

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

LUCAS GHEDIN GHIZZI

**CICLAGEM DE NUTRIENTES, PRODUÇÃO DE MILHO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SUBSEQUENTE AO CONSÓRCIO DE
PASTAGENS HIBERNAIS**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS
2015

LUCAS GHEDIN GHIZZI

**CICLAGEM DE NUTRIENTES, PRODUÇÃO DE MILHO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SUBSEQUENTE AO CONSÓRCIO DE
PASTAGENS HIBERNAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia - Área de Concentração: Produção Animal

Orientador (a): Dr^o. Laércio Ricardo Sartor

DOIS VIZINHOS
2015

G427c Ghizzi, Lucas Ghedin.
Ciclagem de nutrientes, produção de milho em sistema de
integração lavoura-pecuária subsequente ao consórcio de
pastagens hibernais – Dois Vizinhos: [s.n], 2015.

73 f.:il.

Orientador: Laércio Ricardo Sartor.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zootecnia.
Dois Vizinhos, 2015.
Inclui bibliografia

1.Lavoura 2.Pecuária 3.Milho 4.Pastagens I.Sartor, Laércio
Ricardo, orient. II.Universidade Tecnológica Federal do
Paraná – Dois Vizinhos.III.Título.

CDD: 633.15



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n° 037

Ciclagem de nutrientes, produção de milho em sistema de integração lavoura-pecuária subsequente ao consórcio de pastagens hibernais

Lucas Ghedin Ghizzi

Dissertação apresentada às quatorze horas do dia vinte e seis de fevereiro de dois mil e quinze, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Produção e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho.

Banca examinadora:

Laércio Ricardo Sartor
UTFPR-DV

Jonatas Thiago Piva
UFSC

Paulo Fernando Adami
UTFPR-DV

Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado
Coordenador do PPGZO

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço a Deus a cima de tudo.

Agradeço minha família: meus pais, minha irmã, cunhado e sobrinho, meu irmão e minha namorada pelo apoio e companheirismo em todos os dias desde o início ainda antes da prova de seleção até agora no dia da defesa e que certamente continuará por todo o caminho que seguir.

Aos professores pelos ensinamentos em especial ao meu orientador Laercio Ricardo Sartor que sempre esteve do meu lado e nunca hesitou em me orientar. Sempre com humildade respeito e extrema competência e hoje a cima de tudo um grande amigo. Professor Fabio Maia que não mediu esforços para auxiliar em momentos de indecisão no laboratório o meu muito obrigado.

Agradeço amigos em especial ao Grupo NEPRU, acadêmicos de zootecnia e agronomia, pela ajuda nos trabalhos de campo, sem eles não seria possível a realização do trabalho.

CICLAGEM DE NUTRIENTES, PRODUÇÃO DE MILHO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SUBSEQUENTE AO CONSÓRCIO DE PASTAGENS HIBERNAIS

RESUMO

GHIZZI, Lucas Ghedin. Ciclagem de nutrientes, produção de milho em sistema de integração lavoura-pecuária subsequente ao consórcio de pastagens hibernais. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015

A integração Lavoura-Pecuária tem foco na busca pela excelência na produção, sendo reconhecida como ferramenta de otimização de recursos naturais e financeiros, conciliando a interação entre as interfaces solo, planta e animal. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inclusão da ervilhaca como pastagem hiberna, sob pastejo com animais recebendo ou não suplementação, na produção da cultura subsequente (produção de milho para silagem e rendimento de grãos) na dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes da biomassa residual pós pastejo e das fezes, em um sistema de integração lavoura-pecuária. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Tecnológica federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) e os consórcios foram compostos entre as espécies forrageiras: aveia + azevém + suplementação; aveia + azevém + ervilhaca e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação, todos com e sem pastejo. A suplementação utilizada foi milho moído em peneira de 1 mm. Utilizou-se como adubação de base na pastagem 200kg de adubo 5-20-10 e 120 kg de N em cobertura distribuídos em 4 aplicações. Posteriormente para a cultura do milho 185 kg de 5-20-10 como adubação de base e 180 kg de N em cobertura distribuídos em 2 aplicações. Avaliou-se a decomposição da MS e liberação de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) oriundos da biomassa do consórcio forrageiro e do esterco, componentes de rendimento do milho, rendimento de grão e produção de silagem de planta inteira. Dentre os nutrientes estudados o nitrogênio foi o que teve maior retorno ao sistema após a decomposição da biomassa pastejada, não pastejada e oriundos do esterco bovino. A taxa de decomposição da biomassa sofreu influência do pastejo, apresentando decomposição mais acelerada, enquanto que para a matéria seca fecal, a taxa de decomposição foi maior para o esterco proveniente de animais que receberam suplementação, não observando-se efeito da ervilhaca no retorno de nutrientes ao solo. A presença do animal influenciou somente a variável de massa de mil grãos do milho, a qual demonstrou ser superior em áreas sem pastejo.

Palavras chave: Ciclagem de nutrientes. Integração Lavoura-Pecuária. Consórcio. Suplementação

ABSTRACT

GHIZZI, Lucas Ghedin. Nutrient cycling, corn production in crop-livestock system after consortium of winterly herbages. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015

The Integrated Crop-Livestock Systems is focuses on the pursuit of excellence in production, being recognized as an tool of optimization natural and financial resources , combining the interaction between interfaces soil , plant and animal. The objective of this study was to evaluate the effect of inclusion of vetch as winterly herbage, with grazing animals receiving or not supplementation, in the production of subsequent crop (maize production for silage and grain yield) in the dynamics of decomposition and nutrient release post grazing residual biomass and manure, on a crop-livestock system. The work was developed in Federal Technological University of Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR -DV) and the consortium of forage species, were: oat + ryegrass + supplementation; oat + ryegrass + vetch and oat + ryegrass + vetch + supplementation, all with and without grazing. It was used ground maize sieve of 1 mm as supplementation. Were evaluated the decomposition of MS and release of nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) of biomass consortium herbage and manure, corn yield components (number of rows in each ear, number of kernels per row, grains per ear, mass of thousand grain) grain yield (kg ha^{-1}) and production of silage from whole plant. Among the studied nutrients, nitrogen was the more returned to the system after the decomposition of biomass grazed, for not grazed and originating from cattle manure. The biomass decomposition rate was influenced by grazing, with faster decay, whereas for faecal dry matter, the decomposition rate was higher for manure from animals that were supplemented, not observing the effect of vetch return nutrients to the soil. The presence of the animal influenced only mass thousand corn grains, which proved to be superior in ungrazed areas.

Key words: Nutriente cycling. Integrated Crop-Livestock System. Consortium. Supplementation

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- FIGURA 1 - Precipitação e temperatura registradas durante o período de Junho de 2013 a Maio de 2014 coincidente com o período de avaliação. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015. Fonte: www.gebiomet.com.br23
- FIGURA 2 - Decomposição da matéria seca da biomassa ao longo de 180 dias de decomposição. Interação entre os fatores A e C para os consórcios aveia + azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação. Equação: Pastejo: $A e^{-kat} + (100-A)$; Sem Pastejo: $A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt}$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.29
- FIGURA 3 - Nitrogênio Remanescente. A - Nitrogênio remanescente (%) da interação entre os fatores A; B e C para os consórcios pastejados; B - Nitrogênio remanescente (%) da interação entre os fatores A; B e C para os consórcios sem pastejo. Durante 180 dias de avaliação. Equação: $A e^{-kat} + (100-A)$; UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.....30
- FIGURA 4 - Nitrogênio Remanescente. A - Nitrogênio remanescente (%) da interação entre os fatores A; B e C para o consórcio aveia + azevém + suplemento; B - Nitrogênio remanescente (%) da interação entre os fatores A; B e C para o consórcio aveia + azevém + ervilhaca + suplemento. Durante 180 dias de avaliação. Equação: $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.....32
- FIGURA 5 - Fósforo remanescente (%) da biomassa vegetal ao longo de 180 dia de liberação. Interação entre os fatores A e C para os consórcios aveia + azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação. Equação: $A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt}$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.....33
- FIGURA 6 - Potássio remanescente (%) da biomassa vegetal ao longo de 180 dias de liberação-Interação entre os fatores A e C para os consórcios aveia + azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação. Equação: Pastejo: $A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt}$; Sem Pastejo: $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015 UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 201534
- FIGURA 7 - Potássio remanescente (%) da biomassa vegetal - interação consórcio *versus* pastejado e sem pastejo. Letras maiúsculas diferem entre si dentro dos tratamentos e minúsculas entre pastejado e sem pastejo. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.35

CAPÍTULO 2

- FIGURA 1 - Precipitação e temperatura registradas durante o período de Junho de 2013 a Maio de 2014 coincidente com o período de avaliação. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015. Fonte: www.gebiomet.com.br45
- FIGURA 2 - Matéria seca remanescente de esterco de bovinos da interação dias *versus* consórcio: Aveia + Azevém + Suplemento (T1); Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3), durante 210 dias de avaliação. Equação : $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 201549
- FIGURA 3 - Nitrogênio remanescente da matéria seca fecal da interação dias *versus* consórcio: Aveia + Azevém + Suplemento (T1); Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3), durante 210 dias de avaliação. Equação : $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.....50

FIGURA 4 - Fósforo remanescente da matéria seca fecal - interação dias *versus* consórcio: Aveia + Azevém + Suplemento (T1); Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3), durante 210 dias de avaliação. Equação : $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015 UTFPR.....51

FIGURA 5 - Potássio remanescente da matéria seca fecal - interação dias *versus* consórcio: Aveia + Azevém + Suplemento (T1); Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3), durante 210 dias de avaliação. Equação : $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015 UTFPR.....53

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 - Precipitação e temperatura registradas durante o período de Junho de 2013 a Maio de 2014 coincidente com o período experimental. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015
Fonte: www.gebiomet.com.br65

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

- TABELA 1 - Análise de Variância da para matéria seca remanescente (MRS); nitrogênio remanescente (NR); fósforo remanescente (PR); potássio remanescente (KR). Consórcios: Aveia + Azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação em 84 dias de avaliação UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.28
- TABELA 2 - Nitrogênio, Fósforo e Potássio (kg ha^{-1}) que retornaram ao solo após 180 de decomposição. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.35

CAPITULO II

- TABELA 1 - Análise de variância para matéria seca remanescente (MRS); nitrogênio remanescente (NR); fósforo remanescente (PR); potássio remanescente (KR). Consórcio T1(Aveia + Azevém + suplementação), T2 (Aveia + Azevém + ervilhaca) e T3 (aveia + azevém + ervilhaca + suplementação) em 84 dias de avaliação. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.49
- TABELA 2 - Nitrogênio, Fósforo e Potássio (Kg ha^{-1}) que retornaram ao solo após 210 de decomposição nos consórcios Aveia + Azevém + Suplementação (T1), Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3). UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.53

CAPITULO III

- TABELA 1 - Análise de Variância da para Produção de Milho Kg ha^{-1} e Componentes de Rendimento para os Consórcios: Aveia + Azevém + Suplementação, Aveia + Azevém + Ervilhaca e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação em 84 dias de avaliação UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 201563
- TABELA 2 - Produção de milho grão, kg ha^{-1} em função de diferentes consórcios de forrageiras antecedendo a cultura. Consórcios Aveia + Azevém + Suplementação (T1), Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3). UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.....64
- TABELA 3 - Componente de rendimento – Massa de 100 grãos. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 201566
- TABELA 4 - Componentes de rendimento –Grãos por espiga, Grãos por fileira e Fileira por espiga. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.....66
- TABELA 5 - Produção de Matéria Seca (kg ha^{-1}) de silagem de planta inteira de milho cultivado após diferentes combinações de consórcio de espécies forrageiras pastejadas (sistema de integração lavoura-pecuária) e sem pastejo (sistema plantio direto convencional). UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.....67

TABELA 6 - Teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) na silagem de planta inteira de milho cultivado após diferentes combinações de consórcio de espécies forrageiras pastejadas (sistema de integração lavoura-pecuária) e sem pastejo (sistema plantio direto convencional). UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.	68
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Caracterização do sistema de Integração Lavoura Pecuária	13
2.2 Ciclagem de nutrientes	14
2.3 Produção de pastagens hibernais	15
2.4 Produção fecal a pasto	16
3.0 REFERÊNCIAS.....	18
CAPITULO 1	20
REUSMO.....	20
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO	22
MATERIAIS E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS.....	38
CAPITULO 2	42
REUSMO.....	42
ABSTRACT.....	43
INTRODUÇÃO	44
MATERIAIS E MÉTODOS	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS.....	56
CAPITULO 3	59
REUSMO.....	59
ABSTRACT.....	60
INTRODUÇÃO	61
MATERIAIS E MÉTODOS	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS.....	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
ANEXO	75

1. INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2012) estima-se que no mundo existiam cerca de 7,2 bilhões de pessoas e a projeção é a de chegarmos em 2050 com 9,6 bilhões. Com a crescente demanda de alimentos a produção dentro dos princípios da sustentabilidade, tecnologias que visam aumento de produtividade agropecuária preservando o meio ambiente e com menores custos são passíveis de estudo.

Nesse contexto os sistemas de produção integrados, ou seja a utilização “consorciada” de duas ou mais atividades numa mesma área, são alternativas promissoras para uma cadeia de produção de alimentos sustentáveis. Por meio de interações positivas entre culturas e animais, proporcionando efeitos benéficos ao ambiente e com alta viabilidade econômica, o sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP) é uma destas ferramentas.

Em função da enorme área territorial do país e por consequência uma vasta variabilidade climática, a adoção de técnicas que visem alavancar a produtividade deve ser estudada de forma individualizada em cada região, de modo a encontrar a melhor forma de utilização da mesma.

A região sul do Brasil possui parte das propriedades rurais distribuídas com sistemas de produção de grãos, carne e leite. Em função das características ambientais favoráveis, o uso da terra é permanente em todos os meses do ano, seja com agricultura como com pecuária, porém nem sempre os produtores conseguem alcançar índices de produtividade satisfatórios para justificar o uso de sistemas integrados.

A região subtropical do Brasil, onde estão localizados os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, apresenta o cultivo de aproximadamente 13,3 milhões de hectares com cultivo de lavoura no período estival (CONAB, 2012), considerando a primeira safra. Dessa área, 2,4 milhões de hectares são utilizados na produção de cereais de inverno e cerca de 2,1 milhões de hectares na produção de feijão e milho de segunda safra (CONAB, 2012). Sendo assim, cerca de 8,8 milhões de hectares permanecem em pousio ou subutilizados.

A região sudoeste do Paraná tem destaque na produção agropecuária. No inverno a maioria das áreas é utilizada para cultivo de aveia e/ou azevém para produção animal e no verão ocorre produção de milho, soja e feijão para grãos, além

do milho para silagem. Nesse contexto o uso da ILP demonstra ser uma estratégia promissora, ao possibilitar a produção pecuária no período hibernal e manter rendimentos satisfatórios da lavoura em sucessão.

A inserção de uma leguminosa na pastagem de inverno pode agregar maior proteína ao pasto e melhorar o desempenho animal, bem como, proporcionar a fixação biológica de nitrogênio, beneficiando o sistema de produção dentro de perspectivas econômicas (menor uso de insumos) e ambientais (menor uso de fertilizantes minerais que demandam grande quantidade de energia na sua fabricação).

Cada vez mais a utilização de alimentos conservados nas propriedades rurais torna-se realidade, visto que com o aumento de áreas agricultáveis, tem-se diminuído as áreas de pastagem destinadas a alimentação animal. Por isso o cultivo do milho para produção de silagem deve ser considerado quando da idealização de um planejamento forrageiro.

Nesse sentido, a redução e/ou otimização do uso de insumos (ex: fertilizantes minerais) na produção vegetal caracteriza atitude mais sustentável, proposta que os sistemas de ILP podem suprir ao produzir forragem para ruminantes, com posterior uso da área para produção de grãos, sob efeito residual do fertilizante aplicado na pastagem (SANDINI et al., 2011), da fixação biológica de nitrogênio de leguminosas (ASSAMANN et al., 2003) e retorno de nutrientes ao solo, por meio da decomposição dos dejetos animais e biomassa residual pós pastejo.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inclusão da ervilhaca como pastagem hibernal, sob pastejo com animais recebendo ou não suplementação, na produção da cultura subsequente, na dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes da biomassa residual pós pastejo e do esterco, em um sistema de integração lavoura-pecuária.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização do sistema de Integração Lavoura Pecuária

Os modelos de produção integrados não constituem uma tecnologia nova, tão pouco recente, contudo o mutualismo entre animal e plantas se dá desde a domesticação dos mesmos pelo homem. Atualmente considera-se como modelo re-emergente a nível mundial. No seu início com níveis de produtividade inexpressivos, inviabilizavam a disseminação e consolidação dos sistemas. Apesar desse descrédito, os modelos de produção integrados, nunca perderam sua representatividade (CARVALHO et al., 2006).

Ao longo dos anos, muito tem se estudado para que este panorama mudasse de rumo e ganhasse visibilidade. Com isso houve variações na concepção dos Sistemas de Integração Lavoura e Pecuária (ILP) em função da demanda regional, tendo na região tropical brasileira a associação da agricultura com a pecuária, em que o promotor desta associação é a associação da pecuária com a agricultura, onde o potencial das plantas forrageiras em produzirem biomassa e garantirem a cobertura do solo, promove o interesse de integração do sistema de produção (CARVALHO et al., 2006).

Já na região subtropical do Brasil, onde estão localizados os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, adotaram-se técnicas como rotação de culturas anuais de verão (milho, soja, feijão) e de inverno (trigo, aveia, azevém) em plantio direto (PD), o que qualificou a ILP como uma alternativa de otimização da área, (CARVALHO et al., 2007) embora ainda que os dados da Conab (2012) apresentem cerca de 8,8 dos 13,3 milhões de hectares disponíveis para uso permanecem em pousio ou subutilizados no período hibernar.

Isso se dá em função da resistência ao uso da tecnologia, especialmente por parte de produtores de grãos, entendendo que o animal, no sistema, reduz a produtividade de grãos devido à compactação do solo, à remoção de nutrientes e a diminuição da cobertura vegetal/matéria orgânica no solo (CARVALHO et al., 2005).

Porém, sabe-se que o efeito do animal nas propriedades físicas de solo depende exclusivamente da carga animal imposta (CARVALHO et al., 2005), ao ser

respeitado o manejo da pastagem (altura, massa de forragem ou oferta) respectiva a cada espécie forrageira, o efeito nas propriedades físicas de solo não é prejudicial ao sistema.

Sendo assim, com a crescente demanda de alimentos pela população mundial (FAO, 2012) e a necessidade de produção dentro dos princípios da sustentabilidade, tecnologias que visam aumento de produtividade agropecuária preservando o ambiente e com menores custos são passíveis de estudo. Nesse sentido, a redução e/ou otimização do uso de insumos na produção vegetal, caracterizam um benefício sustentável, proposta essa que os sistemas ILP podem suprir ao produzir forragem para ruminantes, com posterior uso da área para produção de grãos, sob efeito residual do fertilizante aplicado na pastagem (SANDINI et al., 2011), ou da fixação biológica de nitrogênio de leguminosas cultivadas antecedendo a cultura de verão (ASSAMANN et al., 2003).

Segundo Morais et al. (2014), o sistema ILP é caracterizado, como um sistema projetado à explorar o sinergismo proveniente entre os compartimentos solo, planta, animal e atmosfera em ambientes que integram a produção agrícola e pecuária em diferentes escalas temporais e espaciais, em mesma área simultâneo ou sequencialmente em rotação ou sucessão. Assim sendo os sistemas de ILP verdadeiramente integrados, são aqueles concebidos numa abordagem sistêmica, e não apenas a junção conveniente e oportunista de um ou outro componente (CARVALHO et al., 2006).

2.2 Ciclagem de nutrientes

Segundo Anghinoni et al. (2011) entende-se a ciclagem, como “o movimento (fluxo) dos nutrientes entre os diversos compartimentos (atmosfera – planta – animal - solo) do sistema de produção agropecuária, em uma série de processos nos respectivos ciclos biogeoquímicos”.

Os animais influenciam a ciclagem e redistribuição de nutrientes através do consumo de nutrientes minerais via desfolhação das plantas da pastagem e através do retorno dos nutrientes minerais para o solo via excreção (CAVALCANTE 2001).

Haynes e Williams (1993) concluíram que aproximadamente 65 % dos três principais macro nutrientes (NPK), fornecidos aos animais via alimentação é eliminado em forma de urina e esterco, podendo ser traduzido como prejuízo ao produtor dependendo do manejo imposto a estes dejetos.

A presença do animal em pastejo modifica as rotas e a dinâmica da ciclagem de nutrientes no sistema, beneficiando a cultura em sucessão quando a intensidade de pastejo é manejada adequadamente (CARVALHO et al., 2006).

Segundo Haynes e Williams (1993) a liberação dos nutrientes das fezes ocorre por ocasião da degradação das mesmas através de dois processos: processo físico (causado principalmente pelo impacto das gotas da chuva no solo, destruição por pássaros e pisoteio dos animais) e processo biológico (ação de fungos, minhocas, bactérias, insetos, etc).

A estrutura física das fezes pode influenciar a magnitude e direção da atividade de biodegradação das fezes acumulada, uma vez que a porosidade afeta tanto o suprimento de oxigênio quanto o potencial para remoção dos componentes voláteis (PETERSON et al. 1998 *apud* CAVALCANTE 2001)

2.3 Produção de pastagens hibernais

As pastagens constituem o meio mais barato para alimentação de ruminantes, porém não apresentam estabilidade na produção ao longo do ano. 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).

Durante a estação fria na região sul do Brasil, os estabelecimentos agrícolas geralmente utilizam gramíneas de clima temperado como fonte de alimento na criação ruminantes ou para manejo de cobertura do solo, destacando-se entre essas espécies o azevém (*Lolium multiflorum*) e aveia (*Avena sativa*), bem como o consórcio destas gramíneas com leguminosas, por exemplo, a ervilhaca (*Vicia sativa* L.) (OLIVEIRA et al. 2014).

O consórcio entre gramíneas e leguminosas melhora a qualidade das pastagens, aumenta a produção de massa, aporte de nitrogênio, atividade biológica,

além de contribuir para o aumento do período de pastejo, visto que as espécies forrageiras possuem período de crescimento diferente entre elas.

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 (SILVA et al., 2006).

2.4 Produção fecal a pasto

Em função das condições edafo-climáticas e territoriais peculiares existentes no Brasil, a criação de bovinos em especial sob condições de pastejo é favorecida, (MACHADO et al., 2011). Ao mesmo tempo em que a pastagem é um fator positivo para a produção de carne, torna-se de difícil mensuração índices de produtividade relacionados o desempenho animal e produção de dejetos, (principalmente quando o foco do estudo é a ciclagem de nutrientes o qual demanda precisão de resultados), em função da imprecisão dos dados, atribuída ao fato de que o manejo empregado para a coleta dos mesmos sofrem intervenções as quais não são passíveis de controlar, como por exemplo o comportamento natural dos animais.

Essa dificuldade em obter dados confiáveis de sistemas pastoris foi descrita por diversos autores (MACHADO et al., 2011; EMBRAPA, 2012 e CARVALHO et al., 2007)

As técnicas de determinação da produção fecal foram originalmente desenvolvidas para estimar o consumo de animais sob pastejo, tarefa essa extremamente complicada, pois conforme Carvalho et al. (2007), além alterar o comportamento do animal apresenta falhas processuais. Atualmente esse índice tem sido utilizado para gerar diversos outros indicadores, principalmente ligados a aspectos ambientais.

Segundo Machado et al. (2011) e Carvalho et al. (2007), a produção fecal dos animais pode ser determinada baseando-se na relação entre a quantidade de um “indicador” administrado ao animal e sua concentração nas fezes ou ainda determinado pelo método tradicional, onde se procede a coleta total das fezes com auxílio de sacolas próprias para este fim.

Indicadores são substâncias rotineiramente utilizadas no monitoramento dos aspectos químicos (hidrólise e síntese) e físicos (fluxos) da digestão (EMBRAPA, 2012). Segundo Merchen (1993) *apud* Machado et al. (2011), nenhuma das substâncias utilizadas como indicador preenche as características ideais, mas são suficientemente adequadas para fornecer dados significativos.

Um indicador ideal deve: ser inerte e não tóxico, não apresentar função fisiológica, não ser absorvido nem metabolizado, misturar-se bem ao alimento, permanecer uniformemente distribuído na digesta, não influenciar secreções intestinais, absorção ou motilidade, não influenciar a microflora do trato digestivo, possuir método específico e sensível de determinação e ser barato (RODRÍGUEZ et al., 2006).

Segundo Soest (1994), vários indicadores têm sido aplicados na estimativa indireta de produção fecal, tais como a cortiça, o sulfeto de prata, o óxido férrico, o itérbio, a fibra detergente ácido indigestível e o óxido crômico.

O óxido de cromo (Cr_2O_3), apesar de suas conhecidas deficiências como marcador de fluxo de digesta, tem se consolidado como um dos indicadores mais utilizados para estimar o consumo de ruminantes em pastejo, particularmente por pesquisadores no Brasil (CARVALHO et al., 2007).

3.0 REFERENCIAS

ANGHINONI, I. 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.

ASSMANN, T. S. ; CASSOL, L.C. ; ASSMANN, A.L. Manejo da fertilidade do solo (ciclagem 5 de nutrientes) em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: I ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, Pato Branco, 2002. **Anais**. 7 Pato Branco: Imprepel, 2002, v. I, p. 61-84

ASSMANN, T. S. et al.; **Rendimento de milho em área de integração lavoura pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.675-683, 2003.

CARVALHO, P. C. de F. et al.; **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas, p.7-44, 2005.

CARVALHO, P. C. de F. et al.; Manejo da Integração Lavoura- Pecuária para a região de clima subtropical. In: Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, 2006, Uberaba - MG. **Integrando Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente**. FEBRAPD, 2006. p.177 – 184.

CARVALHO P, C. de F. et al.; MANEJO DA ERVILHACA COMUM (*Vicia sativa* L.) PARA CULTIVO DO MILHO EM SUCESSÃO, SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA. **Revista Scientia Agraria**, V. 8, nº 2, p.179-184, 2007.

CAVALCANTE, M. A. B.; NASCIMENTO. D. J.; **Reciclagem de excreções animais na pastagem**. 27 de jun 2001. p. 1-11. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/reciclagemexcrecoesanimaisnaspastagem.pdf>. Acesso em: 30 nov 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011 – Quarto Levantamento – Janeiro/2011**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_bol_etim_graos_4o_lev_safra_2010_2011.pdf. Acesso em: 26 jan 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Uso de Indicadores nos Estudos de Nutrição Animal Aplicados aos Sistemas de Produção a Pasto**. Documento 120, Corumbá, 2012.

FAO: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production**. Cap.1 - The challenge, june 2012. Disponível em: Disponível em: <http://www.fao.org/ag/save-and-grow/en/1/index.html>. Acesso em 10 de novembro de 2014.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

MACHADO, A. S. et al.; Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 20, Ed. 167, Art. 1124, 2011. Disponível em: http://www.ifgoiano.edu.br/ceres/images/Artigo_-_utilizacao_de_xido.pdf. Acesso em: 15 out 2014.

MORAIS, A. de. et al.; Research on Integrated Crop-Livestock Systems in Brazil. **Revista Ciência Agrônômica.**, Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 1024-1031, 2014. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/File/3730/1049>. Acesso em: 27 nov 2014.

OLIVEIRA, R. A. G de. et al.; Produção de biomassa de azevém consorciado ou não com ervilhaca. In XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, 24., 2014. Universidade Federal do Espírito Santo, **Resumo**, p.2.

RODRÍGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; Uso de indicadores para a estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: SIMPÓSIO DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43, 2006. João Pessoa. **Anais....** João Pessoa, SBZ, 2006, p.263-282

SANDINI, I. E. et al.; **Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária**. *Ciência rural*, v.41, p.1315-1322, 2011.

SOEST, P. J. van. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p. APUD EMBRAPA 2012

CAPITULO I

DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA BIOMASSA RESIDUAL DO CONSÓRCIO ENTRE FORRAGEIRAS HIBERNAIS

RESUMO

GHIZZI, Lucas Ghedin. Decomposição e liberação de nutrientes da biomassa residual do consórcio entre forrageiras hibernais. 20 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

Os sistemas integrados de produção há tempo são utilizados na agricultura, porém sem seguir parâmetros específicos de condução. A integração Lavoura-Pecuária (ILP) tem foco na busca pela excelência na produção, sendo reconhecida como ferramenta de otimização de recursos naturais e financeiros, conciliando a interação entre as interfaces solo, planta e animal. O objetivo foi avaliar a influência do consórcio entre gramínea e leguminosa no retorno de nutrientes ao solo em um sistema de integração bovinos de corte-milho. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) e os fatores foram compostos dos consórcios entre espécies forrageiras, sendo: aveia + azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação, pastejo e sem pastejo e dias de decomposição. Avaliou-se a produção de biomassa das forrageiras durante o período de inverno e a biomassa residual após a saída dos animais, produção de MS de cada período, decomposição da MS e liberação de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio). Dentre os nutrientes estudados o nitrogênio foi o que mais retornou ao sistema após a decomposição da biomassa em ambos os consórcios sob efeito do pastejo e sem pastejo. A taxa de decomposição da MS foi maior para biomassa pastejada, embora o comportamento de liberação dos nutrientes tenham sido diferente para o fósforo e potássio sendo mais rápida para biomassa não pastejada. Todos os nutrientes tiveram um comportamento de liberação semelhante havendo liberação acentuada nos primeiros dias de decomposição tendendo a estabilidade ao longo de 180 dias. Não observou-se efeito da ervilhaca no retorno de nutrientes ao solo.

Palavras-chave: Decomposição. Liberação. Consórcio. Nutrientes.

ABSTRACT

GHIZZI, Lucas Ghedin. Dry matter decomposition and nutrient release from residual biomass consortium between winterly herbage. 20 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

The production of integrated systems are used in agriculture for a long time, however without following specific parameters. Integrated Crop-Livestock Systems is focused on the pursuit of excellence in production, being recognized as a tool of optimization of natural and financial resources, combining the interaction between interfaces soil, plant and animal. Intending to contribute with relevant results to the topic, this study evaluated the influence of the consortium between grass and legume in return of nutrients to the soil in a system integration between beef cattle and corn. The work was developed in Federal Technological University of Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) and factors were made up of consortiums of herbage species, as follows: oat + ryegrass + supplementation; oats + ryegrass + vetch + supplementation, all with and without grazing. It was evaluated the biomass production of herbage during the winter period and the residual biomass after output of the animals, accumulation of dry matter (DM) of each period, decomposition of MS and release of nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium). Among the studied nutrients nitrogen was the most returned to the system after the decomposition of biomass (kg ha^{-1}) for both consortiums grazing, and for the ungrazed. The MS decomposition rate was higher for biomass grazed, although the behavior of release of nutrients has been different for phosphorus and potassium being faster for biomass ungrazed. All nutrients had a similar behavior of release where there was a sharp drop in the early days of decomposition tending to settle with 180 days. It was not observed effect of vetch in return of nutrients to the soil.

Key words: Decomposition. Release. Consortium. Nutrients

INTRODUÇÃO

A ILP pode ser definida como o sistema que integra duas atividades com os objetivos de maximizar racionalmente o uso da terra, da infraestrutura e da mão de obra, diversificar e verticalizar a produção, minimizar custos, diluir os riscos e agregar valores aos produtos agropecuários, por meio dos recursos, aumento da eficiência do uso da terra, melhoria dos atributos físicos e químicos do solo, redução de pragas e doenças (CARVALHO, 2005; PADILHA, 2011).

Embora ainda existam preconceitos relacionados a entrada dos animais em áreas de sistema plantio direto, tem-se visto forte aumento da participação dessa tecnologia no campo na região sul do Brasil (CARVALHO, 2005).

O Sistema de Integração Lavoura Pecuária, por meio de suas características de utilização de pastagens, uso de métodos com mínima mobilização da estrutura do solo, utilização de culturas com alta adição de resíduos vegetais, conseqüentemente diminuem as perdas de nutrientes e aumentam a taxa de adição de matéria orgânica no solo (BAYER; MIELNICZUK, 2008). A matéria orgânica é um bom parâmetro indicador da qualidade do solo (VEZZANI, 2008). Em ambientes de clima subtropical, a matéria orgânica tem importante papel como fonte de nutrientes para as culturas. Quando em condições naturais de cobertura do solo, esta por sua vez encontra-se estável.

Com o uso agrícola do solo, essa estabilidade deixa de existir, principalmente quando utilizados métodos de preparo com intenso revolvimento do solo e baixa adição de resíduos vegetais para cobertura e proteção (BAYER; MIELNICZUK, 2008). Segundo Bayer e Mielniczuk (2008), o conteúdo de matéria orgânica do solo é determinado pela diferença entre quantidades de carbono adicionadas e perdidas.

A manutenção da produtividade dos ecossistemas agrícolas depende do processo de transformação da matéria orgânica e biomassa microbiana do solo. Esta última por sua vez, utiliza o substrato existente como fonte de nutrientes e energia para formação e desenvolvimento de suas células, bem como para síntese de substâncias orgânicas no solo, com isso os macro e micronutrientes permanecem temporariamente imobilizados (indisponíveis), sendo liberados para absorção pela planta após a sua morte e decomposição (GAMA-RODRIGUES, 2008). 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.

As interações entre os componentes solo, planta e animal sobre os efeitos do suprimento de nutrientes tornam a ciclagem de nutrientes no sistema complexas, contudo possuem relação direta com a produtividade e qualidade da forrageira e, conseqüentemente, do animal. Em particular os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e o potássio (K), são considerados elementos essenciais na produção de matéria seca, de utilização das pastagens (RODRIGUES, 2000).

O nitrogênio dentre os macrominerais, além de ser um dos mais abundantes na natureza, seu teor no solo possui alta relação com a quantidade de matéria orgânica, sendo esta última muitas vezes a base de cálculos para recomendação da adubação nitrogenada.(ASSMANN, 2002)

A utilização de plantas de cobertura durante o período de entressafra proporciona melhoria na capacidade produtiva do solo, favorece a estruturação e fornece nutrientes a sua sucessão após sua decomposição (CARVALHO et al., 2007). Dentre as espécies usadas como cobertura de solo no inverno, a aveia preta (*Avena strigosa*) e o azevém comum (*Lolium multiflorum*) são as mais cultivadas no Sul do Brasil, antecedendo os cultivos de verão em sistema de semeadura direta, principalmente, de milho e soja. (SILVA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2014)

O desempenho da consorciação de plantas de cobertura de outono/inverno em regiões de clima temperado, restringem-se ao consórcio aveia-ervilhaca. A utilização de espécies leguminosas em cobertura de solo no inverno aumenta a disponibilidade de N no sistema e sua absorção pela planta subsequente (BORTOLINI et al., 2000). Outra vantagem do consórcio entre gramíneas e leguminosas é a redução da relação C/N dos resíduos, e conseqüentemente da imobilização de N, possibilitando a obtenção de uma relação carbono/nitrogênio C/N intermediária àquela das espécies em culturas solteiras (HEINRICHS et al., 2001 apud MEDRADO et al., 2011).

É importante considerar, na ciclagem de nutrientes, trabalhos de longa duração, que elucidem o processo de utilização e retorno de nutrientes dentro do sistema, pois, as adições e as perdas ao longo do tempo modificam o funcionamento do sistema e o estado de fertilidade do solo (ANGHINONI et al., 2011). Nesse sentido, objetivou-se avaliar o consórcio entre gramíneas e leguminosa quanto ao retorno de nutrientes ao solo em um sistema de integração bovinos de corte-milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. A área experimental está localizada a 25° 33' Sul e 51° 29' Oeste e tem altitude média de 500 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen - Geiger, é do tipo Cfb (MAACK, 1968). A precipitação anual varia de 1.600 a 2.000 mm (IAPAR, 2000). O solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006) de textura argilosa. Durante a realização do experimento no campo, foram registrados dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar, para subsidiar a interpretação dos resultados. (Figura 1)

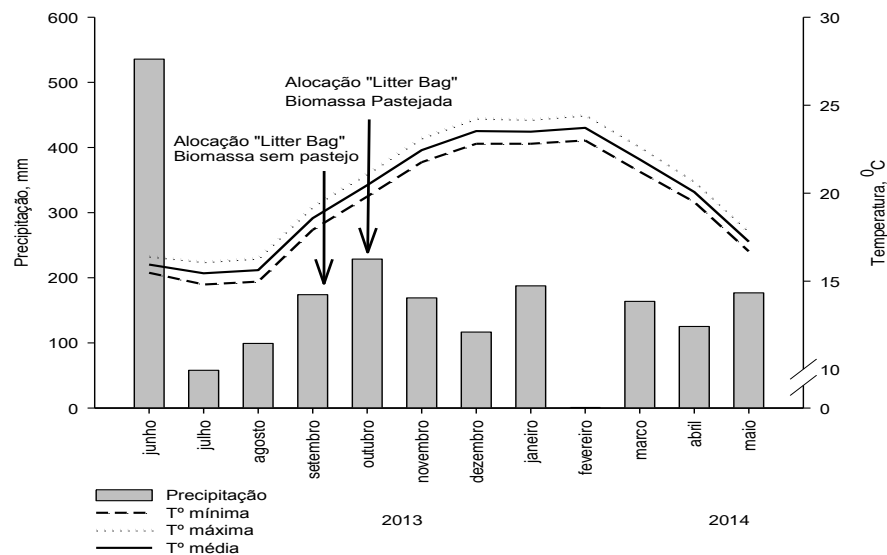


Figura 1. Precipitação e temperatura registradas durante o período de Junho de 2013 a Maio de 2014 coincidente com o período de avaliação. UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, 2015.

Fonte: www.gebiomet.com.br

A área total do experimento foi de sete hectares. No inverno de 2012 toda a área foi cultivada com aveia branca cv. IPR 126, seguido do cultivo de milho para silagem (verão 2012/2013) e posterior pousio (janeiro a maio) até a implantação do experimento de inverno com a semeadura da pastagem hibernal no dia 24 de abril de 2013.

O delineamento experimental foi o blocos ao acaso (DBA) em esquema fatorial, com parcelas subdividida e 3 repetições. O fator A refere-se aos dias de decomposição do material avaliado, fator B aos consórcios: aveia + azevém; aveia +

azevém + ervilhaca e o fator C ao uso ou não de animais em pastejo. Foi utilizado 200 kg de adubo mineral 5-20-10 ha⁻¹ aplicado no momento da sementeira e 120 de nitrogênio (N) em cobertura distribuídos em 4 aplicações. A proporção de sementes utilizadas foram de 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca, 30 kg ha⁻¹ de azevém (comum) e 60 kg ha⁻¹ de aveia (cultivar EMBRAPA 139), sendo implementadas com auxílio de sementeira de plantio direto. O suplemento foi fornecido uma vez ao dia no período vespertino na proporção de 1% do peso vivo de milho moído em peneira de 1 mm.

A unidade experimental com pastejo possuía em média 0,7 ha. Em cada área pastejada no inverno foi separada uma área sem pastejo que representou a área testemunha, de aproximadamente 100 m², a fim de compará-la com o sistema de Integração Lavoura Pecuária. O sistema de pastejo foi em lotação contínua com taxa de lotação variável (MOTT; LUCAS, 1952). Após 80 dias da sementeira das forrageiras hibernais iniciou-se o pastejo com 12 animais testes pesando aproximadamente 440 kg, divididos 6 deles em cada tratamento (2 animais testes por repetição).

Durante o período de inverno foram realizadas avaliações para estimar: a produção de forragem total no período, resíduo vegetal produzido ao final do pastejo, ciclagem de nutrientes por meio da decomposição de amostras de pastagem.

A avaliação da taxa de acúmulo de forragem (TA, kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS) foi realizada, a cada 21 dias, nos dias: 13 de julho, 31 de julho, 24 de agosto, 11 de setembro e 10 de outubro de 2013 com o uso de duas gaiolas de exclusão por unidade experimental, empregando a técnica do triplo emparelhamento, proposta por Moraes et al. (1990).

As gaiolas de exclusão foram distribuídas em dois pontos por unidade experimental, representativos da média do crescimento da pastagem. Na escolha das áreas foram levadas em consideração a topografia, composição botânica e massa de forragem do local. Depois de cortadas, as amostras de forragem de cada gaiola (dentro e fora da mesma) foram secas e pesadas em balança semi-analítica, alocados em sacos de papel em estufa de ar forçada a 60°C por 72 horas, em seguida novamente pesadas, obtendo assim a matéria seca ao ar (MSA) das amostras.

As taxas de acúmulo (TA) de matéria seca (MS) foram obtidas utilizando-se a equação proposta por Campbell (1969), apresentada abaixo:

$$T_j = \frac{G_i - F(i-1)}{n} \text{ onde :}$$

T_j = TA de MS diária (kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹) no período j;

G_i = Média da MS.ha⁻¹ dentro das duas gaiolas no instante i;

$F(i-1)$ = Média MS.ha⁻¹ fora das duas gaiolas no instante i - 1;

n = número de dias entre o instante i - 1 e i = período j.

A produção de MS de cada período foi obtida através da multiplicação da taxa de acúmulo diária e o número de dias de cada período. Através da somatória da produção de MS de cada período mais o somatório da massa de forragem inicial calculou-se a produção total de MS, expressa em kg ha⁻¹ de MS, sendo que no total, foram acompanhados 84 dias de pastejo. Já Para estimar a massa de forragem (MF) residual ao final do pastejo (kg ha⁻¹ de MS) foi utilizada a técnica de dupla amostragem descrita por Wilm et al. (1944).

As avaliações pertinentes a pastagem, foram necessárias para subsidiar informações para o estudo da ciclagem de nutrientes no sistema, o qual baseou-se na multiplicação da concentração de cada nutriente avaliado e a quantidade de forragem produzida por unidade de área, obtendo assim os valores em kg de nutrientes provenientes da pastagem liberados no solo ao longo do tempo.

Para o estudo da decomposição e liberação de nutrientes, foram coletadas amostras de biomassa não pastejada (pleno florescimento da aveia) e biomassa pastejada (após a saída dos animais) ambas compostas pelos consórcios forrageiros. Todas as amostras foram secas em estufa de ar forçada a 60°C por 72 horas. Da amostra seca, foram acondicionadas em torno de 20 gramas em sacos permeáveis para decomposição, contendo 400 cm² de área (20 X 20 cm), denominados de "*litter bag*". Os mesmos foram alocados ao solo no mesmo espaço físico correspondente ao tratamento, simulando a decomposição natural.

Foram recolhidos três "*litter bags*" de cada tratamento nos dias 0, 8, 15, 22, 29, 45, 60, 90, 120, 150 e 180 após a alocação a campo e levados a estufa para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas. Posteriormente foram pesados em balança semi-analítica e por diferença de peso da amostra em relação ao peso inicial (dia 0), tem-se assim a percentagem de MS

decomposta. As amostras obtidas após a pesagem final, foram moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de 1 mm.

As taxas de decomposição da matéria seca (MS) e de liberação de nutrientes (N, P e K) da massa seca residual (biomassa) foram estimadas pelo programa estatístico Statigraphic Plus 4.1 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:

$$\begin{aligned} \text{Equação 1} &= \text{MSR e NR} = A e^{-kat} + (100-A) \\ \text{Equação 2} &= \text{MR e NR} = A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt} \end{aligned}$$

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 NR 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 NR 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, calculou-se 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 utilizou-se a fórmula a seguir, cuja dedução é apresentada em Paul e Clark (1996):

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

Com base no modelo ajustado para as quantidades remanescentes de MS, N, P e 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. As análises laboratoriais para determinação do nutrientes, seguiram as metodologias de Kjeldahl *apud* Silva e Queiroz (2002) para nitrogênio (N), Murphy e Riley (1962) para fósforo (P) e Tedesco et al. (1995) para potássio (K).

Os resultados referentes a decomposição da MS e liberação dos nutrientes (N, P e K) também durante o período de avaliação de 180 dias foram submetidos a análise de variância por meio do teste F com níveis de significância de 5% e 1%. Quando os resultados apresentaram significância os mesmo foram analisados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise estatística do presente capítulo, considerou-se dados dos consórcios aveia + azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação.

No quadro da análise de variância (Tabela 1) observa-se que dentre as interações possíveis, aquela entre os fatores dias e pastejado e sem pastejo foi a única que apresentou significância para todas as variáveis analisadas, o que caracteriza grande variação existente entre os sistemas de produção convencionais e integrados, em função do efeito da presença do animal no sistema.

Tabela 1: Análise de Variância da para matéria seca remanescente (MRS); nitrogênio remanescente (NR); fósforo remanescente (PR); potássio remanescente (KR). Consórcios: Aveia + Azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação em 180 dias de avaliação UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

FATORES	GL	MSR	NR	PR	KR
A:Dias	10	4481,75**	3817,93**	9851,9**	9900,47**
B:Consortio	1	125,672 ^{NS}	10949,3**	35143,7**	17,9997 ^{NS}
C:Pastejado Sem Pastejo	1	7109,35**	990,839**	96690,5**	8676,05**
D:Bloco	2	132,266 ^{NS}	28,6429 ^{NS}	5462,12*	100,633 ^{NS}
INTERAÇÕES	GL	MSR	NR	PR	KR
AB	10	34,8754 ^{NS}	608,495**	1452,16 ^{NS}	63,8045 ^{NS}
AC	10	363,159**	610,23**	5948,47**	877,751**
BC	1	27,3469 ^{NS}	836,993**	14,4446 ^{NS}	393,21*
ABC	10	55,1257 ^{NS}	294,246**	257,33 ^{NS}	47,0304 ^{NS}
RESIDUAL	86	42,6416	109,738	1516,7	67,8839
TOTAL	131				

** significativo a 1%

*= significativo a 5%

NS = não significativo

GL = Graus de Liberdade

Constatou-se que não foi significativa a diferença entre os diferentes consórcios de espécies forrageiras testadas para a MSR. Porém notou-se influência da interação entre os fatores dias *versus* pastejado e sem pastejo.

A diferença entre a decomposição da biomassa e liberação de nutrientes quando com e sem pastejo se dá em função da quantidade de biomassa residual da parte aérea ser menor nas áreas pastejadas em relação à biomassa não pastejada, muito embora as concentrações dos nutrientes em cada material não sigam o mesmo comportamento. As desfolhas sucessivas causam uma redução no crescimento das raízes e diminuição na sua massa, pois ocorre a remobilização do

C e N para a parte aérea para recompor o aparelho fotossintético, resultando assim numa menor quantidade de matéria seca disponível.

Verifica-se que a biomassa proveniente de áreas pastejadas apresentou taxa de decomposição mais rápida em relação a biomassa das áreas sem pastejo, em função de uma maior quantidade de material no compartimento A (68,3% e 18,5%) respectivamente (Figura 2). Atribui-se a esse fenômeno a mais rápida decomposição de compostos do compartimento A, que são mais facilmente decomponíveis, os quais em sua maioria são substâncias solúveis em água como é o caso dos carboidratos (CHRISTENSEN, 1985).

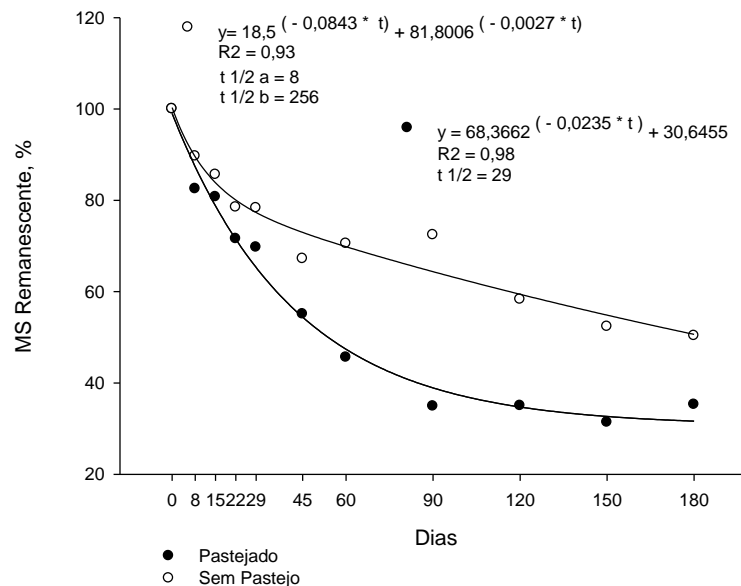


Figura 2: Decomposição da matéria seca da biomassa ao longo de 180 dias de decomposição. Interação entre os fatores A e C para os consórcios aveia + azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação. Equação: Pastejo: $A e^{-kat} + (100-A)$; Sem Pastejo: $A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt}$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Medrado et al. (2011), trabalharam com espécies de aveia, azevém, ervilhaca e trevo vesiculoso como cobertura de solo sem efeito do pastejo e encontraram redução da quantidade de MS em todos os consórcios a partir dos 15 dias, porém esse resultado foi alcançado no presente experimento já aos 8 dias de decomposição, demonstrando que o processo de decomposição da biomassa se dá assim que inicia-se o processo de senescência da planta.

Após 29 dias de alocação dos *litter bags*, restavam apenas 69,6% do material original pastejado. Isso nos mostra que após 30 dias entre a saída dos animais e o plantio da cultura de verão, ainda restará aproximadamente 2/3 da palhada residual

pós pastejo como cobertura de solo. Resultado semelhante foi encontrado por Aita e Giacomini (2003), avaliando a taxa de decomposição dos consórcios entre aveia preta e ervilhaca como cobertura de solo, onde encontraram aos 30 dias após a alocação dos *litter bags* um residual de aproximadamente 70%.

Verifica-se uma maior taxa de decomposição material pastejado em relação ao material não pastejado em final de ciclo. Os resultados corroboram com a teoria citada McNaughton (1992) *apud* Assmann (2014) onde a constante remoção da parte aérea das plantas forrageiras durante o processo de pastejo levará a um aumento das taxas de decomposição de matéria seca e, igualmente, aumentos na taxa de liberação de nutrientes, pois a remoção da parte aérea das plantas provoca renovação do tecido vegetal e diminuição da relação C/N no tecido das plantas forrageiras,

Com o passar do tempo observa-se que a taxa de decomposição diminui sua intensidade e tende a estabilizar, indicando que o processo de ciclagem de nutrientes no sistema de integração lavoura-pecuária acontece a longo prazo e é influenciada pela maior relação C/N da gramínea.

A alteração da composição do resíduo da biomassa, proporcionado pela inclusão da ervilhaca, diminuiu a taxa de decomposição do nitrogênio tanto em áreas com pastejo (Figura 3 A) quanto para áreas sem pastejo (Figura 3 B). Em função da maior constante de decomposição (k) para o fator B sem ervilhaca em ambas as áreas evidenciou-se um menor tempo de meia vida.

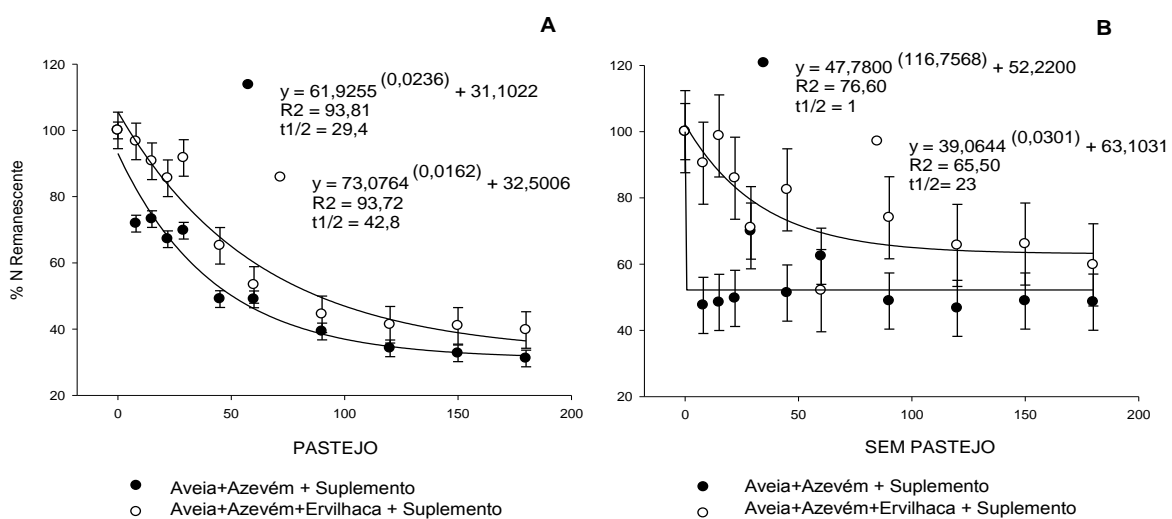


Figura 3: Nitrogênio Remanescente. A - Nitrogênio remanescente (%) da interação entre os fatores A; B e C para os consórcios pastejados; B - Nitrogênio remanescente (%) da interação entre os fatores A; B e C para os consórcios sem pastejo. Durante 180 dias de avaliação. Equação: $A e^{-kat} + (100-A)$; UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Observa-se que os resultados contrariam a hipótese inicial do experimento, demonstrando que a presença da ervilhaca na composição da pastagem não acelerou o processo de decomposição da biomassa. Porém segundo Bayer e Mielniczuk (2008), a taxa de decomposição e liberação de nutrientes é diretamente influenciada por fatores ambientais como a temperatura, umidade e aeração, por isso, pelo fato dos sacos de decomposição terem sido alocados em épocas diferentes, pode ter ocorrido grande influência desses fatores.

Esperava-se que com a inclusão de uma leguminosa, a taxa de liberação fosse mais rápida, porém não foi o que se observou. Entretanto, essa contribuição da ervilhaca no aporte de N para o solo depende de sua densidade em relação à aveia e isso ficou demonstrado nas várias combinações feitas por HENRICHS (1996). Por isso é fundamental considerar a real participação da ervilhaca na composição do estande de plantas ao longo do experimento, o qual foi de apenas 5,5% (7,83% no 1º período; 6,27% no 2º período; 5,39 no 3º período e 2,51% no 4º período), sendo que este é o grande gargalo para uma eficiente utilização do consórcio entre gramíneas e leguminosas.

Muito embora a diferença estatística tenha sido significativa, numericamente as diferenças foram expressivas no período até 60 dias, sendo que posteriormente houve uma tendência de convergência para valores próximos de 39% do NR aos 180 dias em áreas pastejadas e 57% do NR para áreas sem pastejo, independentemente da composição da biomassa.

A figura 4 A e 4 B demonstram a interação entre os fatores A, B e C. Observa-se que a biomassa sob ação do pastejo proporcionou um retorno mais rápido do nitrogênio ao solo, conseqüentemente mais rápido esse elemento torna-se disponível para ser mineralizado e disponibilizado para absorção pelas plantas.

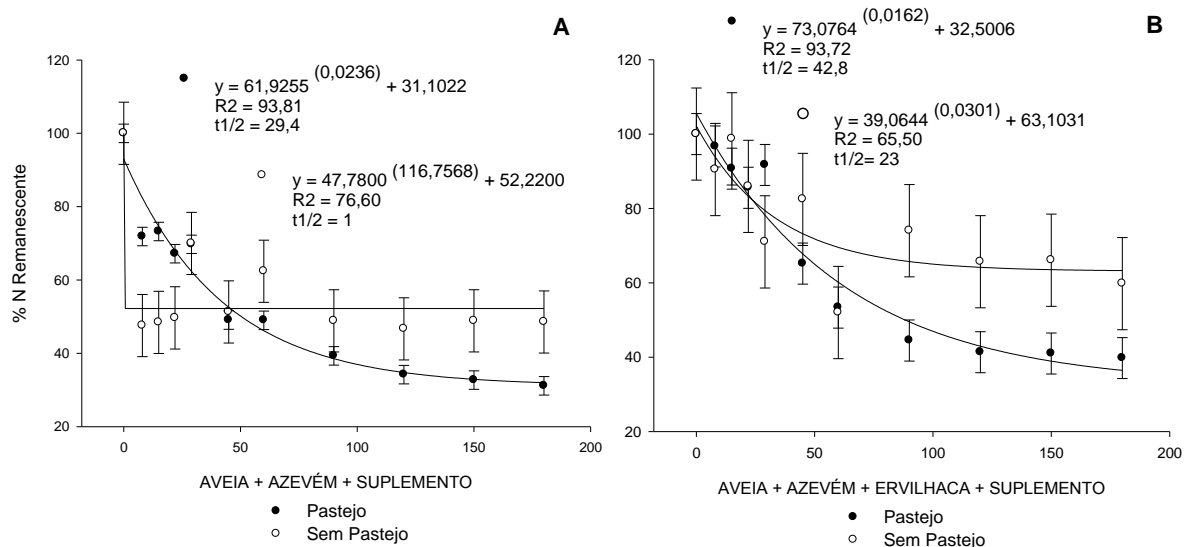


Figura 4: Nitrogênio Remanescente. A - Nitrogênio remanescente (%) da interação entre os fatores A; B e C para o consórcio aveia + azevém + suplemento; B - Nitrogênio remanescente (%) da interação entre os fatores A; B e C para o consórcio aveia + azevém + ervilhaca + suplemento. Durante 180 dias de avaliação. Equação: $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Embora a constante k tenha sido superior para biomassa sem pastejo, justificando assim um tempo de meia vida menor, a porcentagem de NR aos 180 dias foi inferior em função da menor quantidade do compartimento A ou mais facilmente decomponível (61,92% versus 47,78%) para aveia + azevém + suplemento e (73,07% versus 39,06%) para aveia + azevém + ervilhaca + suplemento.

Verifica-se que o comportamento do nitrogênio na biomassa pastejada em relação ao tempo teve forte tendência a estabilidade por volta de 90 dias de alocação do litter bag a campo, com apenas 60% do elemento mineralizado, resultado esse com ou sem a presença de ervilhaca, diferentemente ao encontrado por Ceretta et al. (2002), ao encontrarem esse valor após 30 dias de incubação no campo, trabalhando com o consórcio de aveia + ervilhaca como cobertura de inverno antecedendo a cultura do milho.

Para o fósforo, dentre as interações possíveis apenas entre biomassa pastejada e não pastejada houve significância. Observa-se na figura 5 que, embora a quantidade do material presente no compartimento mais prontamente decomponível tenha sido muito próximo (52,91% e 53,06% respectivamente para com e sem pastejo), o P remanescente foi menor para biomassa sem pastejo, isso devido a alta taxa de decomposição, indicando que o retorno deste nutriente para o

solo se deu com maior velocidade em relação a biomassa que teve ação da desfolha pelo animal.

Considerando o tempo de meia vida da fração mais recalcitrante, encontrou-se valores de 173 a 315 dias para fósforo proveniente de biomassa pastejada e não pastejada respectivamente, concordando com Assmann (2011), ao avaliar as o efeito da altura do pastejo do consórcio entre aveia e azevém, em relação a ciclagem de nutrientes, encontrando 175 dias para material pastejado a 20 cm de altura e 302 dias para material sem pastejo.

Porém, sabe-se que a participação no retorno do P total para o sistema via decomposição da biomassa da pastagem é pequena quando comparada com a do esterco, justificando assim a importância de se associar o estudo do impacto do dejetos animais no processo de ciclagem de nutrientes.

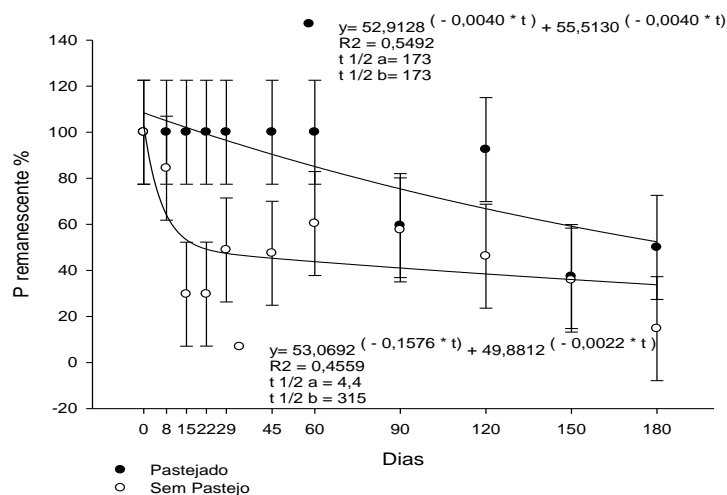


Figura 5. Fósforo remanescente (%) da biomassa vegetal ao longo de 180 dia de liberação. Interação entre os fatores A e C para os consórcios aveia + azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação. Equação: $A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt}$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

O efeito do pastejo sobre o potássio remanescente foi negativo no que tange a velocidade de retorno do nutriente ao solo. Esse efeito é evidenciado ao observar a figura 6, onde verifica-se a rápida queda na porcentagem de K remanescente na biomassa não pastejada chegando ao índice de 67,1% com apenas 8 dias de decomposição, em função de que é no florescimento (estádio fenológico que encontrava-se o material sem pastejo) que ocorre o maior acúmulo de K na planta estando este na forma livre nos tecidos, sendo liberado mais rapidamente com a senescência (SCHOMBERG; STEINER, 1999).

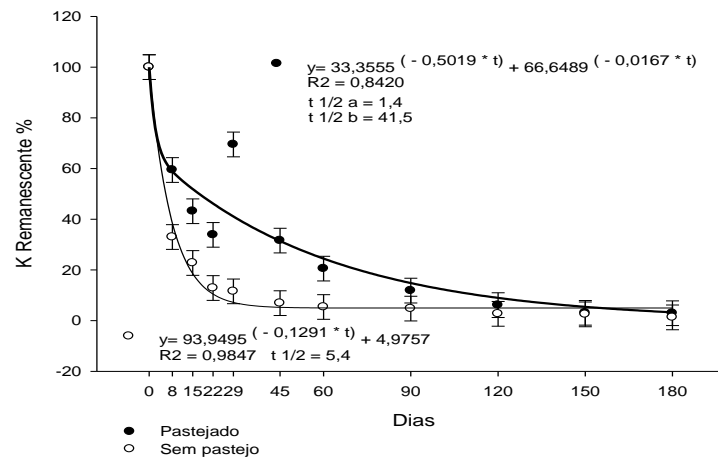


Figura 6. Potássio remanescente (%) da biomassa vegetal ao longo de 180 dias de liberação-Interação entre os fatores A e C para os consórcios aveia + azevém + suplementação e aveia + azevém + ervilhaca + suplementação. Equação: Pastejo: $A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt}$; Sem Pastejo: $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015 UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Isso nos mostra o quão rápido é o fluxo do potássio no sistema de integração lavoura-pecuária, pois muito embora a biomassa pastejada tenha uma taxa de liberação do nutriente mais lenta, também é notório a queda abrupta na curva de liberação nos primeiros dias chegando a 40,6% do potássio total liberado após uma semana de decomposição.

Após 90 dias de alocação não se observa mais diferença significativa entre os materiais restando apenas 6,11% e 2,68% para biomassa pastejada e sem pastejo respectivamente, os quais possivelmente pertençam ao compartimento mais recalcitrante.

O gráfico demonstra o material que sofreu ação do pastejo, o qual possui menor quantidade de material no compartimento "A" (33%), o qual possui como características de ser mais facilmente decomposta, o que justifica o resultado apresentado (Figura 7) na interação entre o fator B e C (consórcio e pastejo e sem pastejo respectivamente).

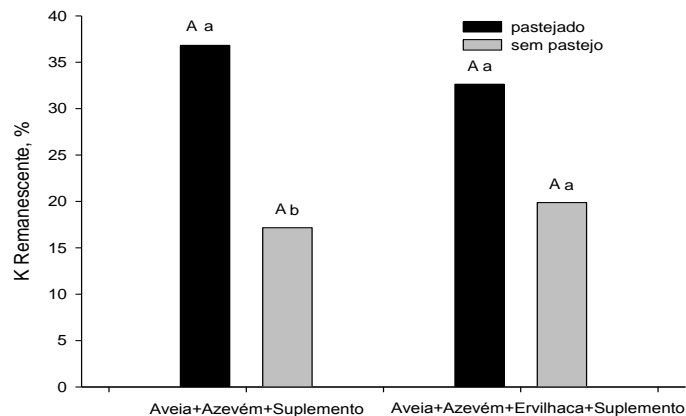


Figura 7: Potássio remanescente (%) da biomassa vegetal - interação consórcio *versus* pastejado e sem pastejo. Letras maiúsculas diferem entre si dentro dos tratamentos e minúsculas entre pastejado e sem pastejo. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

A maior contribuição da biomassa para o retorno de nutrientes ao solo foi o Nitrogênio (Tabela 2), podendo atribuir a esta alternativa, elevado potencial de fornecimento de nitrogênio para a cultura em sucessão, especialmente no caso da cultura do milho, cujo fornecimento deste nutriente nos seus primeiros estádios de desenvolvimento é de suma importância para a obtenção de uma produção final satisfatória, além de poder contribuir na redução de custos ao produtor, principalmente por meio da diminuição da quantidade de fertilizantes nitrogenados aplicada (MEDRADO et al., 2011).

Tabela 2: Nitrogênio, Fósforo e Potássio (kg ha^{-1}) que retornaram ao solo após 180 de decomposição. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

	NITROGÊNIO.		FÓSFORO		POTÁSSIO	
	Pastejado	Sem Pastejo	Pastejado	Sem Pastejo	Pastejado	Sem Pastejo
AV+AZ+SUPL.	48,53 ^{Ab}	111,41 ^{Aa}	1,56 ^{Ab}	11,97 ^{Ba}	1,84 ^{Ab}	12,15 ^{Aa}
AV+AZ+VER.+SUPL.	32,64 ^{Bb}	40,58 ^{Ba}	1,41 ^{Bb}	20,52 ^{Aa}	1,45 ^{Bb}	7,05 ^{Ba}

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem no teste de Tukey a 5%

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem um mesmo nutriente entre pastejado e sem pastejo entre si pelo teste de Tukey a 5%

AV (aveia), AZ (azevém), ERV.(ervilhaca) e SUPL.(suplementação)

A quantidade de nutrientes que retornaram ao solo proveniente da biomassa não pastejada significativamente superior em relação a biomassa pastejada, dando destaque ao consórcio entre aveia + azevém + suplemento.

Os valores de fósforo disponibilizado foi inferior quando comparado com resultados apresentados por Anghinoni, (2011), alcançando valores de até 12 kg ha^{-1} . Os consórcios de aveia ervilhaca provocaram uma diminuição tanto na taxa de

decomposição como na liberação dos nutrientes em relação ao cultivo solteiro estas culturas, resultados estes igualmente obtidos por Giacomini et al. (2000) e Giacomini et al. (2003).

CONCLUSÃO

Dentre os nutrientes estudados o nitrogênio foi o que retornou em maior quantidade ao sistema (compartimento solo) após a decomposição da biomassa, tornando-se o principal elemento de estudo para futuras pesquisas.

A taxa de decomposição da MS foi maior para biomassa pastejada, embora o comportamento de liberação dos nutrientes tenham sido diferente para o fósforo e potássio sendo mais rápida para biomassa não pastejada.

O comportamento de liberação dos nutrientes mostrou-se favorável ao considerar sua participação no fornecimento de nutrientes para cultura sucessora, onde houve uma queda acentuada nos primeiros dias de decomposição tendendo a estabilidade ao longo de 180 dias.

REFERENCIAS

ADAMI, P. F.: **Produção, qualidade e decomposição de papuã sob intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio**. 03 de março de 2009. p. 98. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.

AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; Decomposição e liberação de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.601-612, 2003.

ANGHINONI, I. et al.; CICLAGEM DE NUTRIENTES EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA. III ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, Pato Branco, 2011. **Anais. 6** Pato Branco:p. 1-8. Disponível em <http://www.ufrgs.br/gpep/documents/artigos/2011/Ciclagem%20de%20nutrientes%20em%20iLP.pdf>. Acesso em 10 de Nov. de 2014.

ASSMANN, T. S. et al.; Manejo da fertilidade do solo (ciclagem 5 de nutrientes) em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: I ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, Pato Branco, 2002. **Anais... 7** Pato Branco: Imprepel, 2002, v. I, p. 61-84.

ASSMANN, J.M. **Ciclagem e estoque de nutrientes em sistema de integração soja-bovinos de corte sob plantio direto**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 81 p. (Material de Exame de Qualificação)

ASSMANN, T. S. et al.; Manejo e Fertilidade do Solo de Plantas Forrageiras. In: VI SUL LEITE – PERSPECTIVAS PARA A PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL. 6. Universidade Estadual de Maringá- UEM. **Anais**, 2014. p.20.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia e ervilhaca comum com cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 897-903, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v24n4/21.pdf>. Acesso em: 20 de out. de 2014.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; **Dinâmica e Função da Matéria Orgânica**. In Santos, de A. G. (Ed). Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Editora Metrópole, jul de 2008. p.7-16.

CAMPBELL, B. J.; **Experimental methods for evaluating herbage**. Ottawa: Canada department of agriculture, 1969. p. 244.

CARVALHO, P. C. de F. et al.; **O estado da arte em integração lavoura-pecuária**. In: Gottschall, C. S.; Silva, J. L. S.; Rodrigues, N. C. (Org.). Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia. Canoas-RS, p.7-44, 2005.

CARVALHO et al.; MANEJO DA ERVILHACA COMUM (*Vicia sativa* L.) PARA CULTIVO DO MILHO EM SUCESSÃO, SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA. **Revista Scientia Agraria**, V. 8, nº 2, p.179-184, 2007.

CHRISTENSEN, B.T. Wheat and barley straw decomposition under field conditions: effect of soil type and plant cover on weight loss, nitrogen and potassium content. **Soil Biol. Biochem.** Askov, v.17, p.691-697, 1985

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M.J.da. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.49-54, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . EMBRAPA; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 2ª Ed. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 20 abr 2014.

GIACOMINI, S.J. et al.; Consorciação de plantas de cobertura: II. Decomposição e liberação de nutrientes da fitomassa. In: FERBIO, 25., Santa Maria, 2000. **Anais**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2000. CD.

GIACOMINI, S.J. et al.; Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V.38, nº 9, p.1097-1104, set. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n9/18288.pdf>. Acesso em: 27 de Nov de 2014.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; **Biomassa microbiana e a ciclagem de nutrientes**. In Santos, de A. G. (Ed). Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Editora Metrópole, jul de 2008. p.159-168.

HENRICHES, R. **Ervilhaca e aveia preta cultivadas simultaneamente como adubo verde e sua influência no rendimento do milho**. Piracicaba, 1996. 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Curso de Pós-graduação em Agronomia,

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. IAPAR; **Cartas do Paraná**. 2000. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em: 20 abr 2014.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Parana. UFPR. Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350p.

MEDRADO, R. D. et al.; DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO PARA A CULTURA DO MILHO. **Scientia Agraria**, Curitiba, V.12, nº 2, p.097-107, Mar de 2011. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/agraria/article/viewFile/33761/21118>. Acesso em 02 de out. de 2014.

MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6. 1952, Pasadena. **Anais...** Pasadena, 1952. p.1380-1385

MURPHY J.; RILEY I. P. **A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters**. Anal. Chim. Acta 27:31-6, 1962. Department of Oceanography. University of Liverpool, England.

OLIVEIRA, R. A. G de. et al.; Produção de biomassa de azevém consorciado ou não com ervilhaca. In XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, 24., 2014. Universidade Federal do Espírito Santo, **Resumo**, p.2.

PADILHA, G.; SCAPIN, A.; ARALDI, D. F.; Sistema de Integração Lavoura Pecuária. In: XVI SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. 16., 2011. Campus Universitário UNICRUZ. p.4

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

RODRIGUES, C. A. P. F; **Interação do solo-planta-animal e impacto da reciclagem do N e do P em pastagem**. Viçosa, 2000. Tese (Doutorado em Zootecnia) Centro de Ciências 13 Agrárias – Universidade Federal do Viçosa, 2000.

SCHOMBERG, H.H.; STEINER, J.L. Nutrient dynamics of crop residues decomposing on a fallow no-till soil surface. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 63, n. 3, p. 607-613, 199

SILVA, P. R. F. da. et al.; MANEJO DA ERVILHACA COMUM (*Vicia sativa* L.) PARA CULTIVO DO MILHO EM SUCESSÃO, SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.1, p. 50-59, 2007

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de.; **Análise de alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª Ed. Viçosa, Editora UFV. 2002. p. 235.

TEDESCO, M. L. et al.; **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Boletim técnico nº 5. Departamentos de Solos, UFRGS. Porto Alegre. 1995.

VEZZANI, F. M. et al.; Matéria Orgânica e a qualidade do Solo. In Santos, de A. G. (Ed). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Editora Metrópole, jul de 2008. p. 483-491.

WIEDER, R.K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in xamining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, Washington, v.63, n.6, p.1636-1642,1982. Disponível em: <http://lira.pro.br/wordpress/wp-content/uploads/downloads/2012/04/Weider-and-Lang-1982-Litter-decomposition-models.pdf>, Acessado em 04 de jun de 2013.

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double-sampling methods. **Journal of American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1944.

CAPITULO II

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA SECA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DO ESTERCO DE BOVINOS SOB PASTEJO EM CONSÓRCIO DE PASTAGENS HIBERNAIS

RESUMO

GHIZZI, Lucas Ghedin. Decomposição da matéria seca e liberação de nutrientes do esterco de bovinos sob pastejo em consórcio de pastagens hibernais. 16 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015

A integração Lavoura-Pecuária (ILP) tem foco na busca pela excelência na produção, sendo reconhecida como ferramenta de otimização de recursos naturais e financeiros, conciliando a interação entre as interfaces solo, planta e animal. O presente trabalho objetiva avaliar o retorno de nutrientes ao solo oriundos do esterco de bovinos em pastagem consorciada entre gramínea e leguminosa, suplementados ou não em um sistema de integração lavoura pecuária. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Tecnológica federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) e os tratamentos (T) foram compostos dos consórcios entre espécies forrageiras, sendo: (T1) aveia + azevém + suplementação; (T2) aveia + azevém + ervilhaca; (T3) aveia + azevém + ervilhaca + suplementação. Avaliou-se a produção de matéria seca fecal (MSF), decomposição da MSF e liberação de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio). Dentre os nutrientes estudados o nitrogênio foi o que retornou em maior quantidade ao sistema após a decomposição do esterco seguido do fósforo e potássio. A taxa de decomposição da MSF foi maior para o esterco proveniente de animais que receberam suplementação, embora o comportamento de liberação dos nutrientes tenham sido diferente para o potássio o qual apesar de diferir entre os tratamentos, teve inexpressiva contribuição quantitativa. Todos os nutrientes tiveram um comportamento de liberação semelhante onde houve um pico acentuado nos primeiros dias de decomposição tendendo a estabilidade ao longo de 210 dias, variando apenas quanto ao tempo de meia vida entre tratamentos e entre nutrientes. Observou-se efeito da ervilhaca no retorno ao solo somente do nutriente fósforo e a suplementação influenciou a quantidade e o perfil de liberação dos nutrientes.

Palavras-chave: Produção fecal. Mineralização. Ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

GHIZZI, Lucas Ghedin. Decomposition of dry matter and release of nutrients from manure beef cattle grazing in a consortium of winterly herbages. 16 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015

Integrated Crop-Livestock Systems has focus on the pursuit of excellence in production, being recognized as an tool of optimization natural and financial resources, combining the interaction between interfaces, soil, plant and animal. The objective os this study is to evaluate the return of nutrients to the soil derived from manure cattle in grasslands consortium between grass and legume, supplemented or not in a integrated livestock system. The work was developed in Federal Technological University of Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) and treatments (T) were made up of consortium of herbage species, as follows: (T1) oat + ryegrass + supplementation; (T2) oat + ryegrass + vetch; (T3) + oats ryegrass + vetch + supplementation. It were evaluated the production of dry matter fecal (MSF), decomposition of MSF and release of nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium). Among the studied nutrients nitrogen was the most returned to the system after the decomposition of manure followed by phosphorus and potassium. The MSF decomposition rate was higher for the manure from animals that received supplementation, although the release behavior of the nutrients have been different for potassium which despite of differ between others treatments, his contribution was negligible quantitiveness. All nutrients had a similar release behavior where there was a sharp peak at the beginning of decomposition tending to stability along by 210 days, varying only as the half-life between treatments and between nutrients. It was observed the effect of vetch only for return phosphorus nutrient to the soil supplementation and influence the amount and release of the nutrient profile.

Key words: Fecal output. Decomposition. Release. Nutrients.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos únicos países que ainda possui potencial de crescimento na pecuária, uma vez que tradicionais fornecedores estão com restrição em sua capacidade de produção por limitações climáticas e econômicas (SEAB, 2014) e territoriais. Entretanto, devido às novas exigências ambientais, os produtores precisam aprender a produzir de maneira sustentável, causando o menor impacto possível ao meio-ambiente e, desenvolvendo e difundindo técnicas que elevem a produção de forma ambientalmente correta, maximizando a produção nas áreas já exploradas (SEAB, 2014) e com menor uso de insumos.

Com aproximadamente 212,8 milhões de bovinos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), o Brasil tem o maior rebanho comercial do mundo e esta em constante evolução, com melhoria contínua dos seus índices zootécnicos, atendendo os preceitos de viabilidade do sistema, tornando-se cada dia mais produtivo, eficiente e sustentável.

Por esta razão, a região sul do Brasil é espelho dos sistemas de produção em condições de pastejo, pois segundo a Associação Brasileira de Industrias Exportadoras de Carne (ABIEC, 2014), esta apresenta características de baixas temperaturas e pastagens de mais alto valor nutritivo.

As pastagens são ecossistemas complexos e constantemente modificados pela presença de animais e ação antrópica, contudo sistemas de produção baseados em pastagem são considerados autossustentáveis, por exigirem menor entrada de insumos (fertilizantes e corretivos), mantendo o equilíbrio por longo período de tempo (MARCELINO, 2002).

No sistema de ILP, o compartimento animal é extremamente importante na ciclagem dos nutrientes, pois retém uma pequena quantidade destes na forma de produto e o restante é excretado, retornando ao solo (MARCELINO, 2002). A quantidade de nutrientes retornados ao solo via fezes e urina pode ser estimada conhecendo a quantidade e composição da forragem consumida e o requerimento de nutrientes pelos animais (HAYNES; WILLIAMS, 1993).

Por isso a decomposição do material morto proveniente das plantas e das excretas de animais é um dos principais fatores que influenciarão na ciclagem de nutrientes, já que estes podem ser imobilizados pela microbiota do solo, ficando

temporariamente indisponíveis para a planta, assim sua disponibilidade influencia tanto a produtividade vegetal quanto a animal (MONTEIRO; WERNER, 1989).

Em função dos altos teores de fibra nas fezes (celulose, hemicelulose e lignina), as taxas de mineralização podem ser lentas, prolongando a decomposição e liberação de nutrientes. Mesmo que se tenha uma rápida liberação inicial de nitrogênio, taxas subsequentes são reduzidas por aumentar a relação C/N desse esterco (HAYNES; WILLIAMS, 1993).

O objetivo foi avaliar o retorno de nutrientes ao solo, oriundos do esterco de bovinos mantidos em pastagem formadas a partir do consorcio aveia, azevém e ervilhaca, suplementados ou não em um sistema de integração lavoura pecuária.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campus Dois Vizinhos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). A área experimental está localizada a 25° 33' Sul e 51° 29' Oeste e tem altitude média de 500 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb (MAAK, 1968). A precipitação anual varia de 1.600 a 2.000 mm (IAPAR, 2000). O solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006).

Para identificar o efeito da condição climática em relação a decomposição da matéria seca e liberação de nutrientes, durante a realização do experimento no campo, foram registrados dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar (Figura 1).

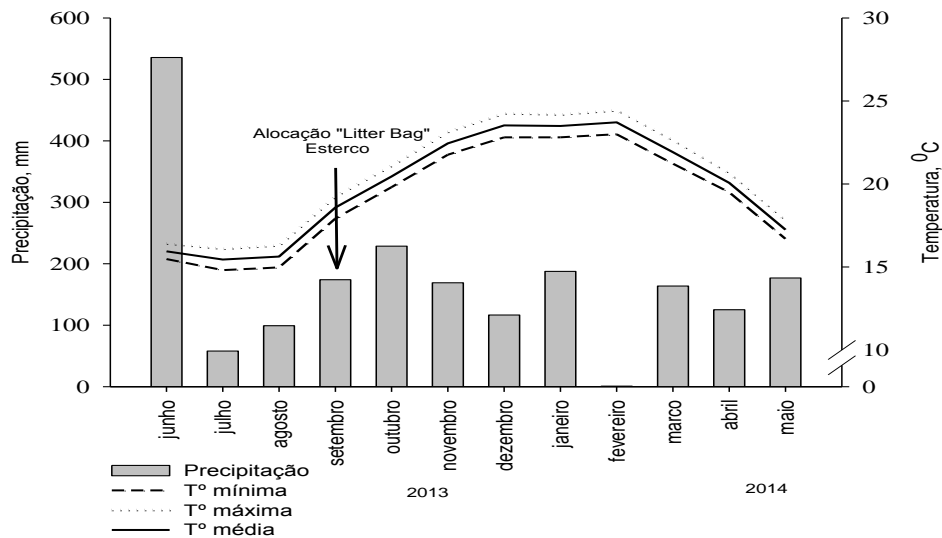


Figura 1: Precipitação e temperatura registradas durante o período de Junho de 2013 a Maio de 2014 coincidente com o período de avaliação. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.
Fonte: www.gebiomet.com.br

A área experimental é de sete hectares. No inverno de 2012 toda a área foi cultivada com aveia branca cv. IPR 126, seguido do cultivo de milho para silagem (verão 2012/2013) e posterior pousio (janeiro a maio) até a implantação do experimento de inverno com a implantação das espécies forrageiras hibernais de forma mecanizada no dia 24 de abril de 2013.

O Delineamento Experimental foi o Blocos ao Acaso (DBA), com três consórcios e três repetições com e sem pastejo, (Anexo 1). Sendo os consórcios de inverno: aveia + azevém com animais recebendo suplementação; aveia + azevém + ervilhaca com animais sem suplementação e aveia + azevém + ervilhaca com animais recebendo suplementação.

Foi utilizado 200 kg de adubo mineral 5-20-10 ha⁻¹ aplicado no momento da semeadura e 120 de nitrogênio (N) em cobertura distribuídos em 4 aplicações. A proporção de sementes utilizadas foram de 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca, 30 kg ha⁻¹ de azevém (cultivar barjumbo) e 60 kg ha⁻¹ de aveia (cultivar EMBRAPA 139), sendo implementadas com auxílio de semeadoura de plantio direto. O suplemento foi fornecido uma vez ao dia no período vespertino na proporção de 1% do peso vivo de milho moído em peneira de 1 mm.

Cada área experimental continha 0,7 ha. Cada consórcio no inverno foi excluído do pastejo a área sem pastejo ou testemunha, de aproximadamente 100 m², a fim de comparar com o sistema de Integração Lavoura Pecuária. O sistema de

pastejo foi em lotação contínua com taxa de lotação variável (MOTT; LUCAS, 1952). Após 80 dias do plantio iniciou-se o pastejo com 18 animais *testers* com genética da raça nelore e cruzamentos, pesando aproximadamente 440 kg divididos 6 deles em cada consórcio (2 por repetição).

Para estimar a produção fecal em cada tratamento (kg ha^{-1}), utilizou-se um duplo quadrado latino, com 6 animais inteiros da raça holandesa com peso variável distribuídos na proporção de 2 animais por consórcio simultaneamente, repetidos por 3 períodos.

A metodologia utilizada foi a de Penning (2004) apud Carvalho et al.,(2007) modificada, em que cada período compreendeu 12 dias sendo 8 destes para adaptação a dieta e ao marcador externo Óxido de Cromo (Cr_2O_3), o qual foi fornecido na quantidade de 10 gramas uma vez ao dia (contendo 67,08% do elemento), via sonda esofágica no período matutino.

Coletaram-se amostras de fezes diretamente do reto dos animais duas vezes ao dia em horários diferenciados sendo: 1º dia 7 h e 13 h; 2º dia 9h e 15h; 3º dia 11h e 17 horas e 4º dia às 19h, em cada um dos 3 períodos. As amostras foram acondicionadas em freezer a -5°C , até o final de todas as coletas e posteriormente foram secas e trituradas para posterior análise em laboratório, utilizando a metodologia para determinação do cromo (Cr_2) pela absorção atômica, descrita por Williams (1962) apud Silva e Queiroz (2002) e em seguida o cálculo da produção fecal (PF) usando a fórmula:

$$\text{PF (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade do indicador consumido}}{\text{Quantidade do indicador nas fezes / g MS fecal}}$$

A partir da informação da produção fecal individual dos animais, encontrou-se o indicador: kg de MS de esterco/kg de peso vivo, o qual posteriormente multiplicando-se pela média da carga animal ha^{-1} encontrou-se o resultado da produção de esterco em kg de MS de esterco ha^{-1} .

Para o estudo da ciclagem de nutrientes, foram coletadas amostras de esterco (logo após a defecação) do solo, oriundos dos animais *testers*, em cada um dos três consórcios.

Todas as amostras secas em estufa de ar forçada a 60°C até atingirem peso constante sendo esta alcançada após 8 dias. Da amostra seca, foram

aconditionadas em torno de 20 gramas em sacos de decomposição com 400 cm², denominados de *litter bag*. Os mesmos foram alocados ao solo, simulando a decomposição natural.

Foram recolhidos 3 *litter bags* de cada consórcio, nos dias 0, 8, 15, 22, 29, 45, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 e levados a estufa para secagem com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas, posteriormente pesados em balança semi-analítica e por diferença de peso da amostra em relação ao peso inicial (dia 0), tem-se assim a percentagem de material decomposto (g de MS). As amostras obtidas após a pesagem final, foram moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de 1 mm.

As taxas de decomposição da matéria seca (MS) e de liberação de nutrientes (N, P e K) da massa seca residual (esterco) foram estimadas pelo programa estatístico Statigraphic Plus 4.1 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:

$$\begin{aligned} \text{Equação 1} &= \text{MSR e NR} = A e^{-kat} + (100-A) \\ \text{Equação 2} &= \text{MR e NR} = A e^{-kat} + (100-A) e^{-kbt} \end{aligned}$$

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 os nutrientes 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 nutrientes 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, será 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 e Clark (1996):

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

Com base no modelo ajustado para as quantidades remanescentes da MS, N, P e 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.

As análises laboratoriais seguiram as metodologias de Williams (1962) *apud* Silva; Queiroz (2002) para determinação do cromo, Kjeldahl *apud* Silva; Queiroz (2002) para nitrogênio (N), Murphy; Riley (1962) para fósforo (P) e Tedesco et al. (1995) para potássio (K).

Os resultado dos dados foram submetidos a análise de variância por meio do teste F com níveis de significância de 5% e 1%. Quando os resultados apresentaram significância os mesmo foram analisados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi significativa a interação dias *versus* consórcio para as variáveis MRS, NR, PR e KR (Tabela 1).

Tabela 1: Análise de variância para matéria seca remanescente (MRS); nitrogênio remanescente (NR); fósforo remanescente (PR); potássio remanescente (KR). Consórcio T1(Aveia + Azevém + suplementação), T2 (Aveia + Azevém + ervilhaca) e T3 (aveia + azevém + ervilhaca + suplementação) em 84 dias de avaliação. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Variáveis	GL	MRS	NR	PR	KR
A:Dias	11	1372,93**	449,06**	10665,5**	6287,8**
B:Consórcio	2	2662,38**	227,365*	4087,46**	648,258**
C:Bloco	2	206,099**	15,4488 ^{NS}	265,854 ^{NS}	100,606*
Interações	GL	MRS	NR	PR	KR
AB	22	52,887**	118,354**	959,178**	50,6915*
Residual	70	22,3011	55,446	225,427	28,0708
TOTAL	107				

** significativo a 1%

* significativo a 5%

NS = não significativo

GL = Graus de Liberdade

Constatou-se interação significativa entre o consórcio e dias para a taxa de decomposição da matéria seca do esterco bovino. O modelo que melhor se ajustou foi o exponencial simples. Observa-se na figura 2, que os consórcios T1 e T3 ambos com suplementação animal obtiveram velocidade de decomposição maior em relação ao T2 somente com pastagem, diferindo estatisticamente entre eles, destacando a influência da suplementação na taxa de decomposição do esterco.

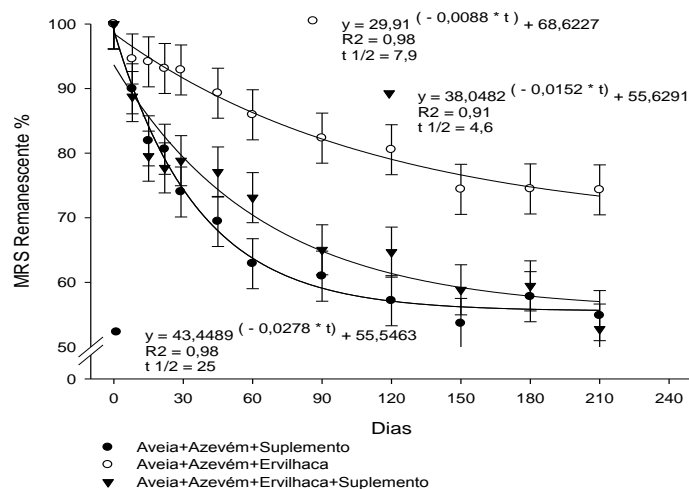


Figura 2: Matéria seca remanescente de esterco de bovinos da interação dias *versus* consórcio: Aveia + Azevém + Suplemento (T1); Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3), durante 210 dias de avaliação. Equação : $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

A decomposição mais acelerada para os consórcios com suplementação esta relacionado a afirmação do pesquisador Paulino et al. (2004), em que um aumento da digestibilidade total é esperado quando há inclusão de concentrados na dieta porque eles, usualmente, apresentam digestibilidade maiores que o pasto, conseqüentemente uma maior taxa de passagem pelo trato gastrointestinal resultando em um material fecal com proporção no compartimento mais prontamente decomponível superior.

De modo geral uma maior porcentagem da matéria seca no compartimento A nos consórcios T1 (43,44%) e T3 (38,04%) aceleraram a decomposição do material. Apesar da fase inicial rápida, ao final de 210 dias de avaliação ainda restavam 54,84% e 52,77% da MSR respectivamente para T1 e T3, isso em função da diminuição da precipitação pluviométrica e aumento da temperatura neste período, fatores que propiciam a formação de uma “casca” (desidratação) na superfície da placa fecal, dificultando a ação dos processos físicos e biológicos de decomposição citados por Haynes e Williams (1993).

O perfil de MSR do material corrobora com a afirmação dos pesquisadores Heal et al. (1997), ao afirmarem que a maior taxa de decomposição inicial é resultado da decomposição de compostos mais facilmente decomponíveis, e que posteriormente o comportamento tende a diminuir e estabilizar.

Dentre o comportamento de liberação dos nutrientes, o do elemento nitrogênio foi parecido entre os consórcios (Figura 3).

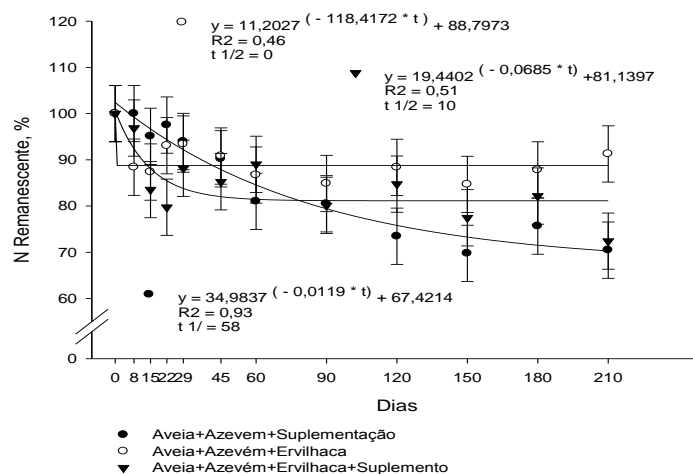


Figura 3: Nitrogênio remanescente da matéria seca fecal da interação dias *versus* consórcio: Aveia + Azevém + Suplemento (T1); Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3), durante 210 dias de avaliação. Equação : $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015

Com uma queda acentuada no início, o mesmo diferenciou-se aos 8 e 45 para T2 e T3 respectivamente, onde tenderam a estabilidade, enquanto que o T1 manteve um comportamento descendente ao longo dos 210 dias de avaliação, chegando ao final com 70 % do material ainda por decompor.

Ambos os tratamentos, T2 e T3, que tiveram o mesmo comportamento de liberação do nitrogênio, continham em sua composição a leguminosa ervilhaca (*Vicia sativa*) diferenciando-se do T1, o que possivelmente está correlacionado essa maior quantidade de nitrogênio a da presença da leguminosa, fato este condizente com a afirmação dos pesquisadores Haynes e Williams (1993) de que as quantidades de N liberada nas fezes é intimamente ligada aos teores do nutriente contido nesse resíduo.

Já o fósforo, teve um comportamento de liberação bastante expressivo, chegando ao final da avaliação com teores de nutriente remanescente entre 18,34, 19,11 e 39,37% respectivamente para os consórcios T1, T2 e T3 (Figura 4).

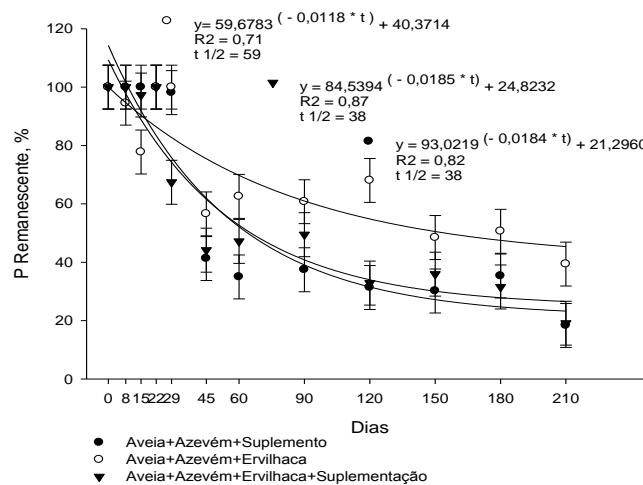


Figura 4: Fósforo remanescente da matéria seca fecal - interação dias *versus* consórcio: Aveia + Azevém + Suplemento (T1); Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3), durante 210 dias de avaliação. Equação : $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015 UTFPR.

Nota-se que seguiram o comportamento da MSR, onde o T2 obteve uma velocidade mais lenta de liberação do nutriente. A quantidade menor do nutriente no compartimento A (mais prontamente decomponível) explica a razão dessa diferença em relação aos demais consórcios.

A liberação do elemento fósforo foi contínua até os 210 dias de decomposição da matéria seca, o que justifica a importante participação do esterco como fonte deste nutriente para as plantas sucessoras, visto que a quantidade do mesmo é diretamente proporcional a carga animal imposta durante o período de terminação.

Os consórcios T1 e T3 apresentaram tempo de meio vida para liberação do fósforo igual (38 dias). Essa informação é extremamente importante pois coincide com o tempo em que normalmente os produtores realizam o plantio do milho e a cultura encontra-se no início do seu crescimento necessitando de grande quantidade de nutrientes especialmente o fósforo.

A suplementação a pasto com milho moído finamente aumentou a quantidade de fósforo disponível no sistema, visto que há entrada do elemento via ração fornecida aos animais em pastagem. Visto que o esterco bovino contribui significativamente para a ciclagem do fósforo, conseqüentemente aumenta o aporte deste no solo, Bellow (2001) orienta o monitoramento dos nutrientes nesse compartimento especialmente a do fósforo já que este é imóvel e pode ser complexado com elemento como o alumínio em solos ácidos, cálcio em solos alcalino, ou mesmo ser transportado por meio do escoamento superficial da água (enxurradas) para áreas mais baixas, podendo contaminar fontes de água como rios, lagos e lençóis freáticos.

No ciclo do potássio ao se comparar toda a quantidade do nutriente que é ingerida, o retorno para a pastagem via excreta animal é o maior componente deste (ROTZ et al.,2005), porém a participação do esterco no retorno do potássio é inexpressivo quantitativamente, já que 70% do seu retorno ao solo é via urina (ASSMANN; CASSOL; ASSMANN, 2002), porém possui um comportamento de liberação peculiar, o qual apresenta-se com uma acentuada liberação logo nos primeiros dias de decomposição da matéria seca, retornando ao solo rapidamente em sua quase totalidade.

A figura 5 ilustra essa rápida reciclagem do nutriente potássio. O tempo de meia vida do mesmo variou de 4 a 8 dias, não apresentando diferença entre os consórcios.

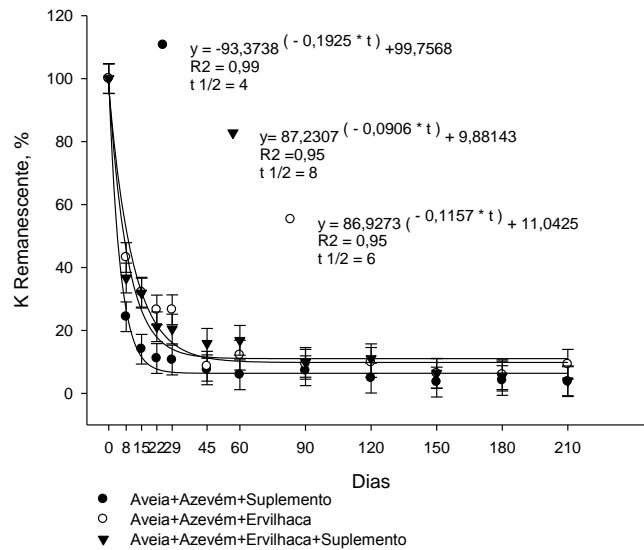


Figura 5: Potássio remanescente da matéria seca fecal - interação dias *versus* consórcio: Aveia + Azevém + Suplemento (T1); Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3), durante 210 dias de avaliação. Equação : $A e^{-kat} + (100-A)$. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015 UTFPR.

O potássio é facilmente liberado do esterco tornando-se disponível para as plantas em função de mais de 86% se apresentar no compartimento A, contudo essa característica associada ao comportamento do potássio no solo (facilmente lixiviado apenas 10% dos 2% disponíveis estão na solução do solo) são prejudiciais ao sistema, pois este elemento pode ser facilmente perdido no perfil do solo e não aproveitado pelas plantas que se beneficiariam da ciclagem deste nutriente (SENGIK, 2003).

É notória a participação do esterco no retorno e ciclagem de nutrientes no sistema de integração lavoura pecuária, principalmente quanto aos elementos nitrogênio e fósforo (Tabela 2).

Tabela 2: Nitrogênio, Fósforo e Potássio (Kg ha^{-1}) que retornaram ao solo após 210 de decomposição nos consórcios : Aveia + Azevém + Suplementação (T1), Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3). UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

	NITROGÊNIO	FÓSFORO	POTÁSSIO
Aveia + Azevém + Suplementação	13,78 ^{Aa}	9,50 ^{Ba}	0,77 ^{Ab}
Aveia + Azevém + Ervilhaca	4,59 ^{Ba}	5,13 ^{Ca}	0,46 ^{Cb}
Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação	8,02 ^{Ba}	10,67 ^{Aa}	0,71 ^{Bb}

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem no teste de Tukey a 5%. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem um mesmo nutriente entre pastejado e sem pastejo entre si pelo teste de Tukey a 5%

Após 210 dias de decomposição do material, o consórcio T1 diferiu dos demais em relação ao nitrogênio retornando $13,78 \text{ kg ha}^{-1}$. Já para o fósforo houve diferença entre todos os consórcios, sobressaindo-se o T3 com $10,67 \text{ kg ha}^{-1}$. Embora tenha ocorrido diferença entre os consórcios para o potássio, o mesmo não é expressivo como os anteriores quantitativamente, variando de $0,46$ até $0,77 \text{ kg ha}^{-1}$.

O que se pode evidenciar foi a influência da suplementação (consórcios T1 e T2) para com os nutrientes no esterco e conseqüentemente na quantidade por unidade de área. Isso ocorreu pelo fato dos animais submetidos ao pastejo com suplementação, consumirem mais alimento, o que por conseguinte produziram maior quantidade de esterco.

CONCLUSÃO

O esterco tem papel fundamental na ciclagem de nutrientes, principalmente em relação ao fósforo e nitrogênio e menor importância para o potássio.

A suplementação aumenta a velocidade de decomposição da matéria seca fecal, e da liberação do nitrogênio e fósforo para o solo.

O potássio não sofre influência quanto ao tipo de pastagem, tão pouco da suplementação, demonstrando um comportamento de liberação característico do elemento, muito embora sua participação na ciclagem oriunda do esterco seja pequena.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE; **Rebano Bovino Brasileiro**. ABIEC, 2014. Disponível em: http://www.abiec.com.br/3_rebanho.asp. Acesso em 27 dez 2014.

ASSMANN, T. S.; CASSOL, L. C.; ASSMANN, A. L.; Manejo da fertilidade do solo (ciclagem de nutrientes) em sistema de integração lavoura-pecuária. In: I Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **Anais...Pato Branco**. 2002. p.364.

BELLOW, B.; **Nutrient cycling in pastures**. Livestock System Guide. NCAT Agriculture Specialist. Califórnia. dez 2001. p. 64. Disponível em: <https://attra.ncat.org/attra-pub/summaries/summary.php?pub=240>. Acesso em: 01 jan 2015.

CARVALHO, P. C. de F.; KOZLOSKI, G. V.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; REFFATTI, M. V.; GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 151-170, 2007. Suplemento especial. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/16.pdf>. Acesso em 05 de dez. 2014

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . EMBRAPA; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 2ª Ed. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 20 abr 2014.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. IAPAR; **Cartas do Paraná**. 2000. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em: 20 abr 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; **PPM 2011: rebanho bovino cresce 1,6% e chega a 212,8 milhões de cabeças**. IBGE, 18 out. 2012. Disponível em :<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&idnoticia=2241&busca=1&t=ppm-2011-rebanho-bovino-cresce-1-6-chega-212-8-milhoes-cabecas>. Acesso em: 10 jan 2015.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In: CADISCH, G.; GILLER, K.E. (Eds). **Driven by nature: Plant litter quality and decomposition**. 1997, CAB International, Wallingford, UK, p.3-30, 1997.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Parana. UFPR. Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350p.

MARCELINO, K. R. A.; **Reciclagem de nutrientes em condições de pastejo**. 2002. p. 29. Outros – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MURPHY J.; RILEY I. P. **A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters**. Anal. Chim. Acta 27:31-6, 1962. Department of Oceanography. University of Liverpool, England.

MONTEIRO, F.A. WERNER, J.C. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: Simpósio sobre ecossistema de pastagens, **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, p. 149-192. 1989.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6. 1952, Pasadena. **Anais...** Pasadena, 1952. p.1380-1385

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

PAULINO, M. F.; et al. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.93-144. Disponível em: http://www.simcorte.com/index/Palestras/q_simcorte/simcorte3.PDF. Acesso em: 02 jan 2015

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (SEAB); **Pecuária de corte: Março/2014**. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/pecuaria_corte_1314.pdf. Acesso em : 20 nov 2014.

SENGIK, E. S.; **OS MACRONUTRIENTES E OS MICRONUTRIENTES DAS PLANTAS**. Revisão. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf>. Acesso em 04 jan 2015.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de.; **Análise de alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª Ed. Viçosa, Editora UFV. 2002. p. 235.

TEDESCO, M. L. et al.; **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Boletim técnico nº 5. Departamentos de Solos, UFRGS. Porto Alegre. 1995.

WIEDER, R.K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, Washington, v.63, n.6, p.1636-1642,1982. Disponível em: <http://lira.pro.br/wordpress/wp-content/uploads/downloads/2012/04/Weider-and-Lang-1982-Litter-decomposition-models.pdf>, Acessado em 04 de jun de 2013.

CAPÍTULO III

PRODUTIVIDADE DE MILHO GRÃO E SILAGEM EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA COM CONSÓRCIO DE ESPÉCIES HIBERNAIS

RESUMO

GHIZZI, Lucas Ghedin. Produtividade de milho grão e silagem em sistema de integração lavoura pecuária com consórcio de espécies hibernais. 13 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015

O milho é uma das culturas mais utilizadas tanto para a produção de grãos quanto de silagem, e destaca-se por ser o grão mais cultivado no mundo. Com a intensificação das novas tecnologias e manejo de solo, busca-se alternativas para melhorar a produção através de modelos de implantação e formas de aproveitar melhor o solo durante o ano, onde a consorciação de plantas para pastejo e plantas para a produção de grãos esta sendo um método muito utilizado. Objetivou-se avaliar o efeito da ervilhaca em consórcio com aveia e azevém no inverno no desempenho da cultura do milho. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Tecnológica federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) com delineamento experimental blocos ao acaso (DBA), composto por 3 consórcios e 3 repetições com parcelas subdivididas com pastejo e sem pastejo. Os consórcios foram assim constituídos: aveia + azevém com animais recebendo suplementação; aveia + azevém + ervilhaca com animais sem suplementação e aveia + azevém + ervilhaca com animais recebendo suplementação. Avaliaram-se os componentes de rendimento, rendimento de grãos e produção de silagem de planta inteira. Não houve diferença significativa entre tratamentos para nenhuma das variáveis avaliadas. A presença do animal influenciou somente a variável de massa de mil grãos, a qual demonstrou ser superior em áreas sem pastejo. O sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP) demonstrou-se competitivo, visto que os resultados não deferiram (áreas pastejadas) ao ser serem comparados com o sistema convencional (áreas sem pastejo).

Palavras-chave: Milho. Componentes de rendimento. Vicia Sativa. Avena Strigosa. Lolium Multiflorum.

ABSTRACT

GHIZZI, Lucas Ghedin. Corn grain production , whole plant silage and yield components in Integrated livestock system. 13 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015

Corn is one of the most used cultures both for the production of grain and silage, and stands out for being the most cultivated grain in the world. With the intensification of new technologies and soil management, alternative we seek to improve production through models deployments and ways to make the soil better during the year, where intercropping plants for grazing and plants for the production of grain this being a widely used method as a form of animal feed and production. The objective was to evaluate the effect of vetch intercropped with oats and ryegrass in winter in the performance of the maize crop. The work was developed in Federal Technological University of Paraná - Campus Two Neighbors (UTFPR-DV) with experimental design blocks Random (DBA), composed of three treatments (T) and 3 repetitions (block) with split plots (grazed and ungrazed). The consortiums were compounds for : oats + ryegrass with animals receiving supplementation; oat + ryegrass + vetch with animals without supplementation; oat + ryegrass + vetch with animals receiving supplementation. We evaluated the yield components, grain yield and production of whole plant silage. There was no significant difference between treatments for the variables assessed, but numerically for both grain production and for production of whole plant silage showed better results for treatments with the presence of vetch. The animal's presence only influenced the thousand grain weight variable, which proved to be superior in ungrazed areas. The Integration Crop Farming system proved to be competitive, as the results were accepted not (grazed areas) when they are compared with the conventional system (without grazing areas).

Key words: Corn. Yield components. Vicia Sativa. Avena Strigosa. Lolium Multiflorum

INTRODUÇÃO

O Brasil caracteriza-se por ter uma grande área de produção, agrícola e pecuária, constantemente buscando o aumento na produção. As estimativas de produção de grãos em 2013/14 apontaram para uma safra de 193,6 milhões de toneladas, em uma área plantada de 56,9 milhões de hectares (CONAB, 2014). Essas duas variáveis atingiram neste ano os maiores valores já alcançados no Brasil ao longo dos anos com perspectivas de aumento de 30,4% e 17,8% respectivamente para safra de 2023/24 (MAPA, 2014).

O milho é uma das culturas mais utilizadas tanto para a produção de grãos quanto de silagem, e destaca-se por ser o grão mais cultivado no mundo. No Brasil a produção nacional do milho é relativamente dispersa entre os estados, sendo que os principais estados produtores, Mato Grosso, Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, devem responder em 2013/14 por quase 70,0% da produção nacional. As maiores regiões produtoras são o Sul, com 31,5% da produção nacional e o Centro Oeste com 42,0%. No Sul a liderança é do Paraná responsável por 19,6% da produção nacional do grão (CONAB, 2014).

A participação do estado paranaense se dá em função do uso que o milho tem nas propriedades agrícolas para alimentação animal, tanto na forma de grãos inteiros ou moídos, e também na forma de forragem verde ou conservada (silagem), sendo utilizado também na forma de derivados ou in natura para alimentação humana.

Com o aumento da demanda pelo cereal a conscientização dos produtores em relação a melhoria das condições de produção, foi inevitável: adoção do manejo para o aumento da qualidade do solo, práticas de rotação de culturas, plantio direto, adubação (macro e micronutrientes) através da utilização de fertilizantes minerais e orgânicos (esterco, e adubação verde), com intuito de tornar a atividade mais sustentável (COELHO et al., 2006).

Com a intensificação das novas tecnologias e manejo de solo, busca-se alternativas para melhorar a produção através de modelos de implantações e formas de aproveitar melhor a terra durante o ano, onde a consorciação de plantas para pastejo e plantas para a produção de grãos esta sendo um método muito utilizado como forma de alimentação animal e de produção, (EMBRAPA, 2002). Por isso, o

sistema de integração lavoura pecuária tem se difundido com o passar do tempo e se tornado foco de pesquisa em diversos países no mundo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da cultura do milho em resposta ao efeito da ervilhaca consorciada com aveia e azevém no inverno em áreas de integração lavoura pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus Dois Vizinhos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). A área experimental está localizada a 25° 33' Sul e 51° 29' Oeste e tem altitude média de 500 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb (MAAK, 1968). A precipitação anual varia de 1.600 a 2.000 mm (IAPAR, 2000). O solo classificado como Latossolo vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006).

A área experimental utilizada foi de sete hectares. No inverno de 2012 toda a área foi cultivada com aveia branca cv. IPR 126, seguido do cultivo de milho para silagem (verão 2012/2013) e posterior pousio (janeiro a maio) até a implantação do experimento (parte de inverno) no dia 24 de abril de 2013.

Após o período de inverno, foi introduzida na área de pastagem a cultura do milho (*Zea mays*) com duplo propósito (grãos e silagem). O Delineamento Experimental foi o Blocos ao Acaso (DBA), com três repetições em parcelas subdivididas com pastejo e sem pastejo. Sendo os tratamentos os consórcios comostos por: aveia + azevém com animais recebendo suplementação; aveia + azevém + ervilhaca com animais sem suplementação e aveia + azevém + ervilhaca com animais recebendo suplementação.

Foi utilizado 200 kg de adubo mineral 5-20-10 ha⁻¹ aplicado no momento da semeadura e 120 de nitrogênio (N) em cobertura distribuídos em 4 aplicações. A proporção de sementes utilizadas foram de 30 kg ha⁻¹ de ervilhaca, 30 kg ha⁻¹ de azevém (cultivar barjumbo) e 60 kg ha⁻¹ de aveia (cultivar EMBRAPA 139), sendo implementadas com auxílio de semeadoura de plantio direto. O suplemento foi fornecido uma vez ao dia no período vespertino na proporção de 1% do peso vivo de milho moído em peneira de 1 mm.

Cada área experimental continha 0,7 ha. Assim, das unidades experimentais hibernais foi excluída uma área do pastejo que representou a área sem pastejo ou testemunha, de aproximadamente 100 m², a fim de compará-lo com o sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP). O sistema de pastejo foi em lotação contínua com taxa de lotação variável (MOTT; LUCAS, 1952). Após 80 dias do plantio iniciou-se o pastejo com 18 animais *testers* com genética da raça nelore e cruzamentos, pesando aproximadamente 440 Kg divididos 6 deles em cada tratamento (2 por repetição).

A pastagem de inverno foi dessecada com produto comercial a base de glifosato na proporção de 3 L ha⁻¹ e após 10 dias dessa atividade implementou-se a etapa de verão do experimento, plantando o milho para produção de grãos, e para silagem de planta inteira sobre cada tratamento hibernal. A cultivar de milho usada foi 1572 da AGROESTE, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de 70.000 sementes ha⁻¹.

Quando a planta de milho atingiu estágio fenológico R5 (grão farináceo duro com aproximadamente 35% de MS), colheu-se a 30 cm do solo, o total de plantas existente em 10 metros lineares, repetindo o corte em 4 pontos distintos por repetição (unidade experimental) para área pastejada e em 1 ponto por repetição (unidade experimental) para área sem pastejo. Para produção de silagem de planta inteira, avaliou-se: o produto entre o peso médio (kg de MS) por planta e a população de média de plantas (ha⁻¹) obtendo assim a produtividade de matéria seca (Kg ha⁻¹ de MS) da silagem.

Para a determinação dos componentes de rendimento e produção de grãos as variáveis avaliadas foram: número de fileiras em cada espiga; número de grãos por fileira; grãos por espiga; massa de mil grãos e rendimento de grão em Kg ha⁻¹, seguindo a metodologia de colheita da silagem de planta inteira, contudo o ponto de colheita foi mais tardio, quando a cultura atingiu o estágio fenológico R6 (maturidade fisiológica do grão).

Os resultados dos dados foram submetidos a análise de variância por meio do teste F com níveis de significância de 5% e 1%. Quando os resultados apresentaram significância os mesmos foram analisados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se que de acordo com a análise de variância (tabela 1), somente houve diferença para a massa de 1000 grãos quando comparados com o fator B (pastejo e sem pastejo), o que demonstra o potencial de utilização do sistema de Integração Lavoura Pecuária para a produção de milho na região sudoeste do Paraná.

Tabela 1: Análise de Variância da para Produção de Milho Kg ha⁻¹ e Componentes de Rendimento para os Consórcios: Aveia + Azevém + Suplementação, Aveia + Azevém + Ervilhaca e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação em 84 dias de avaliação UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015

VARIÁVEIS	GL	Produção de milho	Fileiras/Espiga	Grãos/Fileira	Grãos/Espiga	Massa de 1000 Grãos
A:Consórcio	2	888310 ^{NS}	0,270972 ^{NS}	20,3718 ^{NS}	3756,79 ^{NS}	809,062 ^{NS}
B:Pastejo e Sem Pastejo	1	198529 ^{NS}	0,0138889 ^{NS}	9,17347 ^{NS}	3022,21 ^{NS}	2540,18*
C:Bbloco	2	5,74954E6 ^{NS}	0,0801389 ^{NS}	5,05931 ^{NS}	856,792 ^{NS}	2218,93*
INTERAÇÕES	GL					
AB	2	3,07712E6 ^{NS}	0,120972 ^{NS}	6,74681 ^{NS}	3098,04 ^{NS}	1249,26 ^{NS}
RESIDUAL	10	1,47971E6 ^{NS}	0,227639 ^{NS}	9,12697 ^{NS}	2269,88 ^{NS}	404,659 ^{NS}
TOTAL	17					

** significativo a 1%

*= significativo a 5%

NS = não significativo

GL = Graus de Liberdade

A não significância dos demais componentes avaliados denota uma equivalência de resultados entre o sistema integrado de produção corte e milho e o sistema convencional de sistemas isolados.

A tabela 2 apresenta a produção de milho (kg ha⁻¹) dentro de cada consórcio de inverno, demonstrando não haver influencia dos mesmos para com a produtividade da cultura. Resultado semelhante foi encontrado por Medrado et al. (2011) ao testarem a influencia das coberturas de inverno na produtividade do milho.

Tabela 2: Produção de milho grão, kg ha⁻¹ em função de diferentes consórcios de forrageiras antecedendo a cultura. Consórcios Aveia + Azevém + Suplementação (T1), Aveia + Azevém + Ervilhaca (T2) e Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplementação (T3). UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Consórcio	Pastejo	Sem Pastejo kg ha ⁻¹	MÉDIA
Aveia+Azevém+Suplementação	7847	6518	7182^a
Aveia+Azevém+Ervilhaca	6418	7921	7170^a
Aveia+Azevém+Ervilhaca+Suplementação	6281	6738	6510^a
MÉDIA	6849^a	7059^a	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A produção nos consórcios T2 e T3 sem pastejo foram superiores ao T1, (7921, 6738 e 6518 kg ha⁻¹, respectivamente), evidenciando uma possível influência do uso da ervilhaca já que ambos são idênticos experimentalmente ao considerar que não houve suplementação nessa área (T3 especificamente). Contudo, nota-se numericamente uma maior produção para os consórcios T1 em área pastejada (7.847 kg ha⁻¹) e T2 (7.921 kg ha⁻¹) em área sem pastejo, porém não sendo suficientemente superior a ponto de diferir estatisticamente dos demais.

Lopes et al. (2007) afirmam que, o rendimento de grão do milho é determinado principalmente pelo número de grãos por planta e por unidade de área, corroborando com os resultados encontrados nessa pesquisa, visto que ambos as variáveis rendimento de grãos e número de grãos por espiga não diferiram entre consórcios, tão pouco para áreas pastejadas ou não.

Ao compararmos os resultados com os encontrados por Medrado et al. (2011), avaliando decomposição de plantas de cobertura antecedentes a cultura do milho e Carvalho et al. (2007), ao avaliarem espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho a produtividade do milho foi inferior em aproximadamente 30% explicado em função da menor estande de plantas associado a menor massa de grãos comparativamente aos resultados encontrados pelos pesquisadores. De acordo com Lopes et al. (2007) o rendimento é influenciado pelas mudanças nas práticas culturais, melhoramento genético, alterações climáticas e a interação entre elas.

Baseado nessa afirmação, a figura 1 apresenta a baixa precipitação pluviométrica, com média de 130 mm mês⁻¹ entre janeiro e abril de 2014, período esse correspondente a fase de florescimento e enchimento de grãos, a qual de acordo com EMBRAPA (2010), a demanda hídrica da cultura do milho por ocasião

destas fazes, corresponde a faixa de 5 a 7,5 mm dia⁻¹, e portanto, tais estádios fenológicos deveriam ocorrer em meses com precipitação pluviométrica igual ou superior a 150 mm.

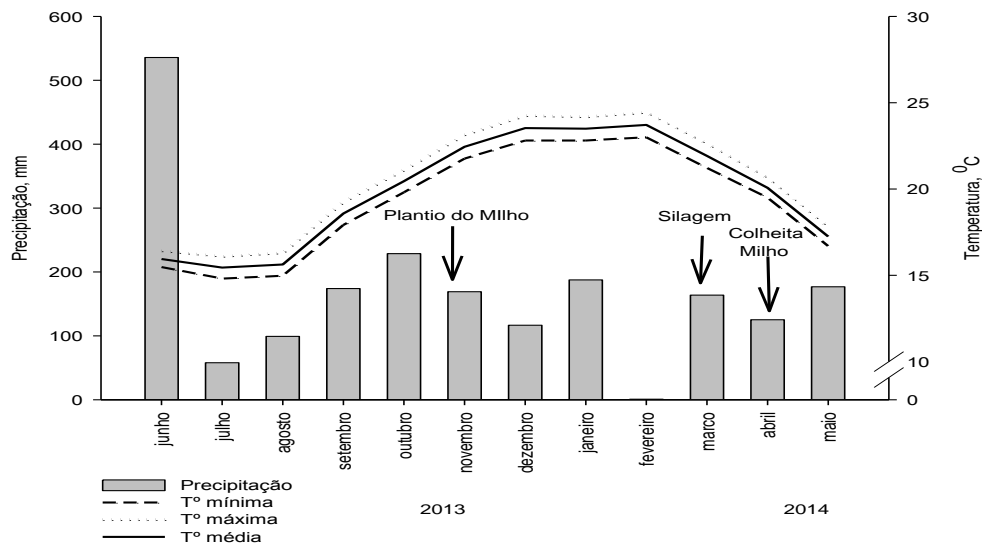


Figura 1. Precipitação e temperatura registradas durante o período de Junho de 2013 a Maio de 2014 coincidente com o período experimental. UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, 2015.
Fonte: www.gebiomet.com.br

A não diferença da produção entre áreas pastejadas e não pastejadas, demonstra que a presença do animal não influenciou a produção do milho, de modo que não ocasionou efeito suficiente de compactação superficial que pudesse limitar o desenvolvimento das plantas e, por consequência, a produtividade de grãos, fato este compartilhado por Pereira (2014) e Assmann et al. (2003), ao encontrarem valores de produção de milho superiores em áreas pastejadas, dando destaque ao efeito da ciclagem de nutrientes proveniente do esterco de animais, o que indica o grande potencial do sistema de ILP na produção de grãos de forma economicamente viável, justificando a defesa em favor do seu uso nas propriedades agropecuárias.

Segundo Lopes et al. (2007), 75% das variáveis da espiga do milho estão correlacionadas positivamente entre si, (GARCIA et al., 2013) de modo que dificilmente estudos encontrarão diferença parcial ao avaliarem componentes de rendimento.

Concordando com a afirmação, dentre os componentes de rendimentos, a massa de 1000 grãos foi a única a apresentar diferença significativa com resultado favorável as áreas sem pastejo (Tabela 3).

Tabela 3: Componente de rendimento – Massa de 1000 grãos. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015

Consórcio	Pastejo	Sem Pastejo
	Massa de 1000 grãos (g)	
Aveia+Azevém+Suplementação	276,9 ^{Ab}	267,8 ^{Aa}
Aveia+Azevém+Ervilhaca	271,2 ^{Ab}	315,6 ^{Aa}
Aveia+Azevém+Ervilhaca+Suplementação	256,3 ^{Ab}	292,4 ^{Aa}

Letras maiúscula diferentes na coluna diferem entre si dentro dos tratamentos e minúsculas entre pastejo e sem pastejo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entre os consórcios não foi observado diferença para a variável massa de mil grãos, havendo tendência de melhor resultado numérico para T1 (276,9 g) em áreas pastejadas e T2 (315,6 g) para áreas sem pastejo, valores estes superiores ao valor médio (271,2 g) encontrado por Pacentchuk et al. (2010), ao testarem doses de adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do milho, Gonçalves et al. (2008) com média de 238,5 g ao testarem aplicação de adubo mineral no sulco de semeadura e Pereira (2014) com 224,4 em áreas pastejadas e 234,7 em áreas sem pastejo.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados dos demais componentes de rendimento em cada consórcio bem como nas áreas pastejadas e sem pastejo, os quais também não sofreram efeito da presença do animal.

Tabela 4: Componentes de rendimento – Grãos por espiga, Grãos por fileira e Fileira por espiga. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Consórcios	Pastejo	Sem Pastejo	Média
		Grãos por Espiga	
Aveia+Azevém+Suplementação	627,3	624,1	625,7 ^a
Aveia+Azevém+Ervilhaca	604,3	608,0	606,1 ^a
Aveia+Azevém+Ervilhaca+Suplementação	618,2	616,7	617,4 ^a
Média	616,6^a	616,3^a	

Consórcios	Pastejo	Sem Pastejo	Média
		Grãos por Fileira	
Aveia+Azevém+Suplementação	37,4	37,0	37,2 ^a
Aveia+Azevém+Ervilhaca	36,6	36,5	36,5 ^a
Aveia+Azevém+Ervilhaca+Suplementação	37,2	38,1	37,7 ^a
Média	37,1^a	37,2^a	

Consórcios	Pastejo	Sem Pastejo	Média
		Fileiras por Espiga	
Aveia+Azevém+Suplementação	16,8	16,9	16,8 ^a
Aveia+Azevém+Ervilhaca	16,6	16,7	16,6 ^a
Aveia+Azevém+Ervilhaca+Suplementação	16,6	16,2	16,4 ^a
Média	16,6^a	16,6^a	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade na coluna e na linha.

Através da análise de variância, nota-se que em nenhuma das variáveis apresentadas houve diferença independentemente do consórcio forrageiro, bem como em áreas pastejadas ou sem pastejo.

Ao analisarmos valores absolutos da variável grãos por espiga, grãos por fileira e fileiras por espiga verifica-se uma superioridade dos valores em relação aos encontrados por Gonçalves et al. (2008) e Pereira (2014).

A produção de matéria seca da silagem de planta inteira encontrada entre os consórcios aveia + azevém + suplemento, aveia + azevém + ervilhaca, aveia + azevém + ervilhaca + suplemento estão apresentadas na tabela 5.

Tabela 5 - Produção de Matéria Seca (kg ha^{-1}) de silagem de planta inteira de milho cultivado após diferentes combinações de consórcio de espécies forrageiras pastejadas (sistema de integração lavoura-pecuária) e sem pastejo (sistema plantio direto convencional). UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Consórcios	Pastejo	Sem Pastejo	Média
		kg ha^{-1} de MS	
Aveia + Azevém + Suplemento	11763	10353	11058^a
Aveia+ Azevém + Ervilhaca	13810	13201	13505^a
Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplemento	10290	13817	12054^a
Média	11954^a	12457^a	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade na coluna e na linha.

As produtividades da silagem de planta inteira do milho (kg ha^{-1} de MS) dos consórcios apresentaram médias de 11.058; 13.505; 11.745, para T1, T2 e T3 respectivamente, medias de 11.954 em áreas de pastejo e 12.252, em áreas sem pastejo as quais não apresentaram diferenças significativas.

Em estudos realizados pela Embrapa (2001), eles consideram que os híbridos cultivados atualmente apresentam em média 500 g/kg de grãos na matéria seca da parte aérea, referência essa muito próxima ao encontrado no experimento.

Porém os resultados foram inferiores aos encontrados por Beleze et al. (2003) os quais chegaram a encontrar de 14 até 22 mil Kg ha^{-1} de MS. Segundo Cabon (1996), a genética e as relações com fatores do meio, especialmente a água e a temperatura, podem explicar o comportamento da planta, quanto à composição química e ao crescimento, fato este já citado anteriormente. Ainda segundo Lemaire (1997) afirma que após a disponibilidade hídrica, o nitrogênio é o fator mais limitante para produção de biomassa em um ecossistema natural.

Observa-se na tabela 6 os teores dos macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) na silagem de planta inteira.

Tabela 6 - Teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) na silagem de planta inteira de milho cultivado após diferentes combinações de consórcio de espécies forrageiras pastejadas (sistema de integração lavoura-pecuária) e sem pastejo (sistema plantio direto convencional). UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.

Consórcios	Pastejo	Sem Pastejo	Média
	% N		
Aveia + Azevém + Suplemento	1,36	1,22	1,29 ^a
Aveia + Azevém + Ervilhaca	1,47	1,29	1,38 ^a
Aveia + Azevém + Ervilhaca + Suplemento	1,43	1,29	1,35 ^a
Média	1,42^a	1,26^a	

Consórcios	Pastejo	Sem Pastejo	Média
	% P		
Aveia + azevém + suplemento	0,31	0,33	0,32 ^a
Aveia+azevém+Ervilhaca	0,30	0,34	0,31 ^a
Aveia+azevém+ervilhaca+suplemento	0,32	0,34	0,33 ^a
Média	0,31^a	0,33^a	

Consórcios	Pastejo	Sem Pastejo	Média
	%K		
Aveia + azevém + suplemento	2,43	2,47	2,45 ^a
Aveia+azevém+Ervilhaca	2,20	2,43	2,31 ^a
Aveia+azevém+ervilhaca+suplemento	1,67	2,43	2,05 ^a
Média	2,10^a	2,44^a	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade na coluna e na linha.

Segundo Faquin (2002), uma forma de avaliar o status nutricional de uma cultura é através do nível crítico de macronutrientes. Este por sua vez compreende o teor ou faixa de determinado nutrientes na planta que quando abaixo acarreta em baixo crescimento ou produção e quando a cima não é economicamente viável.

Trabalhos de Cavalcante et al. (2013), Oliveira (2010), encontraram valores de nitrogênio semelhantes para as cultivares avaliadas e com produções de kg ha⁻¹ de MS superiores ao demonstrado nesse trabalho, demonstrando que o status nutricional da planta é fundamental para garantir uma alta produtividade por área, porém isoladamente não influencia no resultado final, necessitando estar associado a outro fator limitante como a baixa precipitação pluviométrica, fator esse não mencionado nos trabalhos dos autores citados.

CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa entre tratamentos, em nenhuma das variáveis avaliadas, porém numericamente tanto para produção de grãos quanto para produção de silagem de planta inteira houve melhores resultados para tratamentos com a presença da ervilhaca.

Entre áreas pastejadas e sem pastejo a diferença se deu apenas na variável massa de 1000 grãos, a qual demonstrou-se superioridade em áreas e que não teve o efeito do animal.

O sistema de Integração Lavoura Pecuária demonstrou-se competitivo, visto que os resultados não deferiram (áreas pastejadas) ao ser serem comparados com o sistema convencional (áreas sem pastejo).

REFERENCIAS

ASSMANN, T. S.; RONZELLI, J. P.; MORAES, A.; ASSMANN, A. L., KOEHLER, H. S., e SANDINI, I. E.; Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2003

BELEZE, J. R. F. et al; Avaliação de Cinco Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.) em Diferentes Estádios de Maturação. 1. Produtividade, Características Morfológicas e Correlações. **Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.529 - 537, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n3/a05v32n3>. Acesso em: 03 jan 2015.

CABON, G. Diversity of chemical composition evolutions of maize the weeks before harvesting Indicators of physiological stage. In: COLLOQUE MAÏS ENSILAGE, 1996, Nantes. **Anais...** Nantes: 1996. p.43-50.

CARVALHO, I de Q et al. ; Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Scientia Agrária**, v.8, nº2, p. 179 – 184, 2007

CAVALCANTE, S. E. A. S. et al.; Características agronômicas e Produtivas do milho híbrido e o Valor nutritivo da silagem Submetido a diferentes fontes De adubação. **NUTRITIME** – ISSN 1983-9006. Art. 187, v. 10, nº 01, p. 2180 – 2194. jan/fev 2013. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO%20188%20-%20CARACTERISTICAS%20AGRONOMICAS%20MILHO%20HIBRIDO_.pdf. Acesso em: 12 jan 2015.

COELHO et al; Antônio, FRANCA, Gonsalo, E. Nutrição e adubação do milho. Pesquisadores da **Embrapa milho e sorgo**. ISSN 1679-0162, Comunicado Técnico 44, Sete Lagoas, p. 12. dez 2006. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/comunicado/Com_44.pdf. Acesso em: 10 jan 2015

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO; **Perspectivas para a agropecuária**. Safra 2014/2015, CONAB, 2014. ISSN 2318-3241, v. 2. Brasília. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_18_03_00_perspectivas_2014-15.pdf. Acesso em: 05 jan 2015

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA; **Cultivo do Milho**. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 6ª ed. dez 2002. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm. Acesso em: 08 jan 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . EMBRAPA; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 2ª Ed. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 20 abr 2014.

FAQUIN, V.; **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Monografia. UFLA. Lavras p. 77. 2002. Disponível em: http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Diagnose%20do%20Estado%20Nutricional%20das%20Plantas.pdf. Acesso em: 12 jan 2015.

GARCIA, C. M. de P. et al; Desempenho agrônômico da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. ISSN 0103-8478. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.4, p.589-595, abr, 2013. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/331/33125776010.pdf>. Acesso em: 08 jan 2014.

GONÇALVES, A. C. et al.; Produtividade e componentes de produção do milho adubado com Cu e NPK em um argissolo. **Scientia Agrária**. Curitiba, v.9, nº1, p. 35 - 40, 2008. Disponível em: http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCUQFjAB&url=http%3A%2F%2F Dialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F2901068.pdf&ei=L1G9VMvVHealsQS0hoHgAg&usg=AFQjCNEcm43QUny66G_8pi-s6TK20BEPKQ&sig2=fsqelUwKReE9Bn3Ytab5ng. Acesso em: 05 jan 2015.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. IAPAR; **Cartas do Paraná**. 2000. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em: 20 abr 2014.

LOPES, S. J. et al.; Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, ISSN 0103-8478, v.37, n.6, p.1536-1542, nov-dez, 2007. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33137605>. Acesso em: 08 jan 2015.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Parana. UFPR. Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350p.

MEDRADO, R. D. et al.; DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO PARA A CULTURA DO MILHO. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.12, nº 2, p.097-107, Mar de 2011. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/agraria/article/viewFile/33761/21118>. Acesso em 02 de out. de 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; **Projeções do agronegócio**. Brasil 2013/2014 a 2023/2024 projeções de longo prazo. MAPA, 2014. Brasília, p. 122. set 2014. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/projecoes-do-agronegocio>

OLIVEIRA, M. R.; **EFEITO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO NA QUALIDADE DE SILAGENS DE MILHO NA RESPOSTA ECONÔMICA DE NOVILHOS CONFINADOS**. Dissertação. UNICENTRO, Guarapuava. p. 134, 2010.

PACENTCHUK, F. et al; Produtividade e massa de mil grãos de milho com diferentes épocas de aplicação da adubação nitrogenada e fosfatada. **Anais...** In: XIX Encontro anual de iniciação científica. Guarapuava, UNICENTRO, p. 4. 2010. Disponível em: <http://anais.unicentro.br/xixeaic/pdf/2137.pdf>. Acesso em: 10 jan 2015.

PEREIRA, J. R.; **Resistência Mecânica do Solo a Penetração e Rendimento do Milho em Sistema Integração Milho-bovinos de Corte**. 2014. f. 69 . Dissertação. UTFPR, Dois Vizinhos, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos que objetivem a ciclagem de nutrientes exigem muito trabalho, visto que vários dias de avaliação são necessários chegando a ultrapassar um ano para uma única fase estacional do ano, associado ao manejo intensivo com os animais para coleta de esterco e posterior avaliação do comportamento de liberação dos nutrientes.

O fato dos resultados estarem atrelados a fatores, os quais não são passíveis de controle como é o caso do clima, tornam o estudo ainda mais desafiador. Porém ao conduzirem um experimento dessa magnitude, todos os envolvidos adquirem experiência, e esta ao final transforma-se em recompensa pelo esforço e dedicação a ela impostos.

ANEXO



Anexo A - Foto aérea e croqui da área experimental. T1 = aveia + azevém com animais recebendo suplementação; T2 = aveia + azevém + ervilhaca com animais sem suplementação; T3 = aveia + azevém + ervilhaca com animais recebendo suplementação. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2015.