

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE ZOOTECNIA**

DICKSON NAZÁRIO

**DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA E LIBERAÇÃO DE
NUTRIENTES DE ESTERCO DE BOVINOS E MATERIEAL DE
FORRAGEM SENESCENTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2014

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ZOOTECNIA**

DICKSON NAZÁRIO

**DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA E LIBERAÇÃO DE
NUTRIENTES DE ESTERCO DE BOVINOS E MATERIAL DE
FORRAGEM SENESCENTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2014

DICKSON NAZÁRIO

**DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA E LIBERAÇÃO DE
NUTRIENTES DE ESTERCO DE BOVINOS E MATERIAL DE
FORRAGEM SENESCENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Curso de Zootecnia da
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como
requisito parcial à obtenção do título de
ZOOTECNISTA

Orientador: Prof. Dr. Laércio R. Sartor
Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando
Adami

DOIS VIZINHOS

2014

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Gerência de Ensino e Pesquisa
Curso de Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO
TCC

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE
ESTERCO DE BOVINOS E MATERIAL DE FORRAGEM SENESCENTE

Autor: Dickson Nazário
Orientador: Prof. Dr. Laércio R. Sartor

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em de de 2014.

**Prof. Dr. Paulo FERNANDO
ADAMI**

Mestrando. Lucas Ghedin Ghizzi

**Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
(Orientador)**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela força, coragem e principalmente pela saúde que me destes para que eu pudesse enfrentar todos os meus desafios e pela grande benção de eu poder ter alcançado os meus objetivos durante todo esse período.

Agradeço a meus pais, Otacílio Augusto Nazário e Romilda Engels Nazário, por todo o apoio que me deram durante todos esses anos, graças ao carinho, a atenção e incentivo, consegui chegar até aqui, pois tudo que fiz foi pensando neles, que sempre se preocuparam e ainda hoje se preocupam muito comigo.

Agradeço a meus irmãos, Robson José Nazário e Adriana Regina Nazário, por toda a amizade e apoio que me deram durante todo esse tempo.

De forma especial ao professor Laércio Ricardo Sartor, pela disponibilidade de me orientar neste trabalho, apesar de todas as dificuldades e desencontros, sempre que precisei estive pronto a ajudar e contribuir para que esta etapa fosse concluída com sucesso.

Aos meus amigos que contribuíram para que este trabalho fosse realizado, por isso agradeço a Fernanda Stanqueviski, Rose Rocha, Jéssica Tubin, que estiveram sempre a disposição para ajudar no trabalho a campo, independente das dificuldades. Agradeço a Suelen Maria Einsfeld, Jhone Gleison De Oliveira, que me ajudaram no momento em que eu mais precisei, durante a realização das análises em laboratório, pois senão fosse por eles não sei se teria conseguido. Agradeço ao Deividty Tiago Boger, Alberto Luis Gagstetter, Jacson Rodrigo Cullmann, Rodrigo Junior Shneider e Anderson Rosso, que posso dizer que são mais do que amigos, praticamente irmãos, que sempre estiveram do meu lado, ajudando de uma forma ou outra, apoiando e incentivando, para que esse trabalho fosse concluído.

A UTFPR do Campus de Dois Vizinhos, de modo geral a todos os professores, técnicos administrativos e funcionários, que contribuíram de forma direta e indireta para o meu crescimento como profissional e principalmente como pessoa.

Ao grupo PET – Zootecnia, em especial aos tutores Wagner Paris e Douglas Sampaio Henrique, por todo o conhecimento adquirido, as experiências, as oportunidades oferecidas, aos ensinamentos, as palavras sábias, que contribuíram e muito para que eu me tornasse a pessoa que eu sou hoje.

A Ana Carolina e Juliana Julio, duas pessoas maravilhosas que contribuíram e que me apoiaram para que eu conseguisse vencer mais esta etapa e encerrar este trabalho.

Ao mestrando Lucas Ghizi, pela amizade e por contribuir com este trabalho, através da orientação e seus ensinamentos como profissional.

Ao professor Luis Fernando Glasenapp de Menezes, que durante toda a graduação me orientou na UNEP de bovinocultura de corte, agradeço a essa grande oportunidade de ter trabalhado com uma pessoa que, além de um excelente profissional, é um grande amigo, por todo o conhecimento, ensinamentos, contribuindo para mais esta etapa da minha formação.

MUITO OBRIGADO A TODOS!!

RESUMO

NAZARIO, Dickson. Decomposição da matéria seca e liberação de nutrientes de esterco de bovinos e material de forragem senescente. 36 folhas. TCC (Curso de Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

O objetivo deste trabalho é avaliar a decomposição da matéria seca e liberação de nutrientes (N, P, K) de fezes e biomassa residual a partir de pastagens compostas de aveia (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) e pastagem consorciada de aveia (*Avena sativa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e ervilhaca (*Vicia sativa L.*). Com o intuito de estimar a quantidade de nutrientes (N, P, K) transferida para o solo via fezes dos animais em pastejo, verificando se a leguminosa (ervilhaca) interfere na velocidade de decomposição e liberação de nutrientes dos materiais a serem estudados (fezes e biomassa residual). O experimento faz parte de um protocolo conduzido na área da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, situada a 25°, 42', 52" de latitude S e longitude de 53°, 03', 94" W, a 520 metros acima do nível do mar. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico. O clima, segundo classificação de Kopen é Cfa. Os tratamentos foram compostos de misturas de espécies forrageiras com diferentes densidades de plantas de ervilhaca, sendo: tratamento 0: aveia + azevém; tratamento 1: aveia + azevém + 15 kg ha⁻¹ de ervilhaca; tratamento 2: aveia + azevém + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca; tratamento 3: aveia + azevém + 45 kg ha⁻¹ de ervilhaca. A avaliação da taxa de decomposição da biomassa residual e animal foi realizada através da metodologia de uso dos litter bag, em que foram alocados 20 g gramas de matéria seca de fezes e de biomassa residual (material em senescência). Estes foram distribuídos em 36 sacos de decomposição por tratamento por material (fezes e biomassa residual). Os sacos de nylon com as repetições de cada tratamento foram alocados sobre a superfície do solo nas respectivas parcelas sob a proteção de gaiolas de exclusão ao pastejo, em que foram coletados nos dias 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. As taxas de decomposição da massa seca residual (MS) e a liberação de nutrientes (N,P e K) de fezes e biomassa residual foram estimadas pelo programa estatístico Sigmaplot 8.0. O experimento demonstrou valores bem inferiores ao que se estava esperando e também bem diferente quando comparado a trabalhos de outros autores com relação a utilização de leguminosas no consórcio com gramíneas. Entretanto os tratamentos que melhor obtiveram resultados quanto a decomposição do material e dos nutrientes, foram T1 com densidade de 15 kg ha⁻¹ e o T2 com 30 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes. Composição das fezes. Composição da fitomassa..

ABSTRACT

NAZÁRIO, Dickson. Dry matter decomposition and nutrient release from manure of cattle and forage equipment senescent. 36 folhas. TCC (Animal Science Course), Technological University Federal Parana. Dois Vizinhos, 2014.

The objective of this study is to evaluate decomposition of dry matter and release of nutrients (N, P, K) of feces and residual biomass from grasslands composed of oat (*Avena sativa*) and ryegrass (*Lolium multiflorum*) pasture and intercropped oats (*Avena sativa*), ryegrass (*Lolium multiflorum*) and vetch (*Vicia sativa* L.). aiming to estimate the amount of nutrients (N, P, K) transferred to the soil via feces of grazing animals, verifying that the legume (vetch) interferes with the rate of decomposition and nutrient release of materials to be studied (feces and residual biomass). The experiment is part of a protocol conducted at the Federal Technological University of Paraná, Campus Dois Vizinhos located at 25 °, 42 ', 52" S latitude and longitude of 53 ° 03' 94 "W, at 520 meters above sea level. The soil of the experimental area is classified as dystroferic Red Latosol. The climate, according to Köppen classification is Cfa. The treatments will consist of mixtures of forage species with different densities of vetch plants, as follows: Treatment 1: oats + ryegrass, treatment 2: oats + ryegrass + 15 kg ha⁻¹ vetch; treatment 3: oats + ryegrass + 30 kg ha⁻¹ vetch; treatment 4: oats + ryegrass + 45 kg ha⁻¹ vetch. The evaluation of the rate of decomposition of residual biomass and animal was performed using the methodology of using the litter bag, in which were placed 20 g grams of dry feces and residual biomass (material senescence). These were distributed in 36 litter bags per treatment by material (feces and residual biomass). Nylon bags with the repetitions of each treatment were placed on the soil surface in the respective portions under the protection of grazing exclusion cages, which were collected on days 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 the experimental design was randomized blocks. Decomposition rates of residual dry matter (DM) and the release of nutrients (N, P and K) of feces and residual biomass were estimated by Sigmaplot 8.0 software. The experiment demonstrated well below what it was expecting and also quite different values when compared to the works of other authors regarding the use of legumes in intercropping with grasses. However the treatments that best obtain results as the decomposition of the material and nutrients, were T1 with a density of 15 kg ha⁻¹ and T2 with 30 kg ha⁻¹.

Keywords: Nutrient cycling. Composition of faeces. Composition of biomass.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO GERAL	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1. CICLAGEM DE NUTRIENTES EM PASTAGENS.....	9
3.2. RELAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO DOS MATERIAIS E SUA INFLUÊNCIA NA DECOMPOSIÇÃO.....	10
3.3. USO DE PASTAGENS CONSORCIADAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	11
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
6. CONCLUSÃO	26
7. CRONOGRAMA	27
8. ORÇAMENTO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

As leguminosas forrageiras apresentam a capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, melhorando a qualidade das pastagens com o incremento no teor de proteína bruta, contribuindo com o aumento da produção animal, constituindo um caminho de sustentabilidade nos sistemas agrícolas e pecuários (BARCELLOS et al., 2008).

Quando em consórcio de leguminosa com gramíneas, a liberação do nitrogênio fixado biologicamente responde em grande parte pela manutenção da produtividade da gramínea. As transferências do nitrogênio ocorrem abaixo e acima da superfície do solo, indiretamente para a planta mais próxima, seja pela excreção de N da leguminosa, pela decomposição de raízes e nódulos, pela conexão por micorrizas das raízes da gramínea com aquelas da leguminosa, ou ainda pela ação da fauna do solo sobre raízes e nódulos da leguminosa. Já na superfície do solo, ocorrerá pela decomposição da liteira (serapilheira) de folhas na superfície, pela lixiviação de compostos nitrogenados do dossel da pastagem e com as perdas foliares de amônia, passível de absorção pela gramínea (BARCELLOS et al., 2008). Bem como, pode ocorrer o retorno do N fixado pela leguminosa via fezes e urina de animais em pastejo.

A adoção de leguminosas na formação de pastagens, em consórcio ou exclusivas, é orientada pela escolha do cultivar mais adequado às condições ambientais, à natureza da exploração, à capacidade de intervenção e à disponibilidade de recursos (BARCELLOS et al., 2008). Por esse motivo, para a região sudoeste do Paraná, a ervilhaca (*Vicia sativa L.*) é a leguminosa mais usada em sistema de pastejo, por se adaptar melhor as condições de solo e clima da região, permitindo o consórcio com gramíneas como aveia e azevém.

Além da importância da fixação biológica de N, que reduz o uso de insumos sintéticos, fazendo parte de ser um sistema de produção mais sustentável, é a manutenção da fertilidade do solo e o retorno de nutrientes extraídos pelos animais. A reposição de nutrientes para as plantas, de vital importância para a pastagem, ocorre por meio da radiação solar, irrigação, chuvas e insumos, mas também pela ciclagem da matéria orgânica. Este processo pode ocorrer através da decomposição de cadáveres (restos de animais mortos) e com importância maior em ambientes pastoris, pelos excrementos dos bovinos, como fezes e urina (FERREIRA et

al.,2011).

A quantidade de nutrientes que retornam ao sistema por meio das micções e dejetos dos bovinos é significativa (GALVÃO et al.,2008). Duas unidades animais (900 kg), deixam na pastagem por ano, via o retorno de dejetos, aproximadamente 18 toneladas de fezes e 10 mil litros de urina, o que equivale por hectare, aproximadamente a 158 kg de N, 36 kg de P, 195 kg de K, 115 kg de Ca, 46 kg de Mg e 26 kg de S (AGUIAR et al., 2006). Em experimento conduzido por Braz et al. (2002), verificou-se que o peso médio por bolo fecal foi de 200,5 g de MS, com frequência de 9,84 defecações por animal ao dia, totalizando 1,97 kg de MS por animal. Pela produção de bolos fecais estimou - se que um animal (UA), retorna diariamente à pastagem o equivalente a: 22,1 g de N, 10,06 g de P, 6,12 g de K, 21,7 de Ca e 9,47 g de Mg.

Porém esta reposição só será eficaz se os mesmos forem distribuídos de forma homogênea por toda a pastagem (FERREIRA et al.,2011), pois no ato da excreção pode verificar-se uma grande concentração de placas de fezes em locais restritos e isolados, o que favorece a translocação dos nutrientes disponíveis na forragem para áreas com pouca ou nenhuma importância para a produção, sendo este fato de grande relevância no processo de reciclagem de nutrientes nos ecossistemas de pastagens (BRAZ et al., 2003).

Com variação da carga animal e a inserção da leguminosa na pastagem, pode ocorrer variação na distribuição dos dejetos nos animais na pastagem, bem como a velocidade de retorno e/ou liberação de nutrientes das fezes pode ser alterada para a cultura sucessora em um sistema de rotação de espécies forrageiras.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a decomposição da matéria seca e liberação de nutrientes de esterco de bovinos e material de forragem senescente.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Quantificar o teor de nutrientes em pastagens e esterco de bovinos.
2. Quantificar o nitrogênio adicionado no processo de ciclagem de nutrientes quando da inserção de uma leguminosa na pastagem hiberna formada por aveia e azevém.
3. Estudar a velocidade de decomposição de pastagem composta de aveia (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) e pastagem consorciada de aveia (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e ervilhaca (*Vicia sativa* L.).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. CICLAGEM DE NUTRIENTES EM PASTAGENS

Entende-se a ciclagem, como o movimento (fluxo) dos nutrientes entre os diversos compartimentos (atmosfera-planta-animal-solo) do sistema de produção agropecuária. A ciclagem envolve a medição da quantidade e da velocidade de transferência de nutrientes de um compartimento para outro (fluxos e taxas), chegando-se, finalmente, ao seu balanço no sistema. O pleno conhecimento da ciclagem é importante para o uso eficiente dos nutrientes do solo, dos resíduos e dos fertilizantes. Nesse contexto, é importante estabelecer uma sincronia de sua disponibilização pelas diferentes fontes com a demanda da cultura instalada, para estabelecer a adubação para o sistema (ANGHINONI et al., 2011).

O animal, quando presente no sistema, modifica os fluxos entre os compartimentos pela ingestão de nutrientes, via consumo da forragem, sua digestão e posterior retorno ao sistema. Além de impor heterogeneidade em uma série de variáveis, essa presença altera a via dos fluxos de nutrientes, em sua natureza e magnitude, modificando o funcionamento do sistema. Neste particular, o solo pode ser considerado o compartimento centralizador do processo, pois é ele que recebe e fornece todos os nutrientes necessários para obtenção de uma produção de massa e aquele que captura o sentido (+ ou -) das modificações do sistema (CARVALHO et al., 2010).

É importante considerar, na ciclagem de nutrientes, trabalhos de longa duração, pois, as adições e as perdas de carbono e de energia no solo ao longo do tempo modificam o funcionamento do sistema e o estado de fertilidade do solo (ANGHINONI et al., 2011). Sendo assim, com relação ao trabalho realizado com animais em pastejo, o que determina a sustentabilidade do sistema é a intensidade do pastejo, pois, ao manejar o número de animais por unidade de área e a sua distribuição no espaço, define-se a capacidade da fase da pastagem em prover o balanço positivo ou negativo de carbono no sistema. De forma geral, taxas de lotação definidas acima do ideal (superlotação) acarretam massas de forragem baixas, menor cobertura de solo, menor produção de forragem no sistema e, finalmente, menor acúmulo de palhada para a lavoura (soja) em sucessão (ANGHINONI et al., 2011).

3.2. RELAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO DOS MATERIAIS E SUA INFLUÊNCIA NA DECOMPOSIÇÃO

As gramíneas apresentam uma produção de massa superior as leguminosas, o que contribui para a cobertura do solo, através da alta produção de palhada, porém pode ocorrer uma maior imobilização de nitrogênio, dependendo da época do ano, do manejo realizado e da adubação, reduzindo a quantidade de nitrogênio no material, em função da baixa taxa de mineralização, prejudicando a decomposição dos microorganismos, implicando na imobilização deste elemento na solução do solo, diminuindo a sua disponibilidade para as culturas. Por isso é interessante realizar o uso de leguminosas forrageiras, pois estas constituem em uma das fontes importantes de nitrogênio, apresentando um manejo favorável, contribuindo para o aumento do teor e a disponibilidade dentro do sistema solo-planta-animal. Sendo assim, torna-se possível reduzir a taxa de decomposição e aumentar a fixação de carbono no solo (TEIXEIRA et al., 2011; BARCELLOS et al., 2008).

Uma das alternativas para melhorar a qualidade das pastagens, com boa produção de massa, com aporte de nitrogênio, aumento da atividade biológica, é através do consorcio entre gramíneas e leguminosas. A mistura entre estas espécies, além de tudo isso, contribui para o aumento do período de pastejo, para a proteção do solo, proporcionando uma produção de MS, fazendo com que a relação C/N seja intermediária, quando da utilização de espécies isoladas. Dessa forma, tem-se maior capacidade de armazenamento de água no solo, aumenta o poder tampão, devido o aporte de matéria orgânica, além de reduzir a taxa de decomposição, favorecendo a sincronia entre o fornecimento e a demanda de nitrogênio pelas culturas comerciais (BARCELLOS et al., 2008; GIACOMINI et al., 2003).

Apesar das vantagens, a utilização de leguminosas na região sul do Brasil é pequena, por apresentarem maior custo de implantação, menor rendimento de matéria seca e desenvolvimento inicial mais lento em relação às gramíneas e principalmente pela rápida decomposição de seus resíduos. Outro fator importante pela pouca utilização desta forrageira é a baixa produção de sementes por ha, não sendo vantajoso para o produtor deixar de realizar o cultivo de outra cultura que lhe proporcione maior rendimento (soja). Por outro lado entre as gramíneas temperadas

mais utilizadas destaca-se a aveia preta (*Avena sativa*) como a mais cultivada. No entanto, o uso continuado da sucessão aveia preta e milho pode causar prejuízos à cultura, em razão da provável imobilização microbiana de N do solo durante a sua decomposição. Mas apesar disso a aveia preta (*Avena sativa*) é a principal planta de cobertura utilizada nesta região devido alto rendimento de matéria seca, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade, rapidez de formação de cobertura, decomposição lenta e ciclo adequado (SILVA et al., 2006).

A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cultura de cobertura morta na superfície do solo e a liberação dos nutrientes (LEITE et al., 2010). Ao avaliar a velocidade de decomposição e liberação de nitrogênio (N), Torres et al. (2005) observaram que as leguminosas (crotalária e guandu) apresentaram maior velocidade de decomposição, quando comparadas às gramíneas (milheto, braquiária e sorgo forrageiro). A carência de informações sobre o processo de mineralização de nutrientes, por isso que o conhecimento da dinâmica de liberação dos nutrientes é fundamental para que se possa compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais na superfície do solo, que contribui com a manutenção da umidade e com a proteção do solo contra efeitos erosivos (BOER et al., 2007).

3.3. USO DE PASTAGENS CONSORCIADAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

As pastagens constituem o meio mais barato para alimentação de ruminantes e contribuem para obtenção de melhor qualidade na produção, seja de carne ou leite, através da deposição de gordura de intramuscular e de marmoreio na carne, deixando-a mais suculenta e saborosa. Já no produção de leite contribui para o aumento no teor de sólidos, agregando maior valor ao produto, pois atualmente algumas empresas de laticínios estão remunerando por qualidade. Porém não apresentam estabilidade na produção ao longo do ano, devido a ocorrência de baixas temperaturas e irregularidade na distribuição das chuvas, favorecendo a baixa produção de forragem durante o período seco, principalmente nas estações de outono e inverno. Esse período é considerado crítico, repercutindo com a baixa produção de massa de forragem, comprometendo a qualidade, além da conservação do solo e trazendo serias consequências para a produção animal, como o baixo

ganho de peso, prejudicando a fertilidade, a produção de leite e carne. Para amenizar esse problema, é preciso realizar um planejamento forrageiro, para obter produção o ano todo, sendo assim a utilização de pastagens de inverno, contribuem para reduzir este período de vazio forrageiro, favorecendo mesmo nessa época, em um bom desempenho animal (PAULINO; CARVALHO., 2004).

As leguminosas em geral tem a capacidade de fixar o nitrogênio através do processo de simbiose entre bactérias do gênero *Rizobium* e as raízes das plantas, ocorrendo uma troca, a bactéria utiliza a seiva que passa pelas raízes e em troca ela fornece o nitrogênio, e no local é formado um nódulo de identificação. O funcionamento adequado desta simbiose depende entre outros fatores, do crescimento da planta, uma vez que o processo de fixação de N requer energia, que é obtida através dos produtos fotossintéticos da planta. A fixação simbiótica de nitrogênio é um processo ligado ao crescimento, sendo afetado por todos os fatores que influenciam no desenvolvimento das leguminosas (CARVALHO & PIRES., 2008).

No entanto, a adoção de leguminosas na formação de pastagens, em consórcio ou exclusivas, depende da escolha da cultivar que se adapte melhor as condições de clima e solo de uma determinada região, além da disponibilidade de recursos para obtenção desta. Embora a tomada de decisão seja semelhante a empregada na escolha de uma gramínea forrageira, existe uma resistência maior à leguminosa por parte de técnicos e produtores, em função dos riscos de insucesso e dos custos envolvidos. Parte dessa questão deve-se ao maior conhecimento e informações disponibilizadas às gramíneas forrageiras e de um comércio agressivo de comercialização de suas sementes (BARCELLOS et al., 2008).

Mas nos sistemas intensivos de criação de hoje, os gastos diretos com fertilizantes representam mais de 60 % do custo de produção, implicando ainda custos agregados com transporte, armazenamento, aplicação, aquisição de animais (pela maior lotação) e outros insumos, além de uma eficiente gestão da produção e utilização da forragem produzida. Sendo assim, as leguminosas podem contribuir, associada a outras tecnologias, para minimizar os reflexos diretos e indiretos desse cenário, em escala local e nacional (BARCELLOS et al., 2008).

Quanto aos fertilizantes nitrogenados o Brasil importa cerca de 86% de sua demanda por sulfato de amônio, 73% de uréia, 72% de nitrato de amônia, 90% de Sulfato Monoamônio (MAP) e 100% de Sulfato Diamônio (DAP). A oferta total de

fertilizantes no Brasil em 2010 atingiu 24,48 milhões de toneladas, das quais 15,27 milhões de toneladas foram importações e 9,34 milhões de toneladas foi produção doméstica (MINISTÉRIO DA FAZENDA., 2011).

Desde a década de 1960, as leguminosas vêm sendo avaliadas como alternativa para fornecimento de nitrogênio ao ecossistema pastagem (MARTUSCELLO et al., 2011). Isso porque as leguminosas podem beneficiar as gramíneas com o fornecimento de nitrogênio via fixação biológica (NJOKA – NJIRU et al., 2006), além de apresentarem maiores níveis de PB e de digestibilidade (MONTEIRO et al., 2012).

Sendo assim o uso de leguminosas em pastagens vem para suprir os níveis de nitrogênio que, ao longo dos anos, acaba se tornando insuficiente para o desenvolvimento satisfatório das gramíneas, logo, a consorciação em pastagens é uma forma de aumentar o aporte de N no sistema, contribuindo para o aumento da produtividade da cultura, possibilita redução de fertilizantes químicos, preserva a microflora e a microfauna do solo, reduz o custo de produção, diminui os danos ao meio ambiente e melhora a fertilidade do solo. Com isso obtém-se melhor qualidade do pasto, maior ganho de peso animal, maior cobertura de solo e melhor proteção, (BOLSON et al., 2012).

A contribuição direta das leguminosas para a produção animal decorre da mudança no perfil quantitativo e qualitativo da dieta, com o efeito mais marcante sobre o desempenho animal (produção/animal/dia), que guarda uma relação inversa com a taxa de lotação (animais/áreas) e direta com a oferta de forragem (kg de forragem/animal/dia) (BARCELLOS et al., 2008).

A pastagem de inverno possibilita lotação média de até 2 unidades animais adultos (450 kg por animal) por hectare. A literatura relata ganhos de produção de até 2.300 kg de peso vivo por hectare/ano. Animais em engorda chegam a ganhar 1 kg por dia e vacas leiteiras, sem ração adicional, chegam a 15 litros por dia, incluindo manejo adequado dessas pastagens e manejo sanitário (PAULINO & CARVALHO, 2003).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento faz parte de um protocolo conduzido na área da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, situada a 25°, 42', 52" de latitude S e longitude de 53°, 03', 94" W, a 520 metros acima do nível do mar. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006). O clima, segundo classificação de Kopen é Cfa (VANHONI; MENDONÇA, 2008). O experimento foi instalado no dia 16/04/2012. Os tratamentos foram compostos de misturas de espécies forrageiras com diferentes densidades de plantas de ervilhaca, já para as gramíneas a densidade permaneceu a mesma em todos os tratamentos, 40 kg ha⁻¹ de aveia e 30 ka ha⁻¹ de azevem, sendo: tratamento 0: aveia + azevém; tratamento 1: aveia + azevém + 15 kg ha⁻¹ de ervilhaca; tratamento 2: aveia + azevém + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca; tratamento 3: aveia + azevém + 45 kg ha⁻¹ de ervilhaca.

A avaliação da taxa de decomposição da biomassa residual e animal referente à matéria seca da *Avena strigosa*, *Lolium multiflorum* e *Vicia sativa* e ao esterco dos bovinos foi realizada pelo uso de sacos de tela de nylon medindo 20 x 20 cm e malha de 1 mm (litter bag), em que foram alocados 20 g gramas de matéria seca de esterco coletados no mesmo dia em cada tratamento de mistura forrageira e 20 gramas de MS da biomassa residual (material em senescência da pastagem). Os materiais foram distribuídos em 36 sacos de decomposição por tratamento e por material (fezes e biomassa residual). Foram coletados nos dias: 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, equivalente a 6 meses de coleta.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com parcela subdividida no tempo. O fator A foi composto das diferentes densidades de ervilhaca e fator B o tipo de material (fezes e biomassa residual), coletado no tempo 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 dias.

As amostras de dejetos dos animais foram coletadas após defecação e posteriormente, secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até apresentarem peso constante, do mesmo modo foi realizado a coleta da biomassa residual (material de forragem senescente) de gaiolas de exclusão ao pastejo para evitar perda de material devido ao contato com os animais.

Após a distribuição do litter bag na área experimental foi avaliado a

decomposição por diferença de peso, ou seja, a porcentagem do material remanescente foi calculada, baseando-se na quantidade total (20 g) alocada no início das avaliações, menos a quantidade remanescente ao longo dos períodos de avaliação. Para a avaliação da concentração dos nutrientes, o material foi moído e realizado a digestão sulfúrica, sendo o N total determinado em destilador de arraste de vapor semi-micro Kjeldhal (Tedesco et al., 1995). Após, usando uma amostra da alíquota obtida na digestão, serão determinados os teores totais de N, P, K, por destilação, fotometria de chama e espectrofotometria de absorção atômica, respectivamente (Tedesco et al., 1995).

As taxas de decomposição da matéria seca (MS) e de liberação de nutrientes (N, P, K) da massa seca residual (esterco e biomassa residual) foram estimadas pelo programa gráfico estatístico SigmaPlot 8.0, ajustando-se modelos de regressão não linear aos valores observados conforme proposto por Wieder e Lang (1982). Os dois modelos ajustados têm a seguinte equação matemática:

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

$$\text{MR e NR} = A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt} \text{ Equação 2}$$

Em que a Matéria Seca Remanescente (MSR) e os Nutrientes Remanescentes (NR) são a porcentagem de MS remanescente e os NR no tempo t (dias); ka e kb = taxas constantes de decomposição da MS e de liberação de nutrientes do compartimento mais facilmente decomponível (A) e do compartimento mais recalcitrante ($100-A$), respectivamente.

Os dois modelos consideram que a MS e os Nutrientes dos resíduos podem ser divididos em dois compartimentos. No modelo assintótico (Eq. 1), apenas o compartimento mais facilmente decomponível (A) é transformado, diminuindo exponencialmente com o tempo a uma taxa constante. A MS e o Nitrogênio do segundo compartimento ($100-A$) são considerados mais recalcitrantes e, por isso, este compartimento não sofre transformação no período de tempo considerado. No modelo exponencial duplo (Eq. 2) a MS e o Nitrogênio dos dois compartimentos diminui exponencialmente a taxas constantes, sendo que a primeira fração é transformada a taxas mais elevadas do que a segunda, que é de mais difícil decomposição (recalcitrante). A escolha do tipo de modelo de cada tratamento foi feita com base nos valores do coeficiente de determinação (R^2), o qual indica o grau de associação entre o modelo ajustado e os valores observados.

A partir dos valores da constante de decomposição da matéria seca e da

liberação dos nutrientes de cada compartimento, foi calculado o tempo da meia vida ($t_{1/2}$), ou seja, o tempo necessário para que 50% da MS daquele compartimento sejam decomposta e 50 % dos nutrientes sejam liberado. Para este cálculo será utilizado a fórmula a seguir, cuja dedução é apresentada em Paul & Clark (1996):

$$t_{1/2} = 0,693 / k_{(a,b)}$$

Com base no modelo ajustado para as quantidades remanescentes de N, P, K, foi estimado a liberação acumulativa desses nutrientes durante o período de avaliação multiplicando-se a porcentagem de liberação do nutriente em cada coleta, obtida mediante o modelo, pelas quantidades iniciais dos nutrientes (kg ha^{-1}) adicionadas inicialmente ao solo. Foi estimada a quantidade de material senescente (biomassa residual) por hectare através da coleta desse material em área de $0,25 \text{ m}^2$ e a produção de fezes por hectare ao fornecer cromo aos animais, considerando a carga animal através da metodologia citada por Willians et al (1962). Sendo que todo o trabalho de fornecimento de cromo teve uma duração de 40 dias. Antes de iniciar o fornecimento os animais (bovinos) passaram por uma fase de adaptação na pastagem de 14 dias, após iniciou-se o fornecimento e as respectivas coletas. Como foi realizado este experimento com quatro tratamentos, todos os animais tiveram que passar por todos eles, formando um quadrado latino. Sendo assim cada animal permanecia por um período de 10 dias em cada tratamento, em que durante 5 dias era apenas fornecido 10 g de cromo e o restante dos outros 5 dias era realizado as coletas de fezes, mais o fornecimento de cromo. A pós os 10 dias, era realizado o rodizio dos animais entre os tratamentos e dava-se continuidade ao trabalho, 5 dias fornecendo cromo e mais 5 dias fornecendo e coletando fezes, seguindo ate o final do experimento.

Os resultados foram com relação a taxa de decomposição e liberação de nutrientes foram testados por modelos não lineares.

5. Resultados e discussões

Os valores referentes a matéria seca remanescente e o tempo de meia vida ($t_{1/2}$) de cada compartimento e os valores de R^2 se encontram – se na tabela 1. O modelo que mais se ajustou para avaliação da decomposição dos resíduos, tanto para o esterco quanto para o resíduo vegetal, foi o modelo exponencial duplo, exceto para o tratamento com aveia, azevem e 15 kg de ervilhaca/ha (T1) referente ao resíduo vegetal, este tratamento se ajustou ao modelo exponencial simples, determinando apenas a taxa de decomposição da fração mais prontamente decomponível.

Tabela 1. Parâmetros dos modelos ajustados aos valores medidos de matéria seca remanescentes, tempo de meia vida ($t_{1/2}$) de cada compartimento e valores de R^2 em cada tratamento.

Tratamento ⁽¹⁾	A %	k_a Dias	k_b Dias	A	$t_{1/2}$ (100 – A) Dias	R^2
Matéria Seca Remanescente Fezes (MSRF)						
T0	13,6613	0,1534	0,0018	5	385	0,85
T1	24,2799	0,0635	0,0003	11	2310	0,92
T2	28,7443	0,0487	2,007e-13	14	-	0,90
T3	22,6955	0,1461	2,426E-14	5	-	0,75
Matéria Seca Remanescente Biomassa Residual (MSRBR)						
T0	47,8245	0,0133	3,34E-12	52	-	0,94
T1	49,9185	0,0119	-	58	-	0,95
T2	52,5342	0,0156	1,447E-12	44	-	0,90
T3	22,1897	0,1084	0,0013	6	533	0,96

$$Y = Ae^{(-kat)} + (100-A)e^{(-kbt)}; Y = Ae^{(-kat)} + (100-A).$$

Observa-se que processo de decomposição dos resíduos apresentou-se, em geral, com uma fase inicial rápida, seguida de outra mais lenta, sendo que o dejetos animal apresenta uma liberação mais lenta dos nutrientes em relação ao resíduo vegetal, ao longo dos períodos de avaliação. Segundo os resultados obtidos, o material mais facilmente decomponível de esterco (A) do tratamento constituído de aveia, azevem e 30 kg de ervilhaca/ha (T2), representou 28,74% da MS do resíduo cuja a taxa constante de decomposição (k_a) foi de 0,0487 dia⁻¹, o que resultou num tempo de meia vida ($t_{1/2}$) da MS deste compartimento de 14 dias. Já para o material mais recalcitrante, que no caso do esterco foi responsável por 71,26% da matéria

seca, a constante de decomposição (k_b) foi de $2,007e-13 \text{ dia}^{-1}$, o que resulta em uma meia vida de tempo infinito. Isto mostra que os resíduos provenientes do esterco são em sua grande maioria de difícil decomposição por ser composto de materiais não digeríveis pelo animal como a celulose por exemplo.

Já para os resíduos das plantas de aveia, azevem e ervilhaca, o compartimento mais rapidamente decomponível foi cerca de duas vezes maior que o mesmo compartimento para o caso do esterco, apresentando uma taxa de decomposição mais acelerada, resultando em tempo de meia vida maior, exceto para o tratamento com aveia, azevem e 45 kg de ervilhaca (T3), que apresentou resultado inferior aos demais, isso pode ser devido a alguma contaminação do material, pois se esperava com esse tratamento uma decomposição mais rápida devido a alta densidade de ervilhaca. No entanto, Sanaullah et al (2009) estudando a decomposição de resíduos vegetais colhidos verdes e comparando com a decomposição de resíduos vegetais senescidos, constataram que os resíduos vegetais senescidos decompuseram mais lentamente e atribuíram isso a maior quantidade de lignina. Outro fator a ser observado é a constante de decomposição do compartimento mais recalcitrante, que diminuiu com os dias de coleta, fato que pode ter resultado no maior tempo de meia vida deste compartimento.

Provavelmente esse aumento no tempo de meia vida do compartimento mais recalcitrante pode ser atribuído a menor disponibilidade de substrato aos microrganismos realizarem a decomposição, uma vez que com o aumento dos dias de coleta, ocorreu uma diminuição da porcentagem do material no compartimento.

Tal fato pode ser confirmado nas figuras 1 e 2, em que se observa que ao longo de 150 dias após a deposição a campo dos sacos em decomposição, aproximadamente apenas 20 a 35% da MS do esterco havia sido decomposto, enquanto que aproximadamente 35 a 50% de MS dos resíduos vegetais já haviam sido decompostos. Adami (2009) avaliou a produção, qualidade e decomposição do papuã sob intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio e encontrou valores da constante de decomposição (K_a) para o compartimento mais decomponível de 0,03109 e 0,00528, respectivamente para a matéria seca da *Brachiaria plantaginea* em relação ao esterco de caprinos, resultando consequentemente em maiores taxas de decomposição para os resíduos vegetais em relação ao resíduo animal. Segundo Brady e Weil (2002), as taxas típicas de decomposição anuais dos vegetais, suas raízes e detritos são da ordem de 85, 67 e 75% respectivamente. Contudo, estes valores po-

dem variar em função de fatores ambientais e da qualidade do material sendo decomposto. Sendo o que pode ter ocorrido neste trabalho, como o resíduo vegetal foi colhido já em senescência, a qualidade é praticamente nula, prejudicando a ciclagem de nutrientes.

No entanto, o consórcio entre gramíneas e leguminosas, através destes resultados, pode ser observado que nos tratamentos com ervilhaca a taxa de decomposição permaneceu em uma faixa intermediária ao longo de 150 dias. Enquanto que o tratamento sem ervilhaca apresentou uma taxa de decomposição mais elevada. Segundo Aita & Giacomini (2003) a presença da aveia nos consórcios com ervilhaca reduz a velocidade de decomposição dos resíduos culturais em relação à ervilhaca solteira. Com isso, as curvas de decomposição nos tratamentos envolvendo consórcio entre aveia e ervilhaca situam-se num patamar intermediário ao observado nos tratamentos com essas duas espécies em culturas solteiras.

As maiores taxas de decomposição do resíduo da pastagem frente ao esterco devem estar relacionadas ao fato do esterco apresentar maior proporção de material fibroso, pouco digestível, como celulose, hemicelulose e lignina, não desdobrado na passagem do pasto pelo rúmen (ANGHINONI et al, 2011)

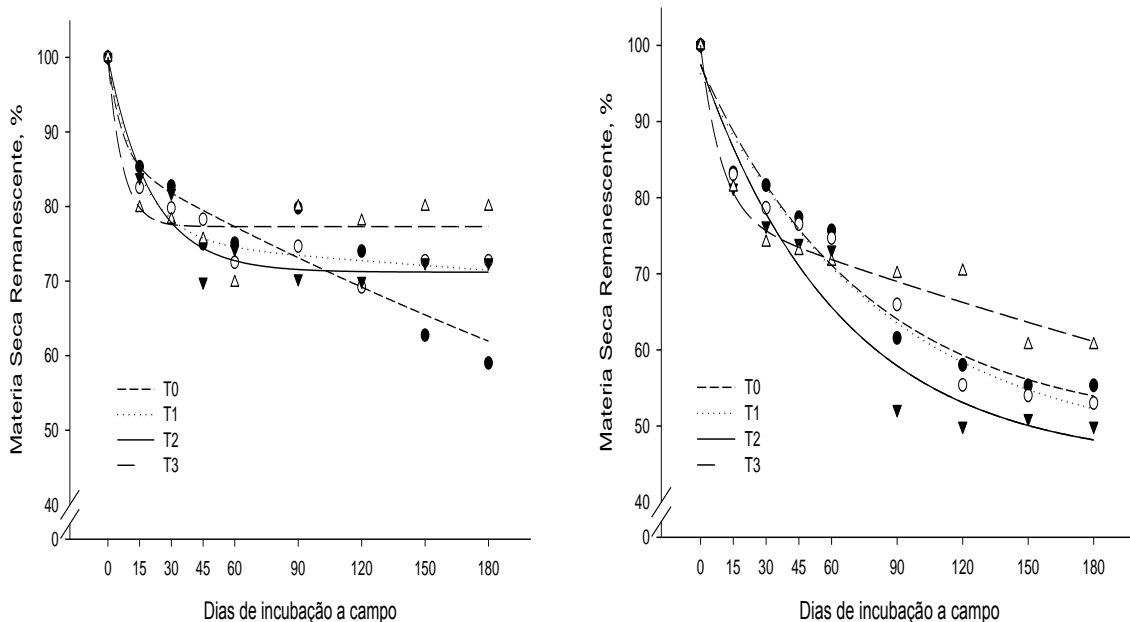


Figura 1 e 2. Matéria seca remanescente de fezes e biomassa residual nos tratamentos aveia + azevem (T0); aveia + azevem + 15 kg ha⁻¹ de ervilhaca (T1); aveia + azevem + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca (T2); aveia + azevem + 45 kg ha⁻¹ de ervilhaca (T3), incubadas ao longo de 150 dias de avaliação a campo. UTFPR Dois

Vizinhos - PR, 2014.

Já para os valores de nitrogênio remanescente referente ao esterco, não obteve resultado significativo, como esta descrito na tabela 2, apenas para o N remanescente do resíduo vegetal, pelo qual o modelo que mais se ajustou para os valores de N e o tempo de meia vida ($t_{1/2}$) foi o modelo exponencial duplo, exceto para o tratamento constituído de aveia, azevem e 30 kg de ervilhaca/ha (T2), que se ajustou ao modelo exponencial simples. O tratamento que mais apresentou nitrogênio no compartimento mais decomponível foi o tratamento de aveia, azevem e 15 kg de ervilhaca/ha (T1), com um tempo de meia vida de 151 dias. No entanto o tratamento com 45 kg de ervilhaca/ha (T3), apresentou 35,92% de N no compartimento mais decomponível, com uma constante de decomposição (k_a) de 0,0018 dia^{-1} , com um tempo de meia vida de 385 dias. E o restante, cerca de 64,08% do N esta presente no material mais recalcitrante, com a mesma constante de decomposição (k_b) 0,0018 dia^{-1} , e o mesmo tempo de meia vida para ser decomposto.

Tabela 2. Parâmetros dos modelos ajustados aos valores medidos de nitrogênio remanescente, tempo de meia vida ($t_{1/2}$) de cada compartimento e valores de R^2 em cada tratamento.

Tratamento ⁽¹⁾	A	k_a	k_b	$t_{1/2}$		R^2
	%	Dias		A	$\frac{t_{1/2}}{(100 - A)}$	
N Remanescente Fezes (NRF)						
T0						Ns
T1						Ns
T2						Ns
T3						Ns
N Remanescente Biomassa Residual (NRBR)						
T0	45,9787	0,0011	0,0011	630	630	0,95
T1	73,9780	0,0046	26,031	151	0	0,97
T2	64,5694	0,0047	-	147	-	0,91
T3	35,9283	0,0018	0,0018	385	385	0,55

$$Y = Ae^{(-k_a t)} + (100-A)e^{(-k_b t)}; Y = A e^{(-k_a t)} + (100-A).$$

Tal fato pode ser observado na figura 3, onde demonstra que ao longo de 150 dias de incubação, o nitrogênio remanescente do resíduo vegetal alcançou uma taxa de 35 a 40%, enquanto que para o nitrogênio remanescente de esterco os valores

não se ajustaram ao modelo testado (figura 4). Aita e Giacomini (2003), avaliando a decomposição de resíduos de aveia, constataram, aos 15 dias após a deposição de resíduos a campo que, aproximadamente 80% do N encontrava-se remanescente nos resíduos desta gramínea. Esses resultados foram semelhantes ao encontrado neste trabalho no mesmo período de avaliação, obtendo um teor de 85,0% de N remanescente aos 15 dias após a deposição dos sacos no solo.

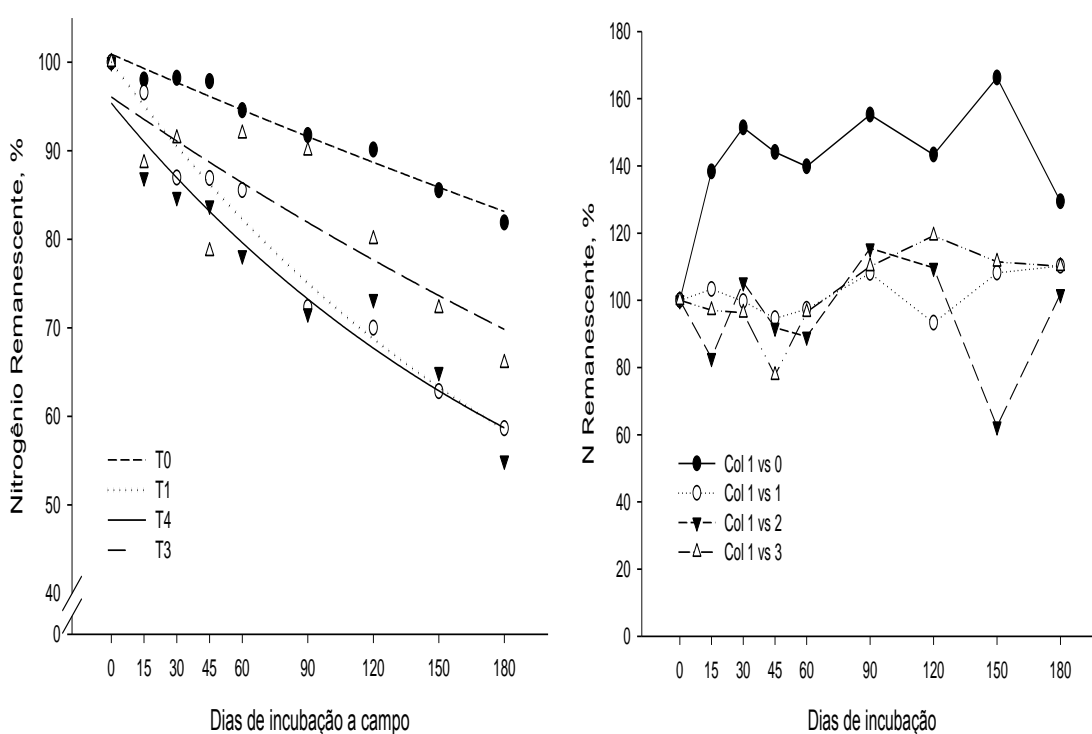


Figura 3 e 4. Nitrogênio remanescente de biomassa residual e de fzes nos tratamentos nos tratamentos aveia + azevem (T0); aveia + azevem + 15 kg ha⁻¹ ervilhaca (T1); aveia + azevem + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca (T2) aveia + azevem + 45 kg ha⁻¹ de ervilhaca (T3), incubadas ao longo de 150 dias de avaliação a campo. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

Para os valores de fósforo remanescente referente ao esterco, não obteve resultado significativo (tabela 3), apenas para o P remanescente do resíduo vegetal. O modelo que mais se ajustou aos valores foi o exponencial duplo, exceto para o tratamento com aveia e azevem (T0) que não se ajustou a nenhum modelo. O que pode ser observado, é que a taxa de decomposição de fósforo nos tratamentos (T1, T2 e T3) representou, 27,76; 19,42 e 21,50% respectivamente e a constante de decomposição do compartimento mais decomponível (k_a), foi de 0,0343; 0,0218 e

0,1977, apresentando um tempo de meia vida de 20,1; 31,8 e 3,5 dias respectivamente, entre os tratamentos. No entanto o tempo de meia vida do material mais recalcitrante apresentou-se em infinito, significando que a maior taxa de fósforo esta presa a este compartimento. Giacomini et al (2003), avaliando a liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto, observou que o modelo ajustado as quantidades remanescentes de fósforo revelou que 77,6% a 83,5% do total do P adicionado ao solo pelos resíduos culturais das plantas de cobertura estavam contidas no compartimento de P mais facilmente mineralizável. Resultado este ao contrario do que foi encontrado neste trabalho, isso pode ser devido a alta concentração de lignina do material, fazendo com o que o P contido em seus componentes, principalmente as hastes, fosse liberado mais lentamente.

Tabela 3. Parâmetros dos modelos ajustados aos valores medidos de fósforo remanescentes, tempo de meia vida ($t_{1/2}$) de cada compartimento e valores de R^2 em cada tratamento.

Tratamento ⁽¹⁾	A	k_a	k_b	$\frac{t_{1/2}}{A(100-A)}$		R^2
	%	Dias		Dias		
P Remanescente Fezes (PRF)						
T0						ns
T1						ns
T2						ns
T3						ns
P Remanescente Biomassa Residual (PRBR)						
T0						ns
T1	27,7645	0,0343	1,25E-13	20,2	-	0,95
T2	19,4221	0,0218	1,46E-12	31,8	-	0,83
T3	21,5072	0,1977	3,23E-12	3,5	-	0,91

$Y = Ae^{(-k_a t)} + (100-A)e^{(-k_b t)}$; $Y = A e^{(-k_a t)} + (100-A)$.

Pode ser observado na figura 5, que ao longo de 150 dias de incubação do resíduo vegetal, a biomassa aérea ainda representava cerca de 80% do P remanescente nos seus tecidos. Já na figura 6, os valores de fósforo remanescente não se justaram a nenhum dos modelos testados. Segundo Giacomini et al (2003), após seis meses da distribuição das bolsas na superfície do solo, a quantidade remanescente de P nos resíduos culturais da espécie isolada foi de 15% na ervilhaca, 34% no nabo e 32% na aveia. Nos consórcios, as quantidades

remanescentes de P apresentaram valores intermediários, aos observados nas culturas de aveia e ervilhaca isoladas. Resultado este semelhante a este trabalho, pois todos o tratamentos com diferentes densidades de ervilhaca apresentaram uma decomposição intermediária.

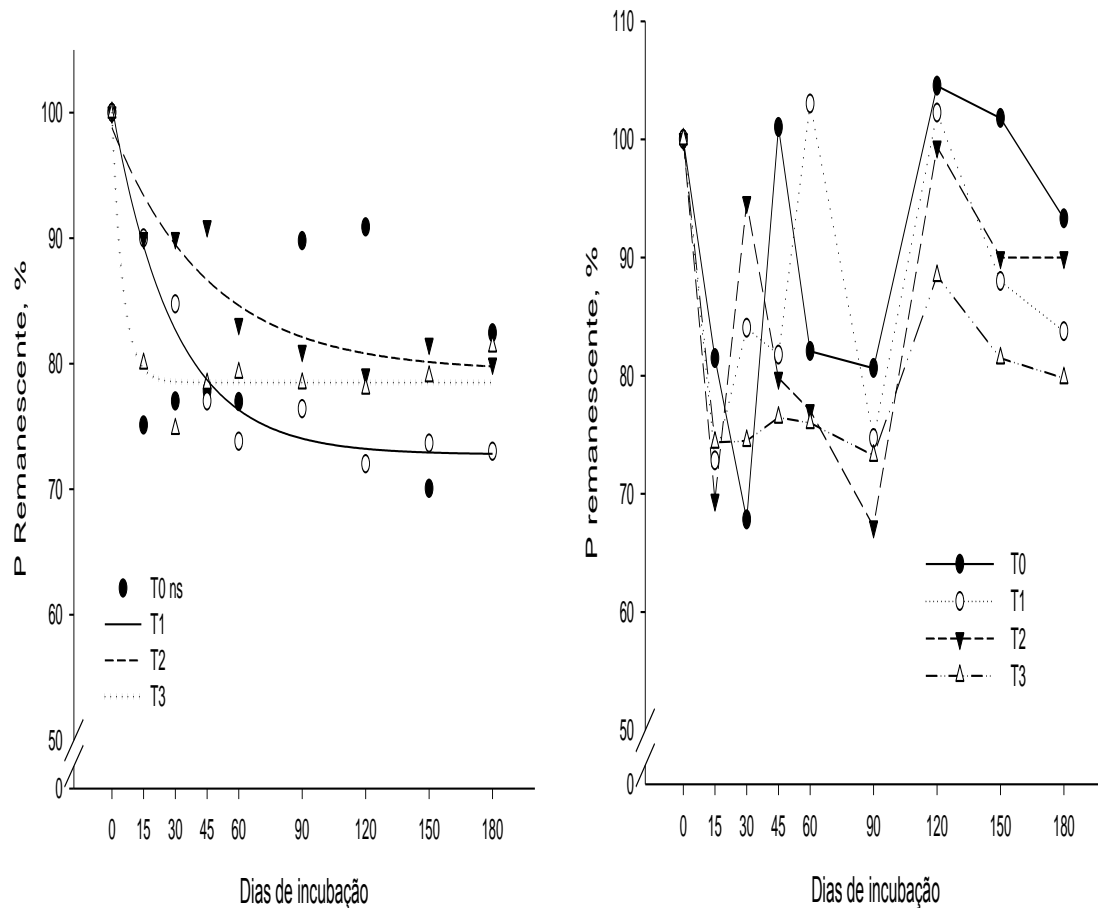


Figura 5 e 6. Fosforo remanescente de biomassa residual e fezes de bovinos nos tratamentos nos tratamentos aveia + azevem (T0); aveia + azevem + 15 kg ha⁻¹ de ervilhaca (T1); aveia + azevem + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca (T2); aveia + azevem + 45 kg ha⁻¹ de ervilhaca (T3) incubadas ao longo de 150 dias de avaliação a campo. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

Ambas as formas de retorno do K ao solo apresentaram um modelo exponencial simples de decomposição do nutriente, em que a maior parte do K encontrasse no compartimento mais prontamente decomponível. No esterco bovino, mais de 100% do K dos resíduos de aveia, azevem e ervilhaca, encontrava-se no compartimento mais prontamente disponível com um tempo de meia vida de 63; 48; 44 e 46 dias.

Para a biomassa do resíduo vegetal, mais de 70,0% do K dos resíduos encontrava-se no compartimento mais prontamente disponível e apresentavam um tempo de meia vida de 14; 4; 11 e 34 dias, sendo que o restante, cerca de 20 a 25%, presente no compartimento de mais difícil decomposição, apresentou um tempo de meia vida infinito.

Diante dos valores obtidos da decomposição do K, observados na tabela 4, percebe-se que este é um dos nutrientes mais prontamente liberados, tanto pelo resíduo vegetal, como pelo de esterco bovino.

Para Mioto (2007) embora a maior disponibilidade de um nutriente seja considerada positiva, devido ao mesmo estar na forma que as plantas teriam fácil acesso, esta disponibilidade pode expor o elemento mais intensamente aos processos de lixiviação que são intensificados pela urina dos animais.

Segundo Meurer & Inda (2004), o K tem alta mobilidade na planta, tanto entre as células como entre os tecidos. Portanto, se o K é móvel entre os tecidos e membranas das células vivas, é bastante aceitável que ele seja lixiviado dos tecidos mortos das plantas. Por esse motivo, o fenômeno de lixiviação do K pode ocorrer em condições de campo graças à ação da água do orvalho ou das chuvas.

Tabela 4. Parâmetros dos modelos ajustados aos valores medidos de POTASSIO remanescentes, tempo de meia vida ($t_{1/2}$) de cada compartimento e valores de R^2 em cada tratamento.

Tratamento ⁽¹⁾	A	k_a	k_b	$t_{1/2}$		R^2
				A	(100 - A)	
	%	Dias		Dias		
K Remanescente Fezes (KRF)						
T0	112,4122	0,0110	-	63,0	-	0,90
T1	113,6743	0,0144	-	48,1	-	0,89
T2	104,2337	0,0157	-	44,1	-	0,81
T3	99,4351	0,0148	-	46,8	-	0,84
K Remanescente Biomassa Residual (KRBR)						
T0	75,8726	0,0479	-	14,5	-	0,87
T1	76,4666	0,1418	-	4,9	-	0,82
T2	78,7564	0,0618	-	11,2	-	0,91
T3	78,9512	0,0200	-	34,7	-	0,95

$$Y = Ae^{(-k_a t)} + (100-A)e^{(-k_b t)}; Y = A e^{(-k_a t)} + (100-A).$$

Aos 150 dias após a deposição dos resíduos no solo, a matéria seca apresentava apenas de 20,0 a 25,0% de K remanescente na sua composição, respecti-

vamente para a biomassa do resíduo vegetal e do esterco, tendo, portanto, liberado mais de 70,0% do total do K dos seus tecidos ao longo dos períodos avaliados. No entanto essa decomposição aconteceu de forma mais rápida para o resíduo vegetal que em 15 dias após a deposição do material no solo, já apresentava um teor de matéria seca de 20,0%, enquanto o esterco bovino alcança essa taxa ao longo dos 150 dias. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Giacomini et al. (2003) constatando que aos 15 dias após a decomposição de resíduos de aveia no solo, a palhada apresentava 45% de K remanescente.

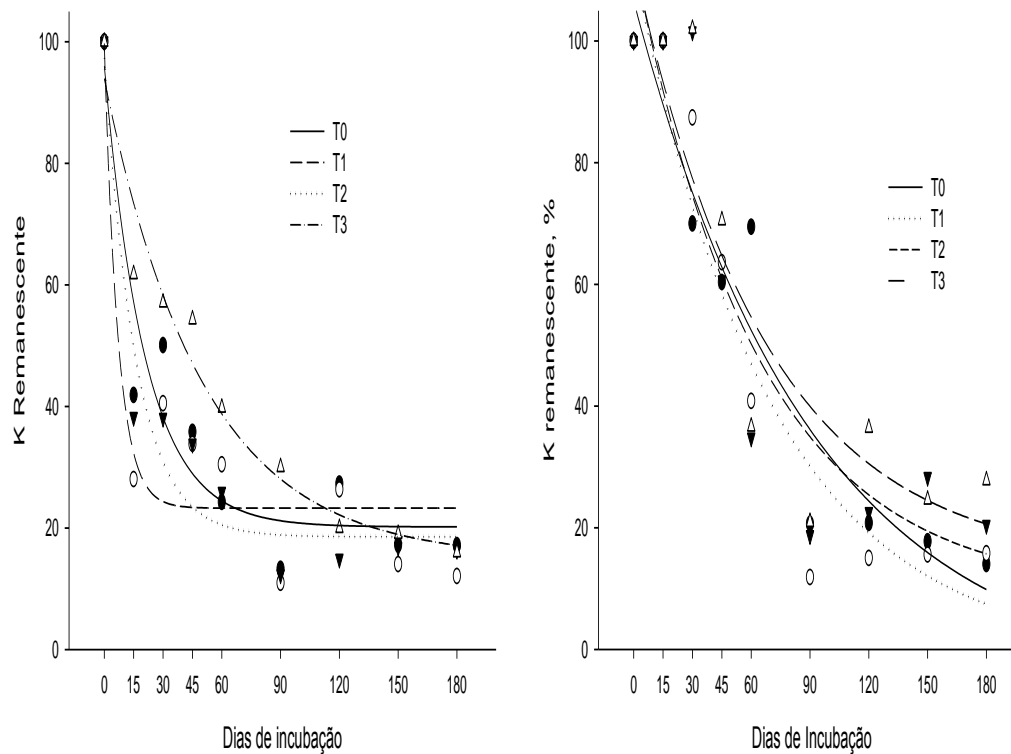


Figura 7 e 8. Potássio remanescente de biomassa residual e fezes de bovinos nos tratamentos nos tratamentos aveia + azevem; aveia + azevem + 15 kg ha⁻¹ de ervilhaca; aveia + azevem + 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca; aveia + azevem + 45 kg ha⁻¹ de ervilhaca, incubadas ao longo de 150 dias de avaliação a campo. UTFPR Dois Vizinhos - PR, 2014.

6. CONCLUSÃO

O experimento demonstra valores bem inferiores ao que se estava esperando e também bem diferente quando comparado a trabalhos de outros autores com relação a utilização de leguminosas no consórcio com gramíneas. No entanto, como foi avaliado a densidade de semeadura da ervilhaca, consorciada com as gramíneas aveia e azevem, esperava-se, que quanto maior a densidade de semeadura de ervilhaca, maior seria as taxas de decomposição do material, e conseqüentemente maior seria a decomposição dos nutrientes N, P e K. Era esperado que o tratamento contendo 45 kg de ervilhaca/ha, obtivesse as maiores taxas de decomposição sendo a sua relação C/N mais baixa. Sendo assim pode – se concluir que para MS o tratamento com 30 kg de ervilhaca, foi o que apresentou taxa de decomposição mais rápida, tanto para o resíduo vegetal quanto o animal. Para o N remanescente, sendo apenas avaliado o resíduo vegetal, os tratamentos que melhor apresentaram resultados foram com a densidade de 15 e 30 kg de ervilhaca/ha ao longo dos 150 dias de incubação. Para a decomposição de fosforo, o tratamento com 15 kg de ervilhaca/ha foi o que obteve a maior decomposição, apenas avaliado no resíduo vegetal. E para o K, os tratamentos que obtiveram maiores taxas de decomposição foram, o T1 com 15 kg de ervilhaca, na avaliação do esterco bovino e para o resíduo vegetal os tratamentos com maiores taxas de decomposição foram os maior densidade de semeadura de ervilhaca, com 30 e 45 kg.

7. CRONOGRAMA

Descrição das atividades	2012											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparação da área experimental	x	x	x	x	x							
Semeadura				x								
Fornecimento de cromo						x	x	x	x			
Coleta de fezes e perdas						x	x	x	x			
Avaliações							x	x	x	x	x	x

Descrição das atividades	2013											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Avaliações	x	x	x	x	x							
Pré – projeto						x						
Revisão de Literatura							x					
Defesa do TCC I									x			
Análise de laboratório												
Resultados e discussão												
Defesa do TCC II												

Descrição das atividades	2014											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Análise de laboratório						x	x					
Resultados e discussão							x					
Defesa do TCC II								x				

8. ORÇAMENTO

Descrição	Finalidade	Quant. (un)	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Animais	Animais testers	22	1.000,00	22.000,00
Uréia	Adubação N.	44	87,00	3.740,00
Adubo	Adubação	51	72,00	3.672,00
Semente de azevém c.	Semeadura	300 kg	2,00	600,00
Semente de aveia IPR 61	Semeadura	350 kg	1,60	560,00
Semente de ervilhaca	Semeadura	300 kg	2,50	700,00
Estacas	Cerca	150 un	2,00	300,00
Arame galvanizado	Cerca	10 un	10,00	100,00
Isoladores	Cerca	150 un	0,10	15,00
Análise de laboratório	Análise de Lab.	250	10,00	2.500,00
Total				53.237,00

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Adilson P.A. et al. Dinâmica da distribuição de fezes bovinas em uma pastagem manejada intensivamente. **43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa – PB, 2006.

ANGHINONI, Ibanor et al. Benefícios da integração lavoura – pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. **Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Sistema Plantio Direto**, Ponta Grossa, AEAGPG, p. 1-31, 2011.

BARCELLOS, Alexandre O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.51-67, 2008.

BOLSON, Dheyne C.; PEREIRA, Dalton H.; PEDREIRA, Bruno C. Consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens. **MilkPoint**, 2012. Acessado em 04/08/2014, site:http://www.milkpoint.com.br/mypoint/76960/p_consorciacao_de_gramineas_e_leguminosas_forrageiras_em_pastagens_4249.aspx

BRAZ, Sérgio P. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.858-865, 2002.

BRADY, NYLE C.; WEIL, RAY R. **The nature and properties of soil**. 13 ed. New Jersey: Prentice-Hall Upper Saddle River, 2002.

BRAZ, Sérgio P. et al. Caracterização da distribuição espacial das fezes por bovinos em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.787-794, 2003.

BOER, Carlo A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, setembro. 2007.

CARVALHO, Paulo C.F. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.88, p.259-273, 2010.

CARVALHO, Gleidson G.P.; PIRES, Aureliano J.V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p.103-113, 2008.

FERREIRA, Luiz C. et al. O efeito de diferentes disponibilidades de sombreamento na dispersão das fezes dos bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Agroecologia.**, 6(1), p.137-146, 2011.

GALVÃO, Sandra R. S.; SALCEDO, Ignacio H.; OLIVEIRA, Fabio F; Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p.99-105, janeiro, 2008.

GIACOMINI, Sandro J. et al. Matéria seca, relação c/n e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p.325-334, 2003.

GIACOMINI, JOSÉ S et al. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1097-1104, set. 2003.

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

MARTUSCELLO, Janaina A. et al. Produção de biomassa e morfogênese do capim-braquiária cultivado sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.923-934 out/dez, 2011.

MEURER, E. J.; INDA JUNIOR. A. V. Potássio e adubos potássicos. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARCO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre. Gênese, 2004. p. 139-152.

MINISTÉRIO DA FAZENDA – **Secretaria do Acompanhamento Econômico – SEAE**, 2011.

MIOTO, A et al. Liberação de Carbono, Nitrogênio, Fósforo e Potássio durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. em condições de campo. **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Gramado – RS, 2007.

MONTEIRO, Edwana M.M. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta da *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth por ovinos. **Seminário de Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n.1, p. 417-426, jan./mar. 2012.

NJOKA-NJIRU E. N. et al. Effect of intercropping herbaceous legumes with napier grass on dry matter yield and nutritive value of the feedstuffs in semi-arid region of eastern Kenya. **Agricultura Tropica ET Subtropical**, v.39, n.4, 2006.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. Soil microbiology and biochemistry. **Academic Press**, Califórnia, 2.ed. p.340, 1996.

PAULINO, Valdinei T.; CARVALHO, Dora D. Pastagens de inverno. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia – ISSN 1677- 0293**, Periodicidade Semestral, Ano III edição, n. 5, junho de 2004.

SANAULLAH, Muhammad. et al. How does plant leaf senescence of grassland species influence decomposition kinetics and litter compounds dynamics? **Nutr Cycl Agroecosyst**. Publicado online, 2009.

SILVA, Paulo R.F. et al. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.3, p.1011-1020, mai-jun, 2006.

TEDESCO, Marino J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. **Departamento de Solos**, UFRGS – Porto Alegre, 1995.

TEIXEIRA, Cicero M. et al. Doses de nitrogênio no feijoeiro sob diferentes palhadas em sucessão a milho e soja no sistema plantio direto. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 8, p. 30-35, 2011

TORRES, José L.R et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 29, p.609-618, 2005.

VANHONI, Felipe.; MENDONÇA, Francisco. O clima do litoral do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, agosto, 2008.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in

faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **The journal of agricultural science**, v.59, p.381-385, 1962.

WIEDER, R.K.; LANG, Gerald E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v.63, p.1636-1642, 1982.