na ciclagem de nutrientes e na produtividade da cultura sucessora, sendo esse conhecimento indispensável para viabilizar os sistemas produtivos, principalmente no sistema de integração lavoura-pecuária.

Além disso, a época e a intensidade de pastejo, a quantidade de matéria seca remanescente e de nutrientes das plantas, o manejo de dessecação da cobertura com a escolha do herbicida, e a aplicação em superfície de calcário, são práticas que podem acelerar a decomposição dos resíduos vegetais e conseqüentemente aumentar a liberação dos nutrientes nos períodos de maior demanda da cultura sucessora (CARVALHO, *et al.*, 2015)

Portanto, não existem resultados na literatura a respeito da influência dos manejos culturais de aplicação superficial de corretivo e condicionador da acidez do solo e dos métodos de semeadura da cultura de grãos na decomposição e liberação de nutrientes da palhada de aveia, em área pastejada e não pastejada.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O objetivo deste trabalho foi verificar a taxa de decomposição da matéria seca de aveia preta pastejada e não pastejada sobre um solo latossolo, quando submetidos a diferentes combinações entre corretivo/condicionador da acidez do solo e métodos da semeadura da cultura de grãos.

2.2 Específicos

Verificar se os tratamentos influenciam na decomposição da palhada de aveia preta.

Avaliar a massa seca residual da aveia nas diferentes combinações dos tratamentos em função do tempo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cultura da Aveia

A aveia é uma gramínea anual de inverno, muito utilizada na região Sul do Brasil como alternativa para a rotação de cultura e exploração agrícola nas propriedades, podendo ser utilizada para a produção de grãos, foragem e cobertura do solo (MORAES, 2015), contribui para manter a estabilidade do sistema de plantio direto através da alta produção de palhada e elevada relação C/N (carbono/nitrogênio), permanecendo no solo por mais tempo (FEDERIZZI *et al.*, 2014; CASTRO *et al.*, 2012).

Duas espécies distintas podem ser cultivadas, a aveia branca (*Avena sativa* L.), espécie hexaploide mais utilizada para a produção de grãos, para o consumo humano, matéria-prima para a indústria de cosméticos e indústria química (FEDERIZZI *et al.*, 2014). Já a aveia preta (*Avena strigosa*, Schreb), se caracteriza pela rusticidade, crescimento vigoroso, tolerância a acidez nociva do solo e a períodos de seca (BARROS, 2013), sendo a forrageira de inverno mais utilizada para pastejo (FONTANELI *et al.*, 2012; PIOVESAN *et al.*, 2017).

Além do pastejo a aveia preta pode ser utilizada na fenação, silagem e cobertura do solo, sendo muitas vezes consorciada com outras espécies, tanto gramíneas como leguminosas, de ciclo hibernal (FONTANELI *et al.*, 2012). O uso da aveia preta para a cobertura do solo está relacionado ao aporte de matéria seca, rapidez na formação de cobertura do solo e da alta relação C/N, fazendo com que ocorra imobilização dos nutrientes na palhada (ZIECH *et al.*, 2015), disponibilizando-os de forma mais lenta e eficiente para a cultura sucessora, além de manter a cobertura no solo por mais tempo.

Outras vantagens da utilização de aveia para a cobertura do solo, se destaca a redução da erosão e escoamento superficial, aumento da infiltração de água, ciclagem de nutrientes, estruturação e agregação do solo e controle de plantas daninhas devido a alelopatia (SANTOS *et al.*, 2013). Hegemann *et al.* (2010) testaram extrato aquoso de genótipos de aveia no controle de azevém e amendoim-bravo, nos quais observaram que 50% da concentração inibiu 100% da germinação de azevém e reduziu para 10% a germinação do amendoim-bravo.

Devido a características de rusticidade, precocidade, alta capacidade de perfilhamento e produção de matéria seca (FONTANELI *et al.*, 2012; BARROS, 2013),

tolerância ao pisoteio, alta palatabilidade e alta qualidade nutricional (CARVALHO; STRACK, 2014), a aveia preta se tornou a principal alternativa forrageira para suprir a escassez de alimento animal no período de inverno na região Sul (PERREIRA, 2019), Carvalho e Strack (2014), consideram o pastejo a forma mais econômica de utilizar essa forrageira, uma vez que proporciona aumento na produção de leite e ganho de peso animal.

Outra vantagem do cultivo de aveia, é a possibilidade da espécie compor os sistemas sustentáveis de produção, como o SIPA (Sistemas Integrados de produção Agropecuária), responsável por diversificar as atividades agropecuárias, aumentando a produtividade e reduzindo custos de produção (BARROS, 2013).

3.2 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), foram considerados pela FAO (2010) como sistemas sustentáveis de produção (CARVALHO *et al.*, 2015), sendo uma estratégia de produção que integra os sistemas agrícolas, pecuárias e florestais dentro de uma mesma área, gerando benefícios mútuos aos sistemas (EMBRAPA, 2016), e intensificando a exploração agrícola de forma sustentável, econômica e eficiente nas propriedades.

Esses sistemas produtivos vem ganhando destaque no Brasil pela diversidade de culturas que podem ser utilizadas, se adaptando a várias condições edafoclimáticas (EMBRAPA, 2016; BALBINO *et al.*, 2011), gerando aumento de oferta de alimentos, diminuindo a pressão pela abertura de novas áreas e trazendo benefícios ambientais para a sociedade, tornando-se uma estratégia de políticas públicas, sendo incluso no Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) em 2010 (MORANDI, 2019; FERNANDES; FINCO, 2014; GURGEL; LAURENZANA, 2016).

Outras vantagens da utilização desses sistemas são a otimização do uso da terra, uso eficiente dos insumos, recuperação das pastagens e de áreas degradadas, diversificação de produção e de renda (DUBOC, 2015; GURGEL; LAURENZANA, 2016), conservação de recursos naturais, controle natural de insetos, pragas e doenças, fixação de carbono, redução de emissão dos gases do efeito estufa, ciclagem de nutrientes e melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo através do aumento nos teores de matéria orgânica (BALBINO *et al.*, 2011; VILELA *et al.*, 2012).

Esses sistemas comportam quatro divisões dos Sistemas de Integração, sendo eles: Integração Lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril que integra lavoura-pecuária-floresta na mesma área, Integração Lavoura-pecuária (ILP) ou Agropastoril, Integração Pecuária-floresta (IPF) ou Silvipastoril e Integração lavoura-floresta (ILF) ou Silviagrícola que consorcia espécies arbóreas com cultivos agrícolas (BARCELLOS *et al.*, 2011). Segundo dados da Embrapa (2016) o Sistema de Integração Lavoura-pecuária (ILP) ocupa 83% das áreas cultivadas de SIPA no Brasil.

No Sistema de Integração Lavoura-pecuária (ILP), o uso da terra é consorciado, sequencial ou alternado no tempo e no espaço entre a lavoura e a pecuária, beneficiando o produtor através da produção de grãos, fibra, carne, leite, energia entre outros (MACHADO *et al.*, 2011). Esse sistema vem ganhando destaque pelo sinergismo e inúmeros benefícios da produção de grãos quando associados (VILELA *et al.*, 2012).

A forrageira utilizada no consórcio ou na rotação com a cultura de grãos pode ser empregada na cobertura de solo para o sistema de plantio direto ou para alimentação animal no período de entressafra (MORAES *et al.*, 2011). No Sul do Brasil, Carvalho *et al.* (2011), considera que a utilização de gramíneas apenas para cobertura do solo não é uma boa opção, uma vez que, as forrageiras de inverno mais utilizadas nesse sistema (aveia e azevém), tem excelente valor nutritivo, podendo ser convertido em renda extra, por meio da produção de leite e carne, sem causar prejuízos as lavouras.

A viabilidade do SIPA está associado ao manejo e equilíbrio dos componentes do sistema, solo, planta e animal, onde o incremento do componente animal aumenta a ciclagem de nutrientes, trazendo benefícios a cultura sucessora, porém o pastejo ocasiona a retirada de carbono, diminuindo os teores de matéria orgânica (FERREIRA *et al.*, 2011; ADAMI, 2012).

Nesse sentido, Moraes *et al.* (2011) afirma que a taxa de lotação, a intensidade e a altura de pastejo (ADAMI, 2012), afetam diretamente a sustentabilidade do sistema, uma vez que a superlotação pode ocasionar diminuição na produção de forragem, menor cobertura do solo e, conseqüentemente, menor acúmulo de palha (FERREIRA *et al.*, 2011). Analisando a produção de matéria seca residual de aveia em alta altura de pastejo (30 cm) e baixa altura de pastejo (15 cm), Bortolli (2016) obteve uma produção média de 1520 kg ha⁻¹ na alta altura pastejo e

tempo de meia vida de 133 dias; em baixa altura de pastejo, o tempo de meia vida foi de 70 dias, com uma produção de matéria seca de 1251 kg ha⁻¹, demonstrando uma aceleração na velocidade de decomposição da matéria seca de aveia com a diminuição da altura do pastejo.

3.3 Decomposição da matéria seca residual

A decomposição de matéria seca residual é realizada, principalmente, pelos microorganismos heterotróficos, além dos fatores ambientais como temperatura, regime hídrico e características estruturais das plantas, teor de lignina e relação C/N (ACOSTA, *et al.*, 2014; SOARES, 2017; CARVALHO, *et al.*, 2011), sendo a utilização de cobertura vegetal a principal forma de acumular palhada na superfície do solo, tanto no sistema de plantio direto como em ILP.

Para Santos *et al.* (2011) os sistema de ILP são mais eficientes, quando bem manejados, na manutenção da estrutura física, química e biológica do solo, trazendo mais benefícios energeticamente ao solo do que as culturas isoladas, através da ciclagem e liberação de nutrientes dos resíduos vegetais e animais, melhorando o desenvolvimento das culturas subsequentes.

A taxa de decomposição dos resíduos vegetais e a relação C/N, são fatores fundamentais para a escolha da espécie a ser utilizada nesse sistema, uma vez que a forrageira deve ser resistente ao pisoteio e acamamento, bom potencial de rebrote e maior rendimento forragem, fatores que facilitam a manutenção da matéria seca residual pós pastejo (COSTELLA, 2015). A aveia preta (*Avena strigosa*) é uma das culturas mais utilizadas em ILP no Sul do Brasil, devido a sua qualidade forrageira e alto potencial de aporte de matéria seca (SOARES *et al.*, 2013).

Vengen (2018), analisando a palhada remanescente de forrageira de inverno submetidas a diferentes manejos em sistema de integração lavoura-pecuária, observou decréscimo exponencial da MSR ao longo do tempo, em áreas sem pastejo e com apenas um pastejo tiveram a decomposição mais rápida, 77% e 78% respectivamente aos 120 dias de deposição dos litter bags no campo, em quanto, áreas manejadas com dois pastejo teve uma redução de 37% no mesmo período, o que pode ser explicado pela maior quantidade de matéria seca produzida nas áreas não pastejadas, a qual proporciona uma ambiente com condições favoráveis (temperatura e umidade) para a sobrevivência de microrganismos decompositores, acelerando a decomposição (MEDRADO *et al.*, 2011).

Por outro lado, Vengen (2018), Piano *et al.*, (2017) e Medrado *et al.*, (2011), observaram que a presença do pastejo animal reduziu a decomposição da palhada de aveia, independente dos tratamentos utilizados, em relação a áreas de cultivo de aveia preta não pastejada. Castagnara *et al.*, (2014), explica que a realização de sucessivos pastejo em aveia, causam a diminuição na capacidade de acúmulo de matéria seca, sendo de extrema importância o manejo adequado de altura e taxa de lotação em áreas pastejadas, afim de não comprometer a cobertura do solo e liberação de nutrientes para a cultura em sucessão.

A decomposição de resíduos vegetais e liberação de nutrientes é medida com uso de sacos de nylon denominados de *litter bags*, com malha de 2 mm e geralmente de tamanho 20 cm x 20 cm (ZANELLA, 2019; BORTOLLI, 2016), sendo um método indireto de quantificação da decomposição, recomendado para análise de liberação de nutrientes, formação de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (CARVALHO *et al.*, 2011).

3.4 Ciclagem de nutrientes

A ciclagem é entendida pelo movimento dos nutrientes entre atmosfera, planta, solo e animal que compõem o sistema de produção agropecuário, sendo esse conhecimento importante para o entendimento e uso eficiente dos nutrientes do solo disponíveis através dos resíduos vegetais e fertilizantes dos sistemas de produção (HENTZ *et al.*, 2014).

A necessidade de nutrientes para o desenvolvimento de uma cultura pode ser atendido pela entrada de nutrientes através da adubação e pela ciclagem de nutrientes, a qual depende de fatores como a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais e animais (BORTOLLI, 2016). A velocidade de decomposição está ligada ao manejo e composição estrutural dos resíduos culturais, os quais condicionam a liberação de nutrientes ao sistema e a cultura sucessora, além de fornecerem proteção ao solo por mais tempo (ZANELLA, 2019).

Fatores como a fertilidade do solo, volume do material vegetal, condições climáticas (pluviosidade e temperatura) e atividade microbiológica do solo determinam a velocidade de decomposição dos resíduos que protegem o solo, sendo que quanto mais rápida ocorrer essa decomposição, maior será a liberação dos nutrientes (MENDONÇA *et al.*, 2015; KLIEMANN *et al.*, 2006).

Diferentes espécies de plantas de cobertura podem ser utilizadas na ciclagem de nutrientes. Para que uma espécie seja eficiente na ciclagem de nutrientes deve ocorrer sincronia entre a liberação de nutrientes dos resíduos vegetais, a demanda nutricional da cultura comercial sucessora (MENDONÇA *et al.*, 2015) e a proteção do solo; equilíbrio que pode ser alcançado pelo consórcio entre leguminosas e gramíneas (CARDOSO *et al.*; 2016). As espécies pertencentes a família das gramíneas possuem alta quantidade de lignina e relação C/N, possibilitando uma decomposição mais lenta; enquanto que as espécies de plantas pertencentes a família das leguminosas tem decomposição rápida devido a menor relação C/N (KLIEMANN *et al.*, 2006). Cardoso *et al.* (2016) relataram que a taxa de decomposição dos resíduos de *Crotalária Juncea* (leguminosa) foi maior quando comparada aos resíduos culturais de milho (*Pennisetum glaucum*).

A dinâmica da ciclagem de nutrientes é mais complexa no Sistema de Integração lavoura-pecuária (ILP), uma vez que, a presença do animal pode modificar a forma e a velocidade de liberação dos nutrientes oriundos dos resíduos vegetais ou animais (ADAMI, 2012). Anghinoni *et al.* (2017) consideram o pastejo animal o catalisador da ciclagem do material vegetal, modificando a dinâmica dos nutrientes em diversos compartimentos dos sistemas, pela ingestão de nutrientes através do consumo da forragem, digestão e o retorno ao solo via dejetos.

A deposição constante dos dejetos animais aumenta a atividade biológica no solo acelerando a decomposição dos resíduos (LEVINSKI-HUF, 2018). Levinski-Huf (2018) ainda observou que a baixa altura de pastejo (13,67 cm) intensifica a ciclagem de nutrientes e que o maior aporte de esterco animal quando é utilizada maior intensidade de pastejo, bem como a constante renovação da parte aérea proporcionada pelo pastejo, aumentam o retorno dos nutrientes no solo, os quais serão absorvidos pela pastagem e pela cultura de grãos na safra de verão (MACCARI, 2016).

3.5 Manejos da correção da acidez e condicionamento do solo

Os solos são responsáveis por dar suporte e estrutura as plantas, sendo um grande reservatório de água e nutrientes que serão liberados conforme a necessidade da cultura, onde as camadas superficiais do solo são as primeiras a esgotar a reserva de água e nutrientes, seja por evaporação ou pela extração radicular das plantas cultivadas, sendo indispensável o manejo adequado do solo que favoreça a retenção

de água, a distribuição dos nutrientes no perfil do solo e o aprofundamento radicular, sem limitações físicas, químicas e biológicas (SILVA, 2016).

A acidez do solo pode ser induzida por meio das práticas de manejo e exploração do solo (DELFIM, 2020) ou ainda, ocorrer de forma natural, como é o caso dos solos brasileiros, principalmente os Latossolos devido ao alto grau de intemperismo e material de origem (VENDRAME *et al.*, 2010). Esses solos, em sua maioria, tem baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e alta saturação por alumínio (LOSS *et al.*, 2012), fator que restringe o crescimento radicular em profundidade, devido à toxicidade do alumínio e a baixa CTC, consequentemente reduzindo o desenvolvimento e a produtividade das culturas comerciais (SILVA, 2016).

A calagem é a prática mais eficiente para minimizar os problemas ocasionados pela acidez do solo, pois eleva o pH neutralizando o Alumínio (Al^{3+}) e adicionando Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}) ao solo (TEIXEIRA *et al.*, 2020; SILVA, 2016; ZANDONÁ *et al.*, 2015). No Sistema de Plantio direto (SPD), a correção de acidez do solo é realizada com a aplicação do calcário em superfície. Porém, Nora *et al.* (2014) afirma que a aplicação do calcário sem revolvimento do solo não tem apresentado resultados satisfatórios em relação a correção de acidez e aumento de produção em solos ácidos.

Analisando os efeitos da calagem no Sistema de Plantio Direto (SPD) a longo prazo, Pauletti *et al.* (2014), observou que após três anos da realização da calagem, a alteração dos atributos químicos do solo ocorreram nos primeiros 10 cm de profundidade e após seis anos da correção do solo essa alteração evoluiu para 20 cm de profundidade. Nesse sentido, Nora *et al.* (2014) e Zandoná *et al.* (2015), propõem a utilização de gesso agrícola para complementar a calagem.

O gesso agrícola ($CaSO_4$) é considerado condicionador do solo, pois não afeta o pH do solo e libera Enxofre (S) e Magnésio (Mg) no subsolo, forma ainda, a ligação $AlSO_4$ a qual precipita o alumínio deixando-o menos tóxico as plantas (NORA *et al.*, 2014; ZANDONÁ *et al.*, 2015). A aplicação individual do gesso pode causar lixiviação de Mg e S, nesse sentido o uso conjunto de gessagem e calagem vem sendo muito utilizado no SPD (PAULETTI *et al.*, 2014).

A aplicação associada de gesso e calcário vem com a proposta de distribuir Cálcio (Ca) nos perfis mais profundos do solo, fator que favorece o crescimento radicular e a resistência das plantas ao déficit hídrico, além de melhorar a nutrição e aumentar a massa seca e a produtividade das lavouras (Nora *et al.*, 2014). Ribas

(2021), avaliando o desempenho de hastes sulcadoras na dinâmica nos nutrientes e no desenvolvimento agrônômico da soja em ILP, submetido a calagem e gessagem, observou maior número de grãos por planta quando utilizado a mistura de gesso + calcário em comparação a aplicação individual de gesso e calcário.

3.6 Manejos da semeadura da cultura de grãos

Semear é uma técnica milenar, na qual a qualidade, o sucesso e a produtividade da lavoura depende do desempenho das semeadoras na eficiência do corte de palha, abertura de sulco, deposição de semente e do adubo em profundidade correta (FRANCETTO, 2014). Além disso, a velocidade da semeadura, regulagem da plantadeira e atenção do operador também são fatores que influenciam no estande final de plantas.

Com a implantação do Sistema de Plantio Direto (SPD), a semeadura passou a ser realizada diretamente sobre a palha, na qual a mobilização do solo se restringe apenas ao sulco da semeadura (BRITO, 2019). O corte da palhada e a abertura de sulco pode ser realizada através do mecanismo de sulcador tipo disco duplos e tipo haste (COARESMA; CATEIRO, 2017; TRENTIN, 2015; FRANCETTO, 2014; VIZZOTTO, 2014; TROGELLO *et al.*, 2013).

O sulcador tipo discos duplos é muito utilizado devido a menor mobilização do solo, menor requerimento de força e menor embuchamento de palha (TRENTIN, 2015). Já a semeadura com hastes sulcadoras possibilita, junto com o plantio, a descompactação superficial do solo, menor número de operações e deposição do adubo em maior profundidade, porém necessita de maior exigência de tração o que pode elevar os custos (BRITO, 2019). Corroboram com esses resultados, os reportados por obtidos por Vizzotto (2014) onde a utilização da semeadura com o sulcador tipo haste em áreas de várzea compactada, ocasionou maior consumo de combustível e patinação do trator, porém proporcionou maior produtividade de grãos que o mecanismo tipo discos duplos.

No sistema de Integração Lavoura-pecuária, onde ocorre o pastejo animal, Modolo *et al.* (2013) e Trentin (2015), indicam a utilização de mecanismos sulcadores tipo haste, devido a maior eficiência de romper a camada superficial compactada pelo pisoteio animal, melhorando o desenvolvimento radicular e vegetativo das plantas. Modolo *et al.* (2013) ao utilizar na semeadura de milho dois mecanismos sulcadores sob diferentes intensidades de pastejo, observou que o mecanismo sulcador tipo

haste, apresentou maior produtividade de milho em áreas de maior pastejo animal, assim como maior quantidade de solo mobilizado, já o mecanismo sulcador tipo discos duplos foi mais eficiente em áreas com controle de altura de pastejo e lotação animal.

Portanto, imagina-se que a decomposição da palhada de aveia, quando submetidos a diferentes combinações entre semeadura da cultura de grãos e correção/condicionador de acidez do solo realizada superficialmente, em área pastejada e não pastejada no inverno, ocorra de forma diferenciada, e que o pastejo do sistema de ILP associado a presença de gesso tenha menor taxa e velocidade de decomposição da palhada de aveia, devido a renovação foliar ocasionada pelo pastejo, ao crescimento radicular promovido pelo gesso e pelo maior revolvimento no solo ocasionado pela haste sulcadora.

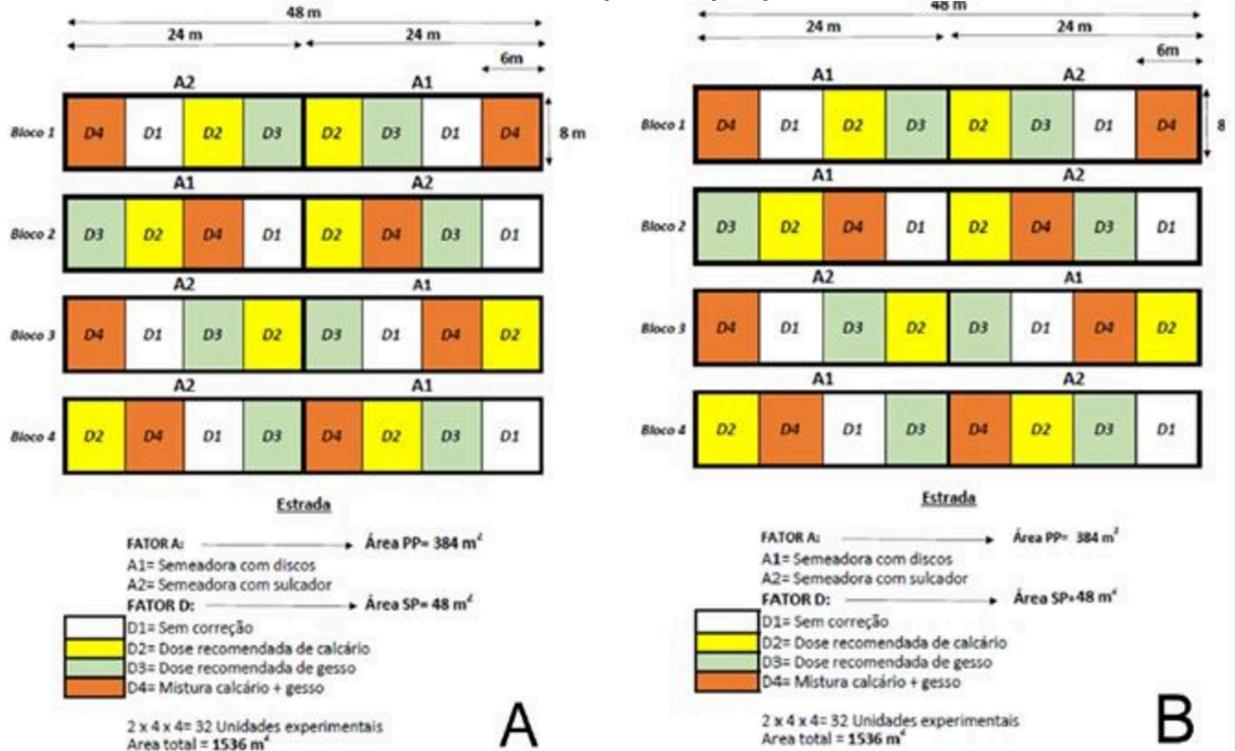
Sendo esse conhecimento indispensável para compreender a influência do pastejo e da aplicação superficial de correção/ condicionador de acidez do solo na taxa de decomposição da palhada de aveia e liberação de nutrientes para a cultura sucessora.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos, foram conduzidos em uma propriedade particular localizada no Município de Vitorino-PR (26°17'38.3" Sul 52°40'23.7" Oeste), no período de Outubro de 2018 a Setembro de 2020. O clima da região é classificado como Cfb e o solo, classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com relevo ondulado.

Foram conduzidos dois experimentos em área contínua, um sobre área pastejada de aveia preta no inverno de 2020 (Figura 1), o método de pastejo foi de lotação contínua com taxa de lotação variável usando bovinos matrizes da raça Brangus, onde foram alocados um total de três animais. Na outra área a aveia não foi pastejada, sendo cultivada para cobertura do solo. Após a retirada dos animais da área pastejada, ambos os experimentos foram dessecados com aplicação Glifosato na dose de 1,5 L ha⁻¹.

Figura 1 - Croqui dos experimentos com área sem pastejo (A) e área pastejada (B), em esquema bifatorial 2 x 4 em parcelas subdivididas (Fator A= manejos da semeadura – A1 semeadura com disco duplo desencontrado e A2 semeadura com haste sulcadora; e, Fator D= corretivos da acidez do solo – D1 sem correção, D2 dose recomendada de calcário, D3 dose recomendada de gesso e D4 dose recomendada de calcário + dose recomendada de gesso), no delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições. Vitorino-PR, 2021



Fonte: Bortolli (2019) e Pavan (2019)

Os experimentos foram organizados em esquema bifatorial (2 x 4), em parcelas subdivididas no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições (Figura 1). As parcelas principais foram compostas por dois diferentes manejos da semeadura da cultura de verão (semeadura com discos duplos desencontrados e semeadura com haste sulcadora).

Nas subparcelas foram alocadas quatro diferentes formas de correção/condicionamento de acidez do solo: sem correção; dose recomendada de calcário (2000 kg ha⁻¹); dose recomendada de gesso (1000 kg ha⁻¹) e a mistura das doses recomendadas de calcário (2000 kg ha⁻¹) + gesso (1000 kg ha⁻¹), totalizando 32 unidades experimentais em cada área do experimento. As aplicações dos corretivos/condicionador da acidez do solo foram realizadas em outubro de 2018. Sendo que a aveia utilizada neste experimento foi semeada em abril de 2020, sucedendo a cultura de soja, e coletada em 19 de setembro de 2020, 23 meses após a realização da correção do solo.

Para a avaliação de decomposição de matéria seca e de liberação de nutrientes, os resíduos vegetais da aveia foram coletados aleatoriamente em cada parcela, sendo secados em estufa a 60 °C por 72 horas, posteriormente pesados 20g da matéria seca e alocados em sacos de decomposição, sacos de nylon (*litter bags*) com malha de 2 mm, de tamanho 20 cm x 20 cm, identificados, lacrados e distribuídos na área do experimento, onde foram coletados após 15, 30, 45, 65, 85, 105, 135 e 165 dias. Posteriormente foram pesados e obtida a diferença de peso baseado na quantidade inicial de matéria seca (20 g) e a quantidade remanescente após os dias de coleta.

A taxa de decomposição de matéria seca na área pastejada (MSRP) e na área não pastejada (MSRNP) foi estimada ajustando-se o modelo de regressão não linear, conforme proposto por Wieder e Lang (1982), equação 1. Os critérios para ajuste do modelo foram a significância do modelo ($p \leq 0,05$) e o valor do coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$).

$$MSR = A e^{-kat} + (100 - A) \quad (1)$$

No qual a matéria seca remanescente (MRS) é igual a percentagem de MSR em tempo t (dias); ka é a taxa constante de decomposição de MS; t é o tempo em dias após a deposição dos litter bags no solo. No modelo de regressão não linear (Equação

1) apenas a MSR do compartimento mais facilmente decomponível é transformada, diminuindo a taxa constante com o tempo (k_a).

Após a escolha do modelo mais adequado foi calculado o tempo de meia vida ($t_{1/2}$), ou seja, o tempo necessário para que 50% da MS daquele compartimento seja decomposta. Para este cálculo foi utilizada a equação 2 a seguir, cuja dedução é apresentada em Paul e Clark (1996):

$$T_{1/2 \text{ vida}} = 0,693/k(a) \quad (2)$$

4.1 Análises estatísticas

Para todas as variáveis analisadas foi realizada a verificação dos pressupostos da análise de variância. A variável matéria seca remanescente de ambos os experimentos (área pastejada e não pastejada; MSRNP e MSRP, respectivamente) foram analisadas por meio do esquema fatorial: tratamentos (Manejo da semeadura da cultura de grãos/Condicionamento-correção do solo) versus tempos (Dias após a decomposição da palha: 0, 15, 30, 45, 65, 85, 105, 135 e 165), utilizando-se o modelo de análise de variância de medidas repetidas no tempo ($\alpha = 5\%$), no qual a melhor estrutura de matriz de covariâncias para os tempos foi a autoregressiva.

As diferenças entre os tratamentos para a variável MSRNP foram verificadas via teste de Skott-Knott ($\alpha = 5\%$). Para análise de variância de medidas repetidas utilizou-se o aplicativo computacional Rbio (BHERING, 2017) e para o ajuste das equações o Software SigmaPlot, versão 12.5 (SYSTAT SOFTWARE, SAN JOSE, CA).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A velocidade na decomposição da matéria seca está ligada ao manejo cultural das plantas e as condições ambientais, as quais tem influência sobre a composição estrutural, armazenamento e na liberação de nutrientes para a cultura sucessora.

A análise de variância da porcentagem de matéria seca de aveia remanescente em área pastejada (MSRP) e em área não pastejada (MSRNP) (Tabela 1), mostrou que a interação entre os oito tratamentos (manejos da semeadura da cultura de verão/correção-condicionamento da acidez do solo) e os tempos não foi significativa, indicando que a decomposição da matéria seca no tempo independe do tratamento utilizado. Para a variável MSRNP houve efeito significativo de tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Graus de liberdade e valores de p da análise de medidas repetidas para a variável matéria seca remanescente de aveia preta pastejada (MSRP) e matéria seca remanescente de aveia preta não pastejada (MSRNP), com modelo de matriz de covariância auto-regressiva, de um experimento bifatorial conduzido no delineamento blocos ao acaso no qual foram avaliados oito tratamentos (manejos da semeadura da cultura de verão/correção-condicionamento da acidez do solo) em nove tempos de coleta da matéria seca de litter bags de aveia preta, Vitorino, 2021

Causas de variação	GL	MSRNP	MSRP
		valor de p	valor de p
Bloco	3	0,3060 ^{ns}	0,1349 ^{ns}
Tratamentos	7	0,0023*	0,3886 ^{ns}
Tempos	8	0,0001*	0,0001*
Tratamentos x Tempos	56	0,2016 ^{ns}	0,5504 ^{ns}
Erro	213	-	-
Média geral (%)		66,01	61,18
Coefficiente de variação (%)		5,72	7,09

*Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns}Não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2021)

Na matéria seca remanescente de aveia não pastejada (Tabela 2), o tratamento sem correção/condicionamento do solo na semeadura com discos duplos (DSC) apresentou a maior média de MSRNP (67,40%), ou seja, menor decomposição da palhada da aveia, mas não diferiu, e de todos os tratamentos em que a semeadura foi realizada com haste sulcadora (SM, SSC, SC, SG) (Tabela 2) e do tratamento em que se utilizou semeadura por discos e correção da acidez do solo com calcário (DC).

Por outro lado, nos tratamentos (Tabela 2) em que a semeadura da cultura de verão foi realizada com discos duplos e houve a aplicação de gesso (DG) e aplicação

da mistura de calcário mais gesso (DM), ocorreu a maior decomposição da matéria seca de aveia, restando 63,22% e 64,64% da palhada nos sacos de decomposição.

Este fato que pode ser explicado pela melhor composição nutricional e ao desenvolvimento das plantas, uma vez que o calcário neutraliza o alumínio no solo, fornecendo cálcio (Ca) às plantas, assim como o gesso, que atua como condicionante do solo, neutralizando o alumínio (Al) e fornecendo às plantas Ca e S (enxofre). O Ca está presente na parede celular dos tecidos (FAQUIN, 2005), e o enxofre participa do metabolismo das plantas, constituindo aminoácidos e coenzimas como cistina, cisteína e metionina, que compõem moléculas envolvidas na fotossíntese e fixação de N² (nitrogênio) da atmosfera (FAQUIN, 2005; CERATTI, 2018).

Tabela 2 - Médias de matéria seca remanescente de aveia preta não pastejada (MSRNP, em %) em oito tratamentos (maneios da semeadura da cultura de verão/correção-condicionamento da acidez solo), em um experimento bifatorial conduzido no delineamento blocos ao acaso, em que foram avaliadas oito situações de semeadura/correção-condicionamento do solo, em nove tempos de coleta de matéria seca de litter bags de aveia preta. Vitorino – PR, 2021

Tratamentos ¹	MSRNP(%)	
DSC	67,40	a [*]
DC	66,01	a
DG	63,22	b
DM	64,63	b
SSC	66,42	a
SC	66,22	a
SG	66,85	a
SM	67,33	a

SM* Médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro. ¹ DSC= Discos desencontrados/Sem Correção-condicionamento da acidez do solo; DC= Discos desencontrados/Calcário; DG= Discos desencontrados/Gesso; DM= Discos desencontrados/Mistura calcário+gesso; SSC= Sulcador (hastes sulcadoras) Sem Correção-condicionamento da acidez do solo; SC= Sulcador/Calcário; SG= Sulcador /Gesso; SM= Sulcador /Mistura calcário+gesso.

Fonte: Autoria própria (2021)

Silva (2016), observou que a produção de matéria seca da parte aérea de aveia e azevém não tiveram influência da aplicação de calcário e gesso, demonstrando que a aplicação superficial de calcário não afetou a produção da matéria seca de aveia azevém, seja ele associado ou não ao gesso.

Diniz *et al.* (2019) observaram o tempo de meia vida do Cálcio na palhada de *Uruchloa ruziziense*, nos tratamentos em ocorreu a aplicação de calcário e de gesso; o tempo de meia vida foi menor em relação a testemunha (sem aplicação de calcário e gesso), tanto no sistema de semeadura direta como no sistema de semeadura convencional.

Para a decomposição da matéria seca remanescente no tempo da aveia preta pastejada e aveia preta não pastejada (Figura 2A e 2B), ajustou-se o modelo exponencial simples o qual considera apenas o material contido no compartimento mais fácil decomponível (um compartimento - A), indicando que ocorre decréscimo de MSR constante no tempo, com decréscimo diários de MSR (Velocidade de decomposição).

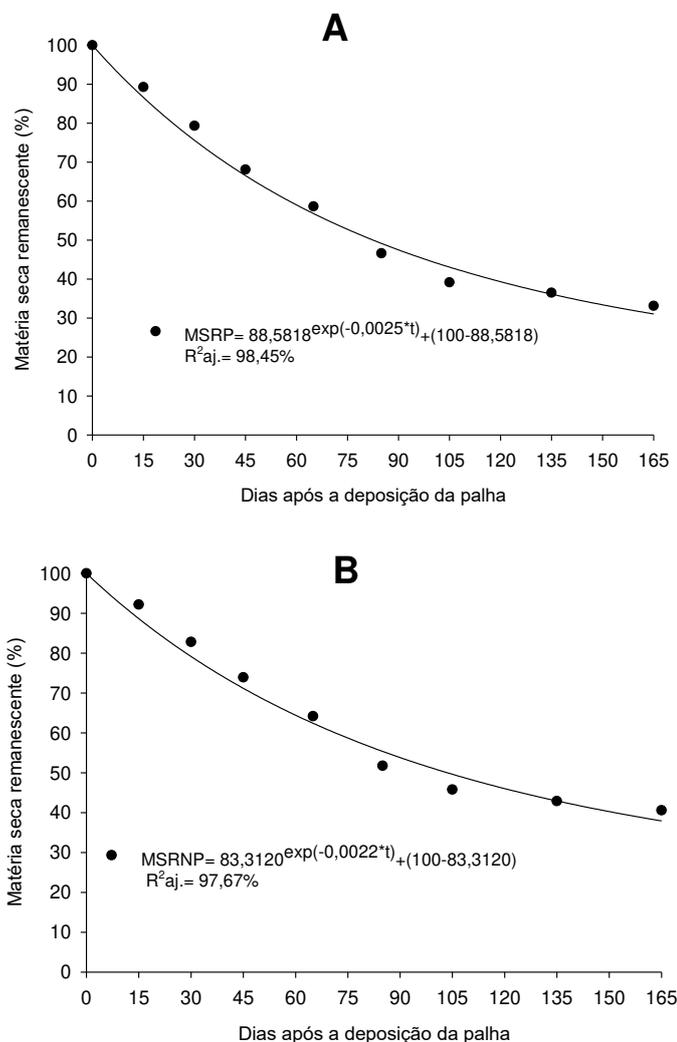
O tempo de meia vida da matéria seca remanescente da palhada de aveia não pastejada foi de 315 dias, indicando uma decomposição mais lenta, quando comparada a MSR da área pastejada que foi de 277 dias. Zanella (2019) analisando a decomposição residual da aveia preta sem pastejo em quatro ambientes/locais diferentes, observou maior velocidade de decomposição até os 20 dias após a deposição dos litter bags no campo, 26,2%, 25, 7%, 29,1% e 27,2% nos ambiente 1 (Bom Sucesso do Sul – PR Toda a adubação antecipada para a aveia), 2 (Bom Sucesso do Sul – PR parcelamento da adubação – 50% na aveia e 50% na soja), 3 (Itapejara d' Oeste – PR Toda a adubação antecipada para a aveia), e 4 (Itapejara d' Oeste – PR parcelamento da adubação – 50% na aveia e 50% na soja), respectivamente, sendo que dos 30 aos 120 dias a taxa de decomposição foi mais lenta, restando mais de 30% da MSR aos 120 dias.

Resultados semelhantes podem ser observados na Figura 2 A, onde aos 30 dias após a deposição dos litter bags no campo a decomposição da matéria seca remanescente foi de 20% aproximadamente, seguindo uma decomposição mais lenta, até os 165 dias após a deposição no campo, restando 40% da MSR aos 165 dias de deposição no campo, valores considerados altos se comparados a espécies leguminosas, no qual Acosta *et al.* (2012), analisando a decomposição de fitomassa das plantas de cobertura ervilhaca (*Vicia villosa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) (espécies leguminosas), e aveia preta em sistema de plantio direto, observaram que com 49 dias a ervilhaca já havia decomposto 50% da matéria seca e com 106 dias o nabo forrageiro compôs 60%, enquanto a aveia levou 164 dias para decompor 80% da matéria seca do compartimento recalcitrante.

A matéria seca remanescente da palhada de aveia na área pastejada (Figura 2 B) apresentou maior decomposição (meia vida de 277 dias) que a matéria seca da área de aveia não pastejada, devido a menor relação folha/colmo presente na área pastejada. Resultado semelhante foi reportado por Bortolli (2016) para aveia preta em alta altura de pastejo, no qual o tempo de meia vida foi de 133 dias na alta altura

de pastejo e 70 dias em baixa altura de pastejo, o autor ainda observou menor relação folha/colmo e maiores teores de celulose e lignina, o que reduziu a velocidade de decomposição da palhada em relação a baixa altura de pastejo, na qual predominavam folhas, oriundas de rebrote da pastagem.

Figura 2 - Matéria seca remanescente (MSR) em % da cultura da aveia em função de dias após a deposição da palhada: 0, 15, 30, 45, 65, 85, 105, 135, 165 dias; cultivada em dois experimentos: experimento 1 (A)- Área de aveia não pastejada cujos tratamentos foram semeadura da soja com uso de disco duplo desencontrado e uso de haste sulcadora associados a diferentes métodos de correção do solo: testemunha sem aplicação de corretivo da acidez do solo, dose recomendada de calcário, dose recomendada de gesso e, dose recomendada de calcário + dose recomendada de gesso sobre área com aveia preta pastejada no inverno; experimento 2-Área de aveia pastejada no inverno com os mesmos tratamentos (B). Vitorino – PR, 2021



Fonte: Autoria própria (2021)

Bortolli (2010) observou no pastejo de trigo de duplo propósito que cada dia de pastejo resultava em um aumento de 0,214% na quantidade de material mais

prontamente decomponível da matéria seca remanescente do trigo, concluindo que a constante rebrota dos matérias pastejados, aumenta o número de folhas, colmos e perfilhos jovens ocasionados pelo pastejo resulta na maior velocidade de decomposição da matéria seca remanescente. Os resultados corroboram aos observados neste trabalho, cujos valores foram 0,22% e 0,25%, em área de aveia preta não pastejada e pastejada, respectivamente.

A porcentagem de matéria seca remanescente da aveia preta não pastejada (Figura 1 A) seguiu uma tendência constante de 40% a partir dos 130 dias após a deposição da palhada no campo, devido ao aumento do material recalcitrante, celulose e lignina, os quais são de difícil decomposição. Zanella (2019) observou esse mesmo comportamento, onde as taxas de decomposição da palhada de aveia preta decaem seguindo uma tendência constante a partir dos 120 dias de deposição da palhada no campo. Essa decomposição mais lenta da palhada de aveia, devido à alta relação C/N, mostra que as gramíneas possuem maior potencial de cobertura e proteção do solo contra erosão (ZIECH, *et al.*, 2015).

6 CONCLUSÃO

A aveia preta pastejada apresentou maior decomposição de matéria seca em relação a aveia preta não pastejada, independente do tratamento.

A velocidade de decomposição da massa seca remanescente de aveia preta pastejada não difere significativamente entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, J. A. A.; *et al.* Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduo aportada ao solo sob sistema de plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, p. 801-809, 2014.
- ADAMI, P. F. **Intensidade de pastejos e níveis de cama de aviário em sistema de Integração lavoura-pecuária**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia (Área de concentração: Produção vegetal). Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba, 2012.
- ANGHINONI, I.; *et al.* Adubação de Sistemas e ciclagem de nutrientes: Ciclagem de nutrientes. *In: I congresso brasileiro de sistemas integrados de produção agropecuária*. 2017.
- BARCELLOS, A. O.; *et al.* Base conceitual, sistemas e benefícios da iLPF. *In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta*. Brasília. Embrapa, p. 23-37, 2011.
- BARROS, V. L. N. P. Aveia preta: alternativa de cultivo no outono/inverno. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo. v. 10, n. 2, 2013.
- BEHLING, M.; *et al.* Integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). *In book: Boletim de Pesquisa de Soja 2013/2014*. 16 ed. Fundação MT, p. 306-325, 2013.
- BORTOLLI, M. A. **Adubação de sistemas: antecipação de adubação nitrogenada para a cultura do milho em integração lavoura-pecuária**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, UTFPR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.
- BORTOLLI, M. A. **Influência de períodos de pastejo em trigo duplo propósito sobre a decomposição e liberação de nutrientes da palhada em sistema de integração lavoura-pecuária** 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2010.
- CARDOSO, J. C. Q.; *et al.* Avaliação da taxa de decomposição de coberturas vegetais utilizadas em SPD, por meio de metodologia de Regressão linear. *In: 1º Encontro Internacional de Ciências Agrárias e Tecnológicas. Anais*, UNESP, Dracena, p. 213-219, 2016.
- CARVALHO, A. M.; *et al.* Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015.
- CARVALHO, I. Q.; STRACK, M. Aveias forrageiras e de cobertura. *In: LÂNGARO, N. C.; CARVALHO, I. Q. (Orgs.). XXXIV reunião da comissão brasileira de pesquisa de aveia fundação ABC*. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2014. p. 91-99.

CARVALHO, P. C. F.; *et al.* **Integração soja- bovino de corte no sul do Brasil.** Boletim técnico, Porto Alegre, 2011.

CASTAGNARA, D. D.; *et al.* **Oats forage management during winter and nitrogen application to corn in succession.** African Journal of Agricultural Research, v. 9, p. 1086-1093, 2014.

CASTRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J. **Ecofisiologia da aveia branca.** Scientia Agraria Paranaensis, v. 11, n°. 3, p. 1-15, 2012.

COSTELLA, F. **Rendimento de matéria seca e taxa de decomposição de resíduos de cultivares de aveia preta submetidas a cortes.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2015.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. *In: nota técnica.* Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>. Acessado em: 20 ago. 2021.

FAO, Food and agriculture organization of the United Nations. Sete Lagoas “Consensus” on Integrated Crop-Livestock Systems for Sustainable Development. **Plant Production and Protection Division Consultation Documents.** 2010.

FEDERIZZI, L. C.; *et al.* Importância da cultura da aveia. *In: LÂNGARO, N. C.; CARVALHO, I. Q. (Orgs.). XXXIV reunião da comissão brasileira de pesquisa de aveia fundação ABC.* Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, p. 13-23, 2014.

FERNANDES, M. S.; FINCO, M. V. A. Sistema de Integração lavoura-pecuária e políticas de mudanças climáticas. **Pesquisa agropecuária Tropical.** Goiânia, v. 44, n. 2, p. 182-190, 2014.

FONTANELI, R. S.; *et al.* Gramíneas forrageiras anuais de inverno. *In: Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul brasileira.* Embrapa. Brasília, 2ª. Ed. p. 127-140. 2012.

GURGEL, A. C.; LAURENZANA, R. D. Desafios e oportunidades da Agricultura brasileira da baixo Carbono. *In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org). Agricultura: transformação produtiva e sustentabilidade.* Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-ipea. Brasília, p.343-365, 2016.

HEGEMANN, T. R.; *et al.* Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. **Bragantia,** Campinas, v. 69, n. 3, p. 309-318, 2010.

HENTZ, P.; *et al.* Ciclagem de Nitrogênio em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. **Revista Ciência e Natura,** v. 36, Ed. Especial II, p. 663-676, 2014.

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

LEVINSKI-HUF, F. **Adubação de sistemas e comportamento dos nutrientes em sistema de Integração Lavoura-Pecuária.** 194 f. Tese (Doutorado em Agronomia)

– Programa de Pós-graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

MACCARI, M. **A altura de dossel e a adubação nitrogenada da pastagem podem afetar a nutrição nitrogenada do milho, num sistema de integração lavoura pecuária?** 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C.; CECCON, G. **Integração lavoura-pecuária-floresta: estruturação dos sistemas de integração lavoura-pecuária.** Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 2011.

MEDRADO, R. D.; *et al.* Decomposição de resíduos culturais e liberação de nitrogênio para a cultura do milho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 97-107, 2011.

MENDONÇA, V. Z.; *et al.* Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 183-193, 2015.

MORAES, A.; *et al.* Avanços técnico-científicos em SIPA no subtropico brasileiro. *In:* I congresso brasileiro de sistemas integrados de produção agropecuária. Palestra: **intensificando com sustentabilidade.** Pato Branco, 2017. p. 102-124.

MORANDI, M. A. B. Apresentação. *In:* SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (ed.). **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: Estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e impactos.** Brasília. Embrapa, p. 20-21, 2019.

PEREIRA, L. C. **Adubação nitrogenada com *Azospirillum brasilense* no cultivo de aveia preta.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2019.

PIOVESAN, F.; *et al.* Produção de biomassa de Aveia preta inoculada por *Azospirillum brasiliense*. **Anais da VII Jornada de Iniciação Científica e tecnológica**, UFFS. Erechim, 2017.

SANTOS, R. F.; *et al.* Dinâmica do uso de nitrogênio em aveia preta para cobertura de solo em plantio direto. **Revista Cultivando Saber.** Cascavel, v.6, n. 2, p. 38-46, 2013.

SCHOPENHAUER, A. **Sobre a filosofia e seu método.** São Paulo, Hedra, p.156, 2010.

SILVA, M. R. **Aplicação superficial de calcário e gesso em sistemas integrados de produção agropecuária.** Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SOARES, D. S. **Biomassa vegetal e atributos do solo em diferentes sistemas de produção sob plantio direto no cerrado.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Brasília, 2017.

SOARES, A. B.; PIN, E. A.; POSSENTI, J. C. Valor nutricional de plantas forrageiras anuais de inverno em quatro épocas de semeadura. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 120-125, 2013.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows**, Version 12.5. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

VENGEN, A. P. **Atributos do solo e palhada remanescente de forrageiras de inverno submetidas a diferentes manejos em sistema de Integração lavoura-pecuária**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018.

VILELA, L.; *et al.* Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: histórico e evolução no cerrado. *In*: SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (ed.). **Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil**: Estratégias regionais de transferência de tecnologia avaliação da adoção e impactos. Brasília. Embrapa, p. 28-44, 2019.

ZANELLA, R. **Efeito residual da antecipação da adubação, aplicada na cultura da aveia, sobre o desempenho agrônômico da soja**. 70 f. Dissertação Mestrado em Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Solos e Sistemas Integrados de Produção Agropecuária), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

ZIECH, A. R. D.; *et al.* Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015.