

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE AGRONOMIA

MAICON JUNIOR DETONI

**NITROGÊNIO NO SOLO E NA CULTURA DO MILHO SUBSEQUENTE AO
CULTIVO DE ERVILHACA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2016

MAICON JUNIOR DETONI

**NITROGÊNIO NO SOLO E NA CULTURA DO MILHO SUBSEQUENTE AO
CULTIVO DE ERVILHACA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor

Dois Vizinhos
2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Campus Dois Vizinhos
 Diretoria de Graduação e Educação Profissional
 Coordenação do Curso de Agronomia

UTFPR
 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

TERMO DE APROVAÇÃO

**NITROGÊNIO NO SOLO E NA CULTURA DO MILHO SUBSEQUENTE AO
 CULTIVO DE ERVILHACA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

por

MAICON JUNIOR DETONI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ou esta Monografia ou esta Dissertação foi apresentado(a) em 08 de junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro(a) Agrônomo(a). O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Laércio Ricardo Sartor
 Prof.(a) Orientador(a)
 UTFPR-DV

Lucas da Silva Domingues
 Membro titular
 UTFPR-DV

André Pellegrini
 UTFPR-DV

Responsável pelos Trabalhos
 de Conclusão de Curso

Cóordenador(a) do Curso
 UTFPR – Dois Vizinhos

AGRADECIMENTOS

Algumas pessoas marcam a nossa vida para sempre, umas porque nos vão ajudando na construção, outras porque nos apresentam projetos de sonho e outras ainda porque nos desafiam a construí-los.

A Deus por ter me dado saúde, força e coragem para superar todas as dificuldades ao longo desta jornada.

Agradeço a minha família, pelo amor, incentivo e colaboração, principalmente nos momentos de dificuldade.

A UTFPR, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança e ética aqui presente.

Ao Professor Dr. Laércio Ricardo Sartor pela orientação, amizade, e confiança em mim depositada.

Aos meus colegas pelas palavras amigas nas horas difíceis, pelo auxílio nos trabalhos e dificuldades e principalmente por estarem comigo nesta caminhada tornando-a mais fácil e agradável.

RESUMO

DETONI, M. J. **Nitrogênio no solo e na cultura do milho subsequente ao cultivo de ervilhaca em sistema de integração lavoura pecuária**. Trabalho de conclusão de Curso II. Dois Vizinhos – UTFPR, p.34, 2016.

A utilização de sistemas integrados de produção oferece diversos benefícios ao produtor rural, pois possibilita o uso intensivo do solo e dos recursos da propriedade, além disso, o sistema proporciona melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo.. Neste sentido este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da ervilhaca na dinâmica de nitrogênio mineral no solo e na cultura do milho associada a diferentes doses de adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura pecuária. O experimento foi realizado no município de Dois Vizinhos, na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A área experimental foi constituída de uma área total de 7 hectares, que estava dividida em 3 blocos, estes por sua vez foram subdivididos em piquetes. Durante o inverno estes piquetes receberam as seguintes combinações de pastagens: aveia+azevém e aveia+azevém+ervilhaca. Em cada piquete foi excluída uma pequena área de aproximadamente 100 m² que foi mantida sem pastejo. Durante o verão foi implantada a cultura do milho em sistema de semeadura direta. Cada piquete foi subdividido em parcelas onde foram alocadas as doses de nitrogênio (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹). Foram avaliados os teores de nitrato e amônio do solo 7, 14, 21, 36 e 72 dias após a aplicação de N. Também foi avaliado o rendimento de grãos de milho ao final do ciclo da cultura. As áreas pastejadas apresentaram maior concentração de nitrato e amônio que nas áreas onde não houve pastejo. A inclusão da ervilhaca consorciada com aveia e azevém não proporcionou acréscimo nos teores de nitrato e amônio no solo. O rendimento de grãos de milho foi superior nas áreas com presença de animais em relação às áreas sem pastejo.

Palavras-chave: *Zea mayz*, *Vicia sativa*, forrageiras hibernais, fixação biológica de nitrogênio (FBN), nitrato, amônio.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Sistema de integração lavoura pecuária.....	9
2.2 A cultura do milho em sistema de integração lavoura pecuária.....	11
2.3 A adubação nitrogenada na cultura do milho em ILP.....	12
3. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo geral:	15
3.2 Objetivos específicos:	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1 Localização e caracterização da área experimental	16
4.2 Área experimental.....	16
4.3 Estabelecimento da cultura do milho.....	17
4.4 Delineamento experimental.....	17
4.5 Dinâmica de nitrogênio no sistema solo/planta.....	17
4.6 Rendimento de grãos de milho.....	18
4.7 Análises estatísticas	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
5.1 Concentração de amônio no solo	20
5.2 Concentração de nitrato no solo	23
5.3 Nitrogênio na planta	26
5.4 Rendimento de grãos de milho	28
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

A crescente expansão das áreas de integração lavoura-pecuária na região Sul do Brasil, aliada a pressão por uma produção baseada na sustentabilidade nos remete a busca de novas alternativas para a produção vegetal. A utilização de sistemas agrícolas integrados permite uma maior utilização dos recursos da propriedade além de ocupar o solo durante o ano todo. Os principais benefícios do sistema ILP em relação ao convencional são melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo. Outro fator preponderante da adoção do sistema é a diversificação da renda pela inclusão do fator animal no sistema.

Na busca por sistemas mais equilibrados e com menor dependência externa de insumos uma alternativa promissora para as áreas do Sul do Brasil, é a inserção de espécies fixadoras de nitrogênio atmosférico durante o período hibernal, como a ervilhaca. Estas espécies possuem elevado teor nutritivo para os animais e podem realizar um aporte de nitrogênio para a cultura seguinte, contribuindo com a melhoria da qualidade do solo e com a diminuição dos custos de produção.

A utilização da ervilhaca nestes sistemas, busca proporcionar incrementos na qualidade física, química e biológica dos solos, que refletirão na produção de grãos. Além disto, devido à capacidade de fixação biológica de nitrogênio da ervilhaca, é possível que haja uma redução da adubação nitrogenada na cultura subsequente. Entretanto, pouco se sabe sobre a dinâmica do nitrogênio nestas condições, sendo assim, este trabalho procura elucidar o comportamento do nutriente no sistema solo/planta nestas condições.

Outro ponto a ser destacado refere-se à utilização de insumos, visto que em sistemas intensivos esperam-se altos níveis de produção, tanto para agricultura como pecuária. O nitrogênio é o elemento que mais frequentemente limita a produção. Neste contexto a construção da fertilidade do solo exerce papel fundamental nestes sistemas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema de integração lavoura pecuária

As propriedades agrícolas, em geral, necessitam de alternativas de rotação que possam intensificar o uso da terra, aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção e melhorar a renda (MORAES et al. 2011). Neste sentido, diversas estratégias vêm sendo adotadas possibilitando aos agricultores alternativas viáveis tanto do ponto de vista econômico, como ambiental. Uma destas ferramentas que vem se consolidando na região Sul do país refere-se aos sistemas de integração lavoura-pecuária, que é uma denominação brasileira a sistemas de produção que se caracterizam, principalmente, pela combinação de ciclos de agricultura com ciclos de pecuária, em sucessão na mesma área (CARVALHO, et al. 2006).

De acordo com dados da SEAB, no estado do Paraná durante a safra 2013/14 dos 5.836.260 hectares cultivados na safra de verão, apenas 1.633.143, ou seja, 27% foram ocupados com culturas de inverno como trigo, aveia, cevada e triticale. Esta baixa ocupação das áreas com culturas hibernais está relacionada principalmente às oscilações climáticas nos últimos anos e também devido à falta de atratividade do ponto de vista comercial.

A utilização de espécies forrageiras durante o inverno, quando bem manejadas, proporcionam a cobertura do solo, diminuindo o impacto das gotas da chuva sobre o solo, uma das principais causas da perda de solo por erosão. Além disso, de acordo com Calegari (2004) a cobertura do solo proporciona reciclagem de nutrientes e adição de nitrogênio pelo uso de leguminosas; possibilita a competição/supressão das plantas daninhas, além de promover ao longo dos anos o aumento dos teores de matéria orgânica, proporcionando melhorias das características físicas, químicas e biológicas do solo.

Assmann et al. (2008) relata que os sistemas de produção que integram animais e culturas anuais caracterizam-se basicamente pela utilização de pastagens anuais de inverno para pastejo de bovinos e produção de grãos no verão. Com o propósito de diversificação e intensificação dos sistemas agropecuários os sistemas de ILP têm proporcionado melhorias na qualidade física, química e biológica dos solos.

Uma das vantagens deste sistema refere-se à ciclagem de nutrientes, isto porque grande parte dos nutrientes ingeridos pelos animais volta ao solo via fezes e urina. Isso ocorre porque a mastigação e a digestão aceleram a mineralização dos nutrientes contidos na massa vegetal (POWELL & WILLIAMS, 1993).

Outro ponto a ser destacado refere-se a possibilidade de inclusão de espécies fixadoras de nitrogênio atmosférico durante o inverno. Estas espécies além de possuírem elevado teor nutritivo para os animais em pastejo incrementam os níveis de nitrogênio presente no solo, deixando-o disponível para a cultura seguinte.

O sistema ILP pode aumentar as concentrações de carbono orgânico no solo ao longo do tempo, devido ao crescimento contínuo de plantas na área, seja pastagem ou culturas para exploração vegetal, rotação de culturas, incremento da massa produzida por tempo em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes (TRACY & ZHANG, 2008). O teor de C orgânico representa um importante indicador de qualidade do solo (CONCEIÇÃO, et al., 2005), já que este afeta diretamente os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (BALBINOT JUNIOR, et al., 2009). Argenta et al. (2001) relata que em condições de pousio ocorre a redução da incorporação de carbono orgânico no solo, com aumento da erosão hídrica, decorrente da falta de proteção do mesmo.

No que se refere ao aspecto econômico, os sistemas ILP, proporcionam: diversificação de renda, resultante da produção vegetal e animal na mesma área (FONTANELI et al., 2000) ainda de acordo com autor ocorre incremento na renda por área se comparado aos sistemas não integrados. Isso ocorre devido ao uso contínuo das áreas agrícolas, ao aumento de rendimento vegetal e/ou animal (ASSMANN et al., 2003). Ambrosi et al., (2001) também destaca a redução de riscos de insucesso econômico, já que há maior diversificação de atividades econômicas. Embora o sistema ILP possa apresentar vantagens em relação a sistemas não-integrados de produção, seu sucesso depende de adequado conhecimento sobre o sistema como um todo (BALBINOT JUNIOR et al., 2009).

2.2A cultura do milho em sistema de integração lavoura pecuária

A cultura do milho representa um dos principais insumos do segmento produtivo no Brasil, isto por que além de estar presente na alimentação humana na forma de subprodutos como massas e farinhas, o cereal representa uma parcela significativa na alimentação da cadeia de bovinos, aves e suínos.

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a expectativa de produção brasileira do cereal durante a safra 2015/16 é de aproximadamente 84,6 milhões de toneladas, colocando o país como terceiro maior produtor mundial. Neste cenário, a região sul representa um importante pólo produtor, sendo responsável por pouco mais de 25,1 milhões de toneladas, com uma produtividade média de 6.600 kg ha⁻¹, acima da média nacional de 5.469 kg ha⁻¹.

O milho se destaca no contexto da integração lavoura pecuária devido às várias aplicações que esse cereal possui dentro da propriedade agrícola, tanto na alimentação animal na forma de grãos, forragem verde ou conservada (silagem), na alimentação humana ou na geração de receita, mediante a comercialização da produção excedente (ALVARENGA et al., 2006).

O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético da semente e das condições edafoclimáticas do local de plantio, além do manejo da lavoura (EMBRAPA, 2009). Portanto, para que se alcance altos níveis produtivos é necessário a adoção de técnicas adequadas de manejo. Este conhecimento é vital para que as práticas de manejo sejam utilizadas no momento mais oportuno para maximizar o potencial produtivo da planta, uma vez que máximos rendimentos de grãos são obtidos somente quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de desenvolvimento da planta (SANGOI, 2012).

No que se refere ao manejo da cultura do milho, um dos principais gargalos tem sido a adubação nitrogenada. Isto devido ao nitrogênio ter um papel importante em vários processos essenciais para a manutenção da vida da planta, como constituinte da molécula de clorofila (ANDRADE et al., 2003), aminoácidos, bases nitrogenadas, coenzimas, enzimas e ácidos nucleicos (TAIZ E ZEIGER, 2004) e dessa forma, é considerado o nutriente que mais limita a produção (ROBERTO et al., 2010).

2.3A adubação nitrogenada na cultura do milho em ILP

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio do solo, portanto requer elevadas doses do nutriente. O nitrogênio presente no solo na maioria das vezes é insuficiente para atender a demanda das culturas, sendo necessária a adição de fertilizantes químicos, que por sua vez acabam onerando o custo de produção. A adubação nitrogenada é considerada um dos principais fatores limitantes da produção de milho, interferindo diretamente nos componentes de rendimento da cultura (AMADO et al., 2002).

Em condições naturais, o nitrogênio entra no sistema através da fixação biológica e/ou pela decomposição de resíduos de animais e vegetais (VORPAGEL, 2010). Ainda segundo o autor, do N contido no solo, cerca de 90% está presente na matéria orgânica numa forma estável, porém não disponível para as plantas. Este se torna disponível lentamente e em quantidades insuficientes para satisfazer as exigências das plantas de milho em crescimento (BARROS NETO, 2008).

Na região Sul do Brasil, a recomendação de adubação nitrogenada na cultura do milho é baseada no teor de matéria orgânica do solo, na expectativa de rendimento de grãos e no histórico da área (CFS-SC/RS, 1995). Entretanto em sistemas onde se espera altos níveis produtivos, o nitrogênio aplicado via fertilizante mineral, além de ser um produto obtido com a queima de combustíveis fósseis, quando aplicado na lavoura está susceptível a elevadas perdas por volatilização e lixiviação, sendo que esta última perda pode representar contaminação de águas superficiais e subterrâneas.

No sistema de integração lavoura-pecuária o retorno de N ocorre via excrementos animais no inverno e via fertilizantes nitrogenados no inverno e no verão (KAMINSKI, 2013). Contudo para Fernandes (2006) a disponibilidade de nitrogênio no solo depende dos processos de imobilização e mineralização que ocorrem durante a decomposição dos resíduos vegetais. A utilização de espécies com potencial de fixação biológica de nitrogênio, como a ervilhaca durante o período hibernal pode acarretar no aumento do nitrogênio disponível para a cultura seguinte. Quando moléculas orgânicas, ricas em N, estão

presentes em abundância na palhada, o N em excesso para a biossíntese microbiana, durante o processo de decomposição, será liberado como amônia, ou seja, resultando em sobras para o solo (FERNANDES, 2006). Todavia, também pode ocorrer mobilização do N presente no solo. Quando os microrganismos, para atender suas necessidades metabólicas de biossíntese, assimilam o nitrogênio mineral do solo, devido à incorporação de resíduos como baixo teor de N (BARTZ, 2005). O processo de imobilização assim como o de mineralização são diretamente influenciados pela relação C/N dos resíduos, bem como o manejo empregado.

Para Rambo et al., (2007), o teor de nitrato (NO_3^-) presente no solo consiste em um dos principais indicadores da disponibilidade de nitrogênio, isto devido ao fato da grande maioria do nitrogênio mineral estar no solo sob esta forma. O conhecimento da disponibilidade de N mineral no solo durante o ciclo da cultura é muito importante para a realização da adubação nitrogenada na época e com quantidade adequadas (KAMINSKI, 2013). Os estudos envolvendo a dinâmica de nitrogênio em sistemas de integração lavoura-pecuária são recentes, e devido à interferência do clima na eficiência do nutriente, requerem estudos localizados, sendo os níveis de nitrato presente no solo um indicador do nitrogênio residual para a cultura do milho.

De acordo com Kaminski (2013) o nitrogênio presente no solo na maioria das vezes é insuficiente para satisfazer a demanda das culturas. Por isso a utilização de sistemas ILP, recorrendo algumas vezes à utilização de fertilizantes nitrogenados, assegura a sustentabilidade do sistema produtivo (BAETHGEN, 1992). O retorno de N no sistema ILP ocorre via excrementos animais no inverno e via fertilizantes nitrogenados no inverno e no verão (KAMINSKI, 2013).

Uma alternativa para aumentar a disponibilidade de N no solo seria o uso de espécies leguminosas como culturas antecessoras ao milho, por possuírem a capacidade de fixar o N_2 atmosférico (SILVA, et al. 2007). A quantidade de N acumulado durante o ciclo da ervilhaca pode chegar a 220 kg ha^{-1} , sendo que devido a baixa relação C/N dos resíduos vegetais, a liberação do N ocorre rapidamente.

Outro ponto importante referente a adubação nitrogenada na cultura do milho refere-se a dose e época de aplicação, visando obter a máxima eficiência

do nutriente. Contudo deve ser considerada a existência de diversos fatores que interferem na disponibilidade de N liberado pelo solo, assim como na sua absorção e assimilação pela planta (JADOSKI et al., 2010). O N é um nutriente muito dinâmico, e está sujeito a perdas por lixiviação, volatilização, imobilização, mobilização, nitrificação, desnitrificação e mineralização (AMADO, et al. 2002), portanto para a sua aplicação é necessário que as condições ambientais sejam favoráveis.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral:

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da ervilhaca na dinâmica de nitrogênio mineral no solo e na cultura do milho em sistema de integração lavoura pecuária.

3.2 Objetivos específicos:

- Avaliar os teores de nitrato e amônio após a aplicação de nitrogênio na cultura do milho, bem como a dinâmica dos teores de nitrato no solo;
- Avaliar o efeito da fixação biológica de nitrogênio proporcionada pela ervilhaca em sistema de integração lavoura pecuária na cultura do milho;
- Avaliar a produção de milho em sistema de integração lavoura pecuária subsequente aos consórcios de aveia+azévem+ervilhaca e aveia+azevém; com adição de diferentes doses (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹) de adubação nitrogenada em cobertura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

O presente foi realizado no município de Dois Vizinhos, PR. A região está na altitude aproximada de 520 m, latitude de 25°44" Sul e longitude de 53°04" Oeste. De acordo com a classificação internacional de Köppen, o clima é do tipo Cfa, subtropical, úmido (ALVARES, et al., 2013). A precipitação anual média é de 2.044 mm (POSSENTI, et al., 2007). O solo é classificado como Latossolo vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006).

4.2 Área experimental

No inverno de 2012 a área de realização do experimento foi cultivada com aveia branca cv. IPR 126, seguida do cultivo de milho para silagem, e posteriormente pousio, até a semeadura das espécies hibernais. Durante o ano de 2013 a área em questão passou a adotar o sistema de integração lavoura pecuária. O local onde o trabalho foi conduzido possui uma área total de 7 hectares, estes estão compartimentados em 3 blocos com aproximadamente 2,3 ha cada. Durante o inverno cada bloco foi subdividido em piquetes contendo aproximadamente 0,7 ha cada, conforme a figura 1. Nestes piquetes foram implantadas combinações de espécies hibernais destinada ao pastejo de bovinos de corte. As combinações serão: aveia+azevém e aveia+azevém+ervilhaca. Em cada piquete foi deferida uma pequena área de aproximadamente 100 m² que foi mantida sem pastejo.



Figura 1. Croqui da área de implantação do experimento. Fonte. Google

4.3 Estabelecimento da cultura do milho

A cultura do milho foi implantada em sistema de semeadura direta, no dia 14 de outubro de 2014, utilizando a cultivar AS1556, de ciclo precoce, com espaçamento de 0,45 m entre linhas, e uma densidade de plantas de 60.000 plantas ha⁻¹. Como adubação foram utilizados 32 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Durante o estágio V5 da cultura foi realizada adubação nitrogenada com fertilizante uréia com 45% de N, a aplicação foi feita em cobertura utilizando as doses de 0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹, de acordo com cada tratamento.

4.4 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial, com três repetições para as áreas pastejadas. Na parcela principal foi implantada a combinação de espécies forrageiras aveia+azevém e aveia+azevém+ervilhaca. Nestas áreas, em meados de maio iniciado o pastejo com animais *testers*, com carga animal de 2,57 animais por hectare. O manejo do pastejo consistiu em lotação contínua com taxa de lotação variável, sendo encerrado no início do mês de outubro. Nas subparcelas foram aplicadas cinco doses de nitrogênio, na forma de ureia, em cobertura (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹). Nas áreas com ausência de pastejo o trabalho foi realizado em parcelas sub-subdivididas, sendo que a parcela principal consistiu na combinação de espécies forrageiras, a subparcela consistiu no uso ou não de pastejo e as sub-subparcelas receberam as doses de nitrogênio, 0 e 150 kg ha⁻¹. A unidade experimental consistiu em uma área de 25 m² (5,0 x 5,0 m), composta de 11 linhas de milho, espaçadas 0,45 m entre si. Em cada área sem pastejo também foram alocadas duas parcelas com as mesmas dimensões, sendo que uma não recebeu adubação nitrogenada em cobertura enquanto na outra foi adicionado 150 kg ha⁻¹ de N.

4.5 Dinâmica de nitrogênio no sistema solo/planta

Para avaliar o comportamento do nitrogênio mineral no solo foi medida a concentração de nitrato (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺) no perfil do solo na profundidade de 0 a 10 e 10 a 20 cm. O solo foi coletado com uso de pá de corte e trado holandês, figura 2.



Figura 2. Coleta de solo utilizando trado holandês. Fonte: Autor, 2015.

Em cada parcela foram coletadas três amostras, que compuseram uma única amostra representativa da unidade experimental. Para o dia de aplicação de nitrogênio foi adotada a nomenclatura dia 0. As coletas de solo para determinação de nitrogênio mineral prosseguiram nos dias 7, 14, 21, 36 e 72 após a aplicação do N em cobertura. Após a coleta as amostras foram imediatamente congeladas com intuito de paralisar a atividade microbiana responsável pela mineralização e desnitrificação.

A determinação de nitrato e amônio no solo foi realizada utilizando a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Durante o estágio R1, foram selecionadas três plantas para determinação do nitrogênio foliar. As folhas foram levadas para secagem em estufa com circulação de ar forçada, após foram moídas e encaminhadas para a análise do N foliar. Os teores de N presente no tecido foram determinados de acordo com a metodologia proposta Tedesco et al. (1995).

4.6 Rendimento de grãos de milho

Ao final do ciclo da cultura, após a maturação fisiológica dos grãos, foi realizada colheita manual de uma área central de cada parcela com a finalidade de determinar a produção de grãos. A produtividade de milho foi

determinada em área útil de 8 m² (2 linhas x 0,8m x 5m) com correção para o teor de 13% de umidade.

4.7 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos a análise de variância ao nível de 5% de probabilidade utilizando o software estatístico *Sigmaplot*. Quando os tratamentos se mostraram significativos, foi realizado testes de regressão polinomial considerando o maior grau significativo para os tratamentos de efeito quantitativo e teste de média para os tratamentos de efeito qualitativo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Concentração de amônio no solo

Os dados referentes ao N-amoniaco na camada do solo de 0-10 cm de profundidade são apresentados na figura 5. É possível identificar que as diferentes doses de adubação nitrogenada apresentaram variações na disponibilização de N-NH_4^+ nos 7, 14 e 21 dias após a aplicação do fertilizante nitrogenado.

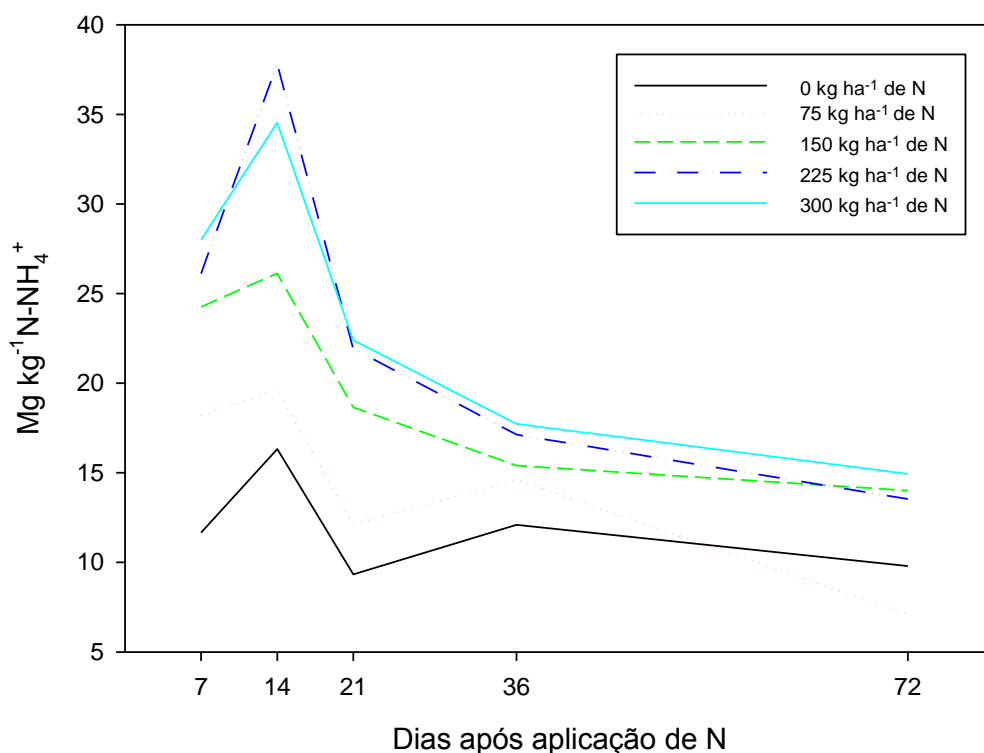


Figura 5. Concentração de N-NO_4^+ , 0-10 cm de profundidade em sistema de integração lavoura pecuária, Dois Vizinhos, 2015.

Aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação de uréia, as áreas com adição de fertilizante nitrogenado apresentam níveis de N-NH_4^+ superiores às áreas testemunhas. Aos 7 dias as doses de 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ apresentaram valores de 24,26; 26,12 e 28,00 mg kg⁻¹ de N-NH_4^+ . Aos 14 dias os níveis de N-amoniaco se mantiveram próximos aos encontrados aos 7 dias, sendo que aos 21 dias os níveis de N-NH_4^+ declinaram.

As variações nos níveis de N-NH_4^+ no solo após 21 dias da aplicação da uréia pode ser explicada devido à hidrólise enzimática que proporciona a

liberação de N amoniacal. Silva (2005) observou que os teores de amônio no solo aumentaram com o incremento nas doses de N aplicado no solo. Cantarella (2007) explica o aumento do N-NH_4^+ devido a liberação de amônio no meio como produto primário após a ação da urease, antes da ação dos organismos nitrificadores.

Os níveis de N-NH_4^+ no solo foram maiores nas áreas pastejadas em relação as áreas não pastejadas. Esperava-se tal comportamento, uma vez que, no processo de decomposição da urina, o N-NH_4^+ encontra-se na fase inicial, contudo, passando, na fase seguinte, rapidamente para a forma de N-NO_3^- (MARRIOTT et al., 1987). Para Carvalho et al., (2006) o pastejo provoca alterações no desenvolvimento das plantas e estimula maior produção de biomassa vegetal das forrageiras que também pode estimular a maior ciclagem de nutrientes. Nas áreas com presença de animais a ciclagem de nutrientes também é favorecida pela decomposição dos dejetos dos animais que se encontram na forma orgânica.

Os teores de N-NH_4^+ nas áreas com ausência de pastejo são apresentados na figura 6.

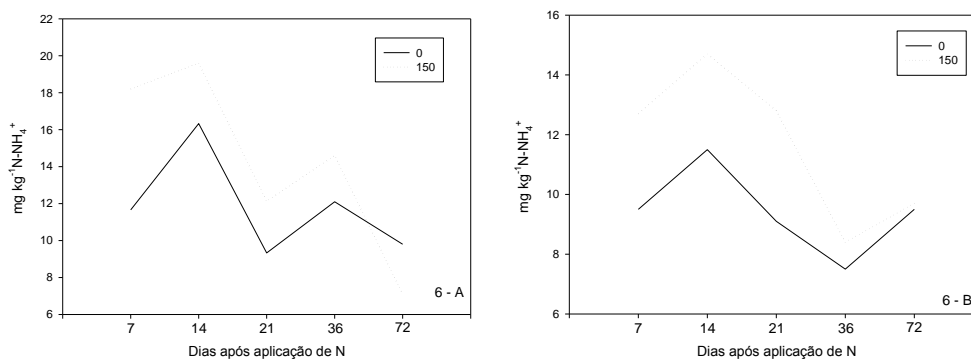


Figura 6. Concentração de N-NH_4^+ , na camada 0-10 cm figura 6A e 10-20 de profundidade 6B em área sem pastejo, Dois Vizinhos, 2015.

Nas áreas onde não houve pastejo e adição de adubação nitrogenada em cobertura os teores de N-NH_4^+ encontrados ficaram pouco abaixo das áreas com pastejo. Para Scivittaro et al., (2000) a liberação de N-NH_4^+ se deve a mineralização do N orgânico, presente na biomassa ali presente (SCIVITTARO et al., 2000).

Para a dose de 150 kg de nitrogênio por ha⁻¹ a concentração de N-NH₄⁺ nas áreas sem pastejo foi menor que as áreas com onde houve presença dos animais, indicando que o fator pastejo contribui para a ciclagem e disponibilização de nitrogênio para a cultura subsequente.

Os teores de NH₄⁺ na camada de 10-20 cm de profundidade são apresentados na figura 7, as maiores concentrações são encontradas nas primeiras coletas, sendo que após os 21 dias a concentração de NH₄⁺ cai acentuadamente.

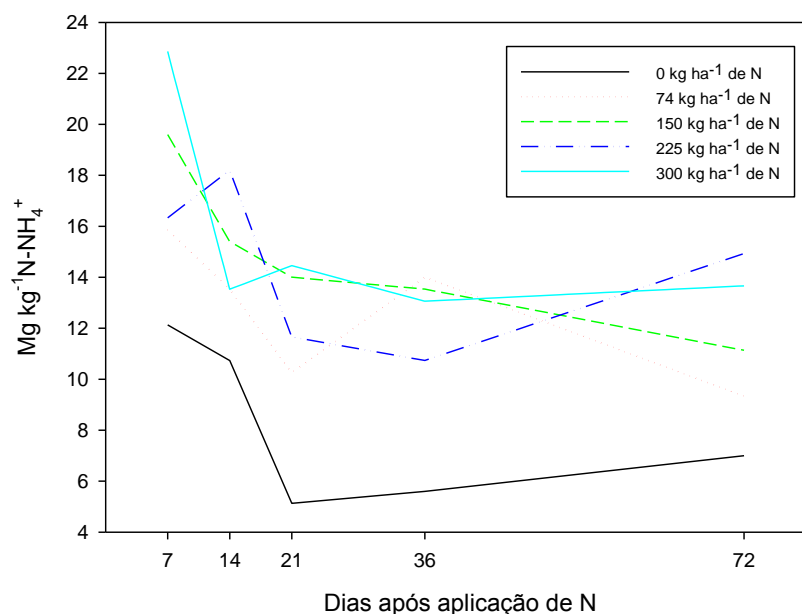


Gráfico 7. Concentração de N-NH₄⁺, 10-20 cm de profundidade em sistema de integração lavoura pecuária, Dois Vizinhos, 2015

Os níveis de NH₄⁺ nesta camada foram inferiores aos da camada superior, para Assmann (2001) isto se deve a manutenção dos teores do elemento na camada superficial do solo, comum em sistemas de preparo de solo reduzido.

5.2 Concentração de nitrato no solo

Os teores de N-NO_3^- na camada de 0 a 10 cm do solo são apresentados na figura 7. Aos 7 e 14 dias após a aplicação de nitrogênio em cobertura os teores de nitrato no solo se mantiveram baixas, aos 21 dias os tratamentos com 225 e 300 kg ha^{-1} tiveram teores de N-NO_3^- de aproximadamente 22 g kg^{-1} .

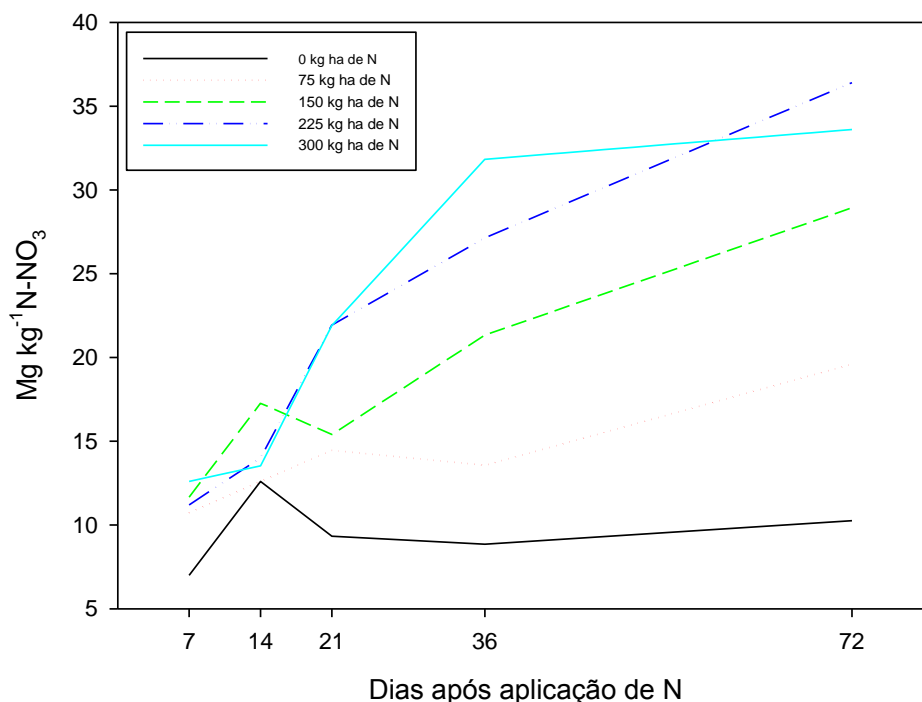


Figura 7. Concentração de N-NO_3^- , 0-10 cm de profundidade em sistema de integração lavoura pecuária, Dois Vizinhos, 2015.

Follmann (2015) ao realizar experimento em sistema de integração lavoura pecuária com doses de N na cidade de Guarapuava encontrou teores de N-NO_3^- no solo de $22,42 \text{ g kg}^{-1}$ para o tratamento com 225 kg ha^{-1} .

Grande parte do nitrogênio consumido pelos bovinos retorna ao sistema por meio das fezes e urina, sendo esta última a principal via de eliminação. Para Russelle (1997) o nitrogênio excretado nas fezes encontra-se na forma orgânica onde 20 a 25% é solúvel em água enquanto a urina apresenta 50 a 80% de uréia.

É possível observar que as maiores concentrações de N-NO_3^- se dão a partir dos 21 dias após a aplicação de nitrogênio em cobertura. Este período

vem de encontro com a diminuição dos teores de N-NH_4^+ do solo, sendo portanto, resultado do processo de oxidação do N amoniacal por bactérias nitrificadoras. Cantarella (2007) relata que solos em condições aeróbias e de altas temperaturas oxidam o N amoniacal para nitrato em cerca de 15 a 30 dias. Já Souza e Lobato (2002) citam que o N-NH_4^+ é convertido para a forma nítrica em um curto espaço de tempo, em torno de 21 dias. Aita et al. (2007) ao realizar trabalhos com dejetos líquidos de suínos verificou que o N amoniacal foi praticamente todo oxidado a nitrato, entre 15 e 20 dias após a aplicação de dejetos líquidos de suínos sobre os resíduos culturais de milho em sistema plantio direto.

Os teores de NO_3^- , foram maiores nas áreas pastejadas, Kaminsk (2013), em trabalho com ILP na cidade de Guarapuava também observou valores de NO_3^- superiores nas áreas com presença de animais. Para Unkovich et al. (1998) o pastejo pode aumentar a disponibilidade de nitrogênio, principalmente para cultivo nos anos subsequentes. Assmann et al., (2003) em trabalhos realizados com ILP constatou que o fator pastejo foi determinante para a manutenção e, ou, elevação do N no solo.

Loria & Sawyer (2005) ao adicionem crescentes doses de fertilizante nitrogenado no solo em uma incubação no laboratório a 22°C verificaram que o aumento líquido do N-NO_3^- correspondeu exatamente à diminuição líquida do N-NH_4^+ . Contudo neste trabalho observa-se que os valores de N-NO_3^- acumulados não correspondem ao N-NH_4^+ perdido. Matos et al. (2007) ao realizar trabalho com dejetos de suíno também observou que o N-NH_4^+ perdido não correspondia aos ganhos de N-NO_3^- .

Os teores de N-NO_3^- na camada de 10 a 20 cm do solo são apresentados na figura 8, aos 36 dias após a aplicação de nitrogênio em cobertura os teores de N-NO_3^- para as doses de 225 e 300 kg ha^{-1} de nitrogênio apresentaram valores de 19,63 e 22,86 g kg^{-1} respectivamente.

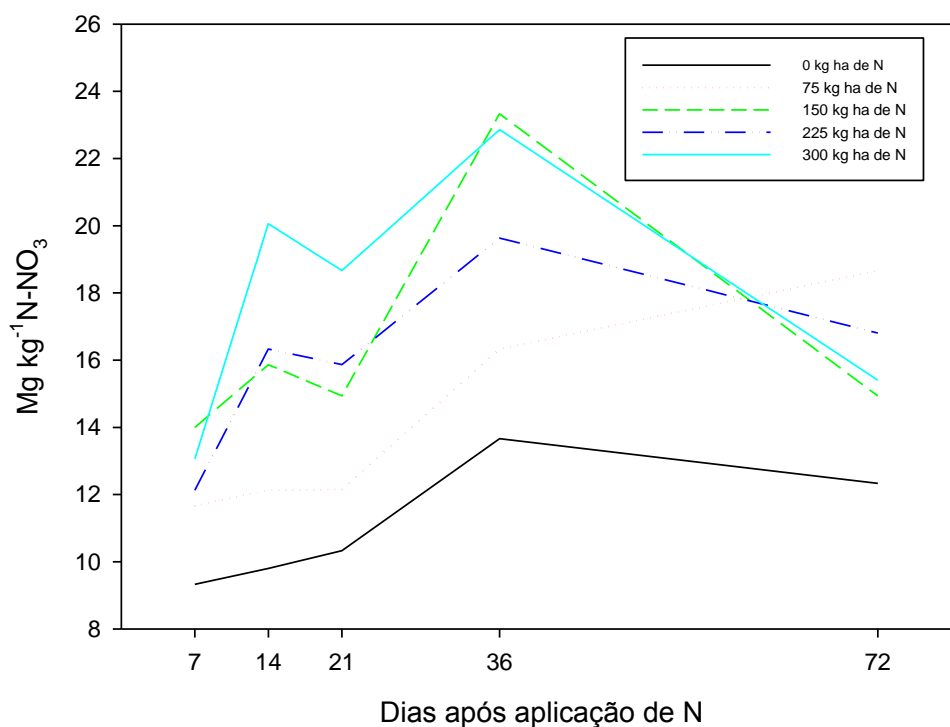


Figura 8. Concentração de N-NO_3^- , 10-20 cm de profundidade em sistema de integração lavoura pecuária, Dois Vizinhos, 2015.

Os teores de N-NO_3^- observados na camada 10-20 cm do solo foram inferiores aos valores encontrados na camada 0-10 cm de profundidade, para Assmann (2001) a medida que aumenta-se a profundidade da camada de solo avaliada, diminui a concentração dos teores de N-NO_3^- , pois, em sistemas de preparo de solo reduzidos, tais como, o plantio direto, tendem a provocar acúmulo de nutrientes nas camadas superficiais do solo.

Os maiores teores de N-NO_3^- observados na camada de 10 a 20 cm do solo observados após os 36 dias da aplicação da adubação nitrogenada, evidenciado a translocação do N-nítrico da camada superior para a camada inferior.

Os teores de N-NO_3^- nas áreas sem pastejo são apresentados na figura 9. Assim como nas áreas com pastejo os teores de nitrato se elevam após alguns dias da aplicação da ureia em cobertura. Também é possível identificar que os teores de nitrato encontrados nas áreas sem pastejo é menor que nas áreas pastejadas, evidenciando que nas áreas com pastejo o retorno de nitrogênio ocorre mais rapidamente.

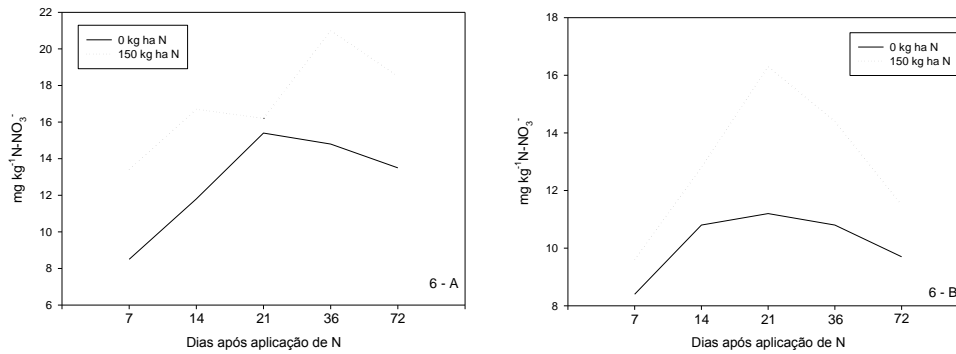


Figura 9. Concentração de N-NH₄⁺, na camada 0-10 cm figura 9A e 10-20 de profundidade 9B em área sem pastejo, Dois Vizinhos, 2015.

5.3 Nitrogênio na planta

Todas as doses aplicadas apresentaram teor de nitrogênio foliar acima dos valores encontrados onde não houve aplicação de nitrogênio em cobertura, conforme a figura 3. Não houve interação para as áreas com presença e ausência de ervilhaca.

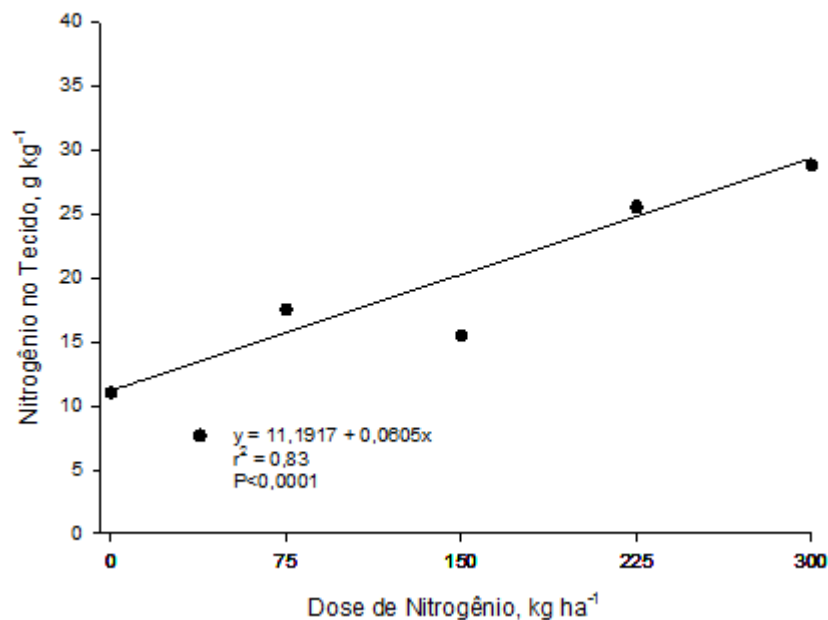


Figura 3: Nitrogênio no tecido de plantas de milho g kg⁻¹ com diferentes doses de Nitrogênio comparados pelos tratamentos: Aveia + Azevém (SE); Aveia + Azevém + Ervilhaca (CE), UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2016.

É possível observar um comportamento linear crescente no teor de N foliar associado as crescentes doses de adubação nitrogenada. Sendo que os maiores valores foram encontrados com aplicação de 225 e 300 kg foram encontrados valores de 25,17 e 29,87 g kg⁻¹ respectivamente. Domingos (2003) ao trabalhar com doses (30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹) de nitrogênio encontrou valores que variam de 22 a 28 g kg⁻¹. Lourente et al. (2007) ao trabalharem com doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ encontraram valores de 15,5 a 29,5 g kg⁻¹. Já Kaminsk (2013) ao realizar experimento com ILP em Guarapuava PR, utilizando as mesmas doses de nitrogênio deste trabalho encontrou valores que variam de 22 a 45 g kg⁻¹.

De acordo com Malavolta et al. (1997) os valores de nitrogênio foliar considerados adequados situam-se entre 27,5 a 32,5 g kg⁻¹, já para Teixeira et al. (1994), concentrações de nitrogênio foliar entre 25 e 40 g kg⁻¹ indicam adequado suprimento de nitrogênio para a cultura do milho.

Nas áreas onde não houve pastejo os teores de nitrogênio foliar encontrados foram de 13,29 e 18,81 g kg⁻¹ para o tratamento testemunha e para o tratamento com adição de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio respectivamente, conforme a tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de nitrogênio no tecido de plantas de milho cultivado em sucessão á aveia preta, azevém e ervilhaca comum em consorcio.

	Com pastejo			Sem pastejo		
	0	150	Média	0	150	Média
			g kg ⁻¹			
Av+Az	9,7 Aa	18,5 Bb	14,1	13,8	18,7	16,3 A
Av+Az+Erv	14,5 Aa	19,2 Bb	16,8	15,2	18,8	17,0 A
Média	12,1	18,8		14,5 a	18,8 a	

*Letras maiúsculas diferem entre si na coluna e letras minúsculas diferem entre si na linha pelo teste tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fancelli & Dourado Neto (2000) relata que a composição mineral dos tecidos vegetais são resultado de uma série de fatores, como clima, solo, práticas culturais, doenças, dentre outros. Sendo assim a concentração de nitrogênio foliar é resultante de todos os fatores que interagiram para afetá-lo.

5.4 Rendimento de grãos de milho

Nas áreas com pastejo e sem adição de nitrogênio a produção de milho foi maior no consórcio aveia + azevém, produzindo 9.793 kg ante 7.742 kg no consórcio aveia + ervilhaca, conforme tabela 2. Contudo, com adição de 150 kg de N por hectare, a rendimento de grãos foi cerca de 1.000 kg maior no consórcio aveia + azevém + ervilhaca, evidenciando a necessidade de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho.

Tabela 2. Rendimento de grãos de milho em sistema de integração lavoura pecuária, Dois Vizinhos, 2015.

	Com pastejo			Sem pastejo		
	0	150	Média	0	150	Média
	kg ha ⁻¹ de MS			kg ha ⁻¹ de MS		
Av+Az	9.793 Aa	10.379 Aa	10.086	7.655	9.636	8.645 B
Av+Az+Erv	7.742 Bb	11.369 Aa	9.556	9.193	10.965	10.079 A
Média	8.767	10.874		8.424 a	10.300 b	

*Letras maiúsculas diferem entre si na coluna e letras minúsculas diferem entre si na linha pelo teste tukey a 5% de probabilidade de erro.

A média de rendimento de grãos nas áreas pastejadas foi ligeiramente superior em relação as áreas onde não houve pastejo. De acordo com Assmann et al. (2003) o pastejo beneficia a ciclagem mais rápida do N aplicado, estimulando a absorção do mesmo pelas plantas, possibilitando, desta forma, maior aproveitamento do nutriente aplicado, quando comparado às áreas que não são pastejadas. Ambrosi et al. (2001) comprovaram que o emprego do sistema de produção de grãos aliados a pastagens anuais de inverno tem grande viabilidade econômica e menor risco de insucesso econômico, sendo que o milho foi uma das culturas que se destacou pelos elevados rendimentos alcançados

Nas áreas sem pastejo o rendimento de grãos de milho foi superior no consórcio aveia + ervilhaca, tanto para as áreas sem adição de N, como para as áreas com adição de 150 kg ha⁻¹ de N. França (2011) em experimento realizado em Eldorado do Sul, RS, observou que a inserção da ervilhaca em consórcio com a aveia resultou em maior disponibilidade de nitrogênio em comparação com os sistemas constituídos exclusivamente por gramíneas.

Dahlem (2013) em experimentos realizados no município de Dois Vizinhos utilizando o consórcio aveia + ervilhaca obteve rendimento de grãos de 5.500 Kg e 7.800 kg para as doses 0 e 180 kg de N por hectare respectivamente. Indicando que a utilização de uma leguminosa no sistema proporciona acréscimo no rendimento de grãos de milho. O efeito da ervilhaca sobre a cultura subsequente tem sido relatado por diversos autores (AITA et al. 1994; BORTOLINI et al. 2000; HEINRICHS, et al. 2001;)

O menor rendimento de grãos nas áreas onde não houve pastejo está relacionado principalmente devido a imobilização de nitrogênio após o cultivo das forrageiras hibernais, cujo efeito no decréscimo de rendimento de milho está atrelado com a produção de biomassa das gramíneas. A imobilização de N por gramíneas antecessoras a cultura do milho foi relatada por vários autores (DIECKOW et al., 2006; SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2007;). O aumento da produção nas áreas com ervilhaca se deve possivelmente a contribuição da espécie por meio da fixação biológica do nitrogênio. Além disso, o nitrogênio presente no material remanescente é facilmente liberado na decomposição do material vegetal devido a baixa relação C:N. Dahlem (2013) ao trabalhar com milho em sucessão a diversas plantas de cobertura observou que os resíduos da ervilhaca comum demonstram potencial em disponibilizar nitrogênio para a cultura sucessora.

Os dados referentes ao rendimento de grãos de milho em relação as doses de nitrogênio testadas se ajustaram a função quadrática conforme a figura 4.

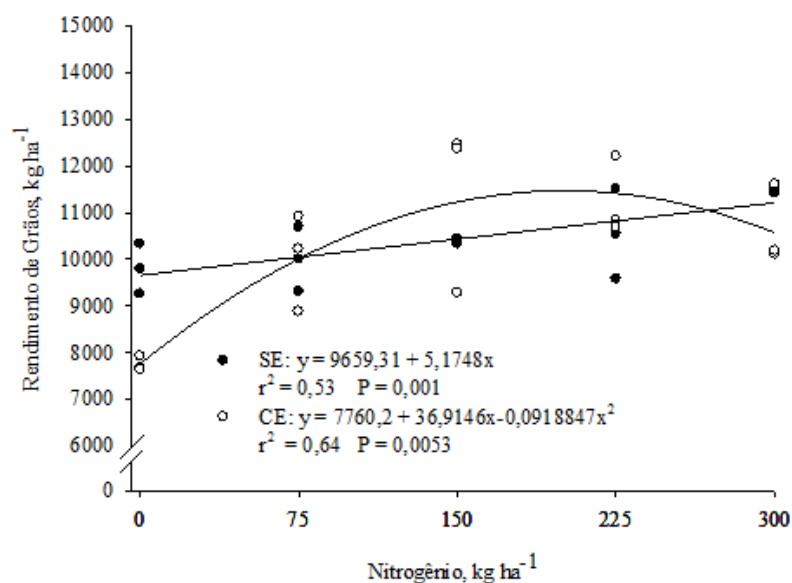


Figura 4. Rendimento de grãos de milho em sistema de integração lavoura pecuária com adição de crescentes doses de nitrogênio em cobertura, Dois Vizinhos, 2015.

Barros Neto (2008) relata que o milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio, e por isso requer o uso de adubação nitrogenada intensiva quando se almeja alcançar produtividades elevadas.

O maior rendimento de grãos foi obtido com a dose de 225 kg ha⁻¹, Kaminski (2013) obteve resultados semelhantes, alcançando 10.879 kg ha⁻¹ com a mesma quantidade de nitrogênio. Assmann et al. (2003); Alvarenga et al. (2008); e Sandini et al. (2011) também verificaram acréscimo no rendimento de grãos com adição de adubação nitrogenada.

6. CONCLUSÃO

A inserção da ervilhaca consorciada com aveia e azevem em sistema de integração lavoura pecuária não proporcionou acréscimo nos teores de nitrato e amônio do solo, sendo que estes apresentaram incremento quando da adição de adubação nitrogenada em cobertura.

O sistema de integração lavoura pecuária proporcionou maior rendimento de grãos de milho em relação as áreas não pastejadas.

7. REFERÊNCIAS

- AITA, C. et al. **Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.18, p.101-108, 1994.
- ALVARENGA, R. C.; et al. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária.** Circular Técnica, n.80, Sete Lagoas, MG, 2006.
- ALVARES, C. A.; et. **Köppen's climate classification map for Brazil .** Meteorol.Z. GebrüderBorntraeger, Stuttgart 2013.
- AMADO, T. J. C.; et al. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, p. 241-248, 2002.
- AMBROSI, I; et al.. **Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1213-1219, 2001.
- ANDRADE, A. C. et al. **Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier).** Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, 2003.
- ARGENTA, G. et al. **Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.36, n.6, p.851-860, 2001.
- ASSMANN, T. S. **Rendimento de milho em áreas de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio.** Dissertação de mestrado (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2001.
- ASSMANN, T. S. et al. **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, p. 675-683, 2003.
- ASSMANN, A. S. et al. **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar.** Londrina: IAPAR, 2008.

- BAETHGEN, W. **Dinamica Del nitrógeno en sistemas de rotacion cultivos-pasturas**. Revista INIA de Investigaciones Agronómicas. Montevideo, v.1, n.1, p.3-25, 1992.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. **Uso do solo no inverno: propriedades do solo, incidência de plantas daninhas e desempenho da cultura de milho**. 2007. 160f. Tese (Doutorado em Agronomia) Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- BARROS NETO, C. L. **Efeito do nitrogênio e da inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* no rendimento de grãos de milho**. 2008. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Agronomia. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2008.
- BARTZ, H. R. **Dinâmica dos nutrientes e adubação em sistemas de produção sob plantio direto**. Disponível em: <<http://www.rau.edu.uy/agro/uepp/siembra6.htm>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2014.
- BORTOLINI, C. G. et al. **Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão**. Revista brasileira de ciência do solo. 2000.
- CALEGARI, A. **PLANTAS DE COBERTURA: Alternativas de culturas para rotação em plantio direto**. Revista Plantio Direto. Ano XIII. n.80. p.62-70. 2004.
- CANTARELLA, H. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- CARVALHO, P. C. 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.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio grande do Sul e de Santa Catarina**. Passo Fundo: SBCS. Núcleo Regional Sul, 1995.
- CONCEIÇÃO, P. C. et al. **Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, 2005.

- DIECKOW, J. et al. **Nitrogen application timing and soil inorganic nitrogen dynamics under no-till/maize sequential cropping**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2006.
- DOMINGOS, G. et al. **Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio**. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2003.
- EMBRAPA, especial: **integração lavoura, pecuária e floresta**. 2009. Disponível em: <www.cnpq.org.br/arquivos/integravpecflo.pdf>. Acesso em: 06 dez de 2014
- FANCELLI, A. L. & DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FERNANDES, F. C. S. **Dinâmica do nitrogênio na cultura do milho (*Zea mays* L.), em cultivo sucessivo com aveia preta (*Avena strigosa*), sob implantação do sistema plantio direto**. 2006. 197 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- FOLLMANN, D. D. **Dinâmica do nitrogênio mineral no solo e produção vegetal em função da adubação nitrogenada da pastagem e do milho em sistema de integração lavoura-pecuária**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade estadual do Centro Oeste, Guarapuava, 2015
- FONTANELI, R. S. et al. **Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.11, 2000.
- FRANÇA, S. et al. **Nitrogênio disponível no milho: crescimento absorção e rendimento de grãos**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. Campina Grande, PB. 2011
- HEINRICH, R. et al. **Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N de fitomassa e produtividade de milho em sucessão**. Revista brasileira de ciência do solo. 2001.
- JADOSKI, S. O. **Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva**. Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia, v.3, n.1, 2010
- KAMINSKI, T. H. **Efeito residual do nitrogênio aplicado no inverno para cultura do milho em sistema de integração lavoura-pecuária**. 58p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

- LOURENTE E.; et al. **Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de componentes de produção do milho.** Acta Sci. Agron.Maringá, 2007.
- LORIA, E. R. & SAWYER J. E. **Extractable soil phosphorus and inorganic nitrogen following application of raw and anaerobically digested swine manure.** Agronomy Journal, 2005.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.**2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MARRIOTT, C. A. et al. **The effect of sheep urine on clover performance in a grazed upland sward.** Journal of Agriculture Science, Cambridge, 1987.
- MATOS, A. T. et al. **Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquidos de suínos.** Revista Ceres, Viçosa, 1997.
- MORAES, A. et al.. **Avanços científicos em integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil.** Synergismus scyentifica, PatoBranco, v6, 2011.
- POSSENTI, J. et al. **Distribuição da precipitação pluvial em Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.** In *Seminário Sistemas de produção agropecuária.* Dois Vizinhos, 2007.
- POWELL, M. & WILLIAMS, T. **Livestock, nutrient cycling and sustainable agriculture in the West African Sahel.** London: International Institute for Environment and Development, 1993.
- RAMBO, L. et al. **Teor de nitrato como indicador complementar da disponibilidade de nitrogênio no solo para o milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.731-738, 2007.
- ROBERTO, V. et al. **Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente.** In.: Congresso Nacional de Milho e Sorgo,18, 2010. Goiânia. Resumos...Goiânia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010.
- RUSSELLE, M. P. **Nutrient cycling in pasture.** In: simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, 1997, Viçosa.
- SANGOI, L.. **Fisiologia do crescimento e desenvolvimento de milho.** In: Diversidades e Inovações na Cadeia Produtiva de Milho e Sorgo na Era dos Transgênicos. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, Campinas, 2012.

- SCIVITTARO, W. B. et al. **Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2000.
- SEAB – **Estimativa de Safra do Paraná (Safra 2013/2014)**. Curitiba, Paraná, 2014.
- SILVA, A. A. et al. **Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.1, p.75-88, 2006. .
- SILVA, A. A. et al. **Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão**. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.4, p.929-935, 2007.
- SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002.
- SOUZA, G. B. et al. **Produtividade e qualidade da silagem de milho adubado com a mistura de uréia e zeólita**. In.:Fertibio 2008. Resumos...Londrina, 2008.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Nutrição Mineral**. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 174p. 1995.
- TEIXEIRA, T. A. J. et al. **Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por sistemas de cultura**. Rev. Bras. Cienc. Solo, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 207-214, 1994.
- TRACY, B. & ZHANG, Y. **Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop live stock system in Illinois**. Crop Sci. v.48, p.1211-1218, 2008.
- UNKOVICH, M. et al. **Effects of grazing on plant and soil nitrogen relations of pasture-crop rotations**. Australian Journal of Agriculture Research, Victoria, 1998.
- VORGPAGEL, A. G. **Inoculação de *Azospirillum*, isolado e associado a bioestimulante, em milho, no noroeste do RS. 2010**. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Agronomia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2010.