

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**EFEITO RESIDUAL DO NITROGÊNIO APLICADO NO
INVERNO PARA CULTURA DO MILHO EM UM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

TATYANNA HYCZY KAMINSKI

GUARAPUAVA-PR

2013

TATYANNA HYCZY KAMINSKI

**EFEITO RESIDUAL DO NITROGÊNIO APLICADO NO INVERNO PARA
CULTURA DO MILHO EM UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de mestre.

Prof. Dr. Itacir Eloi Sandini
Orientador

Prof. Dr. Mikael Neumann
Co-orientador

GUARAPUAVA-PR

2013

Kaminski, Tatyanna Hyczy

K15e Efeito residual do nitrogênio aplicado no inverno para cultura do milho em um sistema de integração lavoura pecuária / Tatyanna Hyczy Kaminski. -- Guarapuava, 2012
xiv, 58 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2012

Orientador: Itacir Eloi Sandini

Banca examinadora: Luciano Farinha Watzlawick, Laércio Ricardo Sartor

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. Adubação nitrogenada. 4. Efeito residual do nitrogênio. 5. Pastagem. 6. Sistemas integrados - agronomia. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

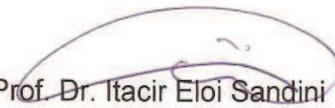
CDD 633.15

Tatyanna Hyczy Kaminski

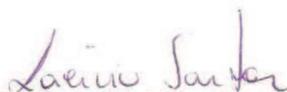
“EFEITO RESIDUAL DO NITROGÊNIO APLICADO NO INVERNO PARA CULTURA DO MILHO EM UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA”

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 6 de março de 2013.



Prof. Dr. Itacir Eloi Sandini
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Laercio Ricardo Sartor
(UTFPR)



Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR

2013

Aos meus pais,
Às minhas irmãs,
À minha sobrinha,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus! Sempre Pai, Amigo, Consolador, Senhor e Salvador. Ele que é a idéia mais elevada da literatura, a mais alta personalidade em filosofia, a fundamental doutrina da verdadeira teologia. Ele guarda e Ele guia. Ele é o único suficiente para ser a chave central de todo conhecimento. Ele é a fonte da sabedoria. Sua palavra basta. Por que Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

Aos meus pais, Maurício e Viviana! A quem agradeço e dedico. Não existem palavras para descrever minha gratidão por tudo o que fizeram e fazem por mim. Sempre se doando, colocando minhas prioridades antes das de vocês. Obrigada, eternamente... Obrigada, amo vocês.

As minhas queridas irmãs, Polyanna e Julyanna! A quem agradeço e dedico. Amigas e companheiras. Amorosas e compreensíveis. As melhores que eu poderia ter. Suporte para todos os momentos. Amo muito.

A minha sobrinha, Julia! A quem agradeço e dedico. Luz dos meus dias. Brilho dos meus olhos. Melhor presente que eu poderia ter. Amo muito, e tenha certeza que você é peça fundamental para o meu sucesso profissional. Fonte de inspirações.

Ao meu professor e orientador, Itacir Sandini! Obrigada por todo conhecimento passado, pelas dicas, pela ajuda, pelo apoio. Gratidão imensa por tudo.

Ao meu grande amigo Rodolfo! Obrigada... Todos esse tempo nos conhecemos me fizeram te admirar cada dia mais! Amigo eterno.

Aos amigos de faculdade, mestrado e laboratório, Simone, Tânia, Édina, Jackson, Alex, Valmiler, Fabiano, João, Mayara! Sem a ajuda de vocês, conversas, risadas, momentos de diversão e de trabalho, essa jornada teria sido muito mais penosa. Obrigada, de coração.

A minha querida amiga Jaqueline! Jaque, não sei o que seria do meu trabalho sem você. Sou particularmente grata por toda sua ajuda. Você vale ouro, e eu te agradeço por estar ao meu lado nessa caminhada.

As minhas amigas, Jéssica, Larissa e Tânia Mara! Meus dias jamais foram os mesmos depois que as conheci. Companheiras de todos os momentos.

Aos meus grandes amigos, Chico, Aliny, Danielly, Yuri! Amo vocês, obrigada pelas orações, pelas conversas, pelo apoio. Felipe e Isis Teixeira, agradecimentos indispensáveis.

A CAPES, aos professores, funcionários do mestrado e membros da banca. Obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO(S)	4
2.1 Geral	4
2.2 Específicos	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO	5
3.1. Sistema integração lavoura pecuária	5
3.1.1. Objetivos e vantagens da ILP	7
3.2. A cultura do milho na ILP	8
3.3. Manejo de pastagens e a matéria orgânica do solo	10
3.4. Importância do nitrogênio na ILP	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. Local do experimento	16
4.2. Material experimental	16
4.2.1. Descrição do local.....	16
4.2.2. Manejo da área experimental e do milho	17
4.2.3. Metodologia e avaliações.....	18
4.3. Análises estatísticas	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1. Fitomassa do inverno	28
5.2. Cultura do milho.....	29
6. CONCLUSÕES	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Repartição de nutrientes (%) retornados via fezes e urina pelos animais em pastejo (Wilkinson e Lowrey, 1973).....	14
Tabela 2. Rotação de culturas de lavoura no verão e pastagem de inverno no sistema de ILP nos anos de 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010 em Guarapuava, PR.....	16
Tabela 3. Valores médios de pH em CaCl ₂ , M. O., P, K ¹⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Al ³⁺ , H+Al, SB, CTC e V%, nas áreas com e sem pastejo, nos anos de 2011 e 2012, Guarapuava, PR, 2012.....	25
Tabela 4. Quadrados médios e significância (F) para rendimento, índice de espigas, número de fileiras por espiga, grãos por fileira, grãos por espiga, massa de mil grãos, grãos ardidos, altura de planta, índice de espigamento, teor de N foliar, clorofilas A, B e Total, índice de área foliar da cultura do milho manejada com diferentes doses de N no inverno e no verão. Guarapuava, PR, 2012.....	27
Tabela 5. Quadrado médio e significância (F) para teor de nitrato do solo com diferentes doses de N no inverno. Guarapuava, PR, 2012.....	23
Tabela 6. Médias das áreas com e sem pastejo (CP e SP) das variáveis que foram significativas para esta fonte de variação e os ganhos que as áreas CP têm em relação as SP. Guarapuava, PR, 2012.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Inter-relações observadas em sistemas de integração lavoura pecuária.....	11
Figura 2. Croqui da área experimental, Guarapuava, PR, 2012.....	18
Figura 3. Balanço hídrico seqüencial da cada intervalo de 10 dias, durante o ano de 2011 e 2012, Guarapuava, PR, 2012. Dados da estação metereológica.....	21
Figura 4. Temperaturas médias do mês de abril/2011 até abril/2012.....	22
Figura 5. Produção de fitomassa seca de aveia branca e azevém (kg ha ⁻¹) de acordo com as doses de N aplicadas no inverno. Guarapuava, 2012.....	28
Figura 6. Rendimento médio (com e sem pastejo) de grãos de milho (kg ha ⁻¹) para as doses de N aplicadas na pastagem em relação as doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	30
Figura 7. Rendimento médio (com e sem pastejo) de grãos de milho (kg ha ⁻¹) para as doses de N aplicadas na cultura (N-TV) nas doses aplicadas na pastagem (N-TI). Guarapuava, 2012.....	30
Figura 8. Rendimento de grãos de milho (kg ha ⁻¹) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	30
Figura 9. Rendimento de grãos de milho (kg ha ⁻¹) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	30
Figura 10. Massa de mil grãos de milho (g) (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	33
Figura 11. Massa de mil grãos de milho (g) (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na cultura (N-TV) em função das doses aplicadas na pastagem (N-TI). Guarapuava, 2012.....	33
Figura 12. Massa de mil grãos de milho (g) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	33
Figura 13. Massa de mil grãos de milho (g) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	33
Figura 14. Número de grãos por fileira de espigas de milho na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	34

Figura 15. Número de grãos por espiga de espigas de milho na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	34
Figura 16. Número de grãos por fileira de espigas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	35
Figura 17. Número de grãos por fileira de espigas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na cultura (N-TV) em função das doses aplicadas na pastagem (N-TI). Guarapuava, 2012.....	35
Figura 18. Número de grãos por espigas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	36
Figura 19. Número de grãos por espiga de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na cultura (N-TV) em função das doses aplicadas na pastagem (N-TI). Guarapuava, 2012.....	36
Figura 20. Altura de inserção de espiga (cm) de plantas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) nas doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	38
Figura 21. Altura (cm) de plantas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	38
Figura 22. Grãos ardidos (%) na planta de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) nas doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	39
Figura 23. Grãos ardidos (%) na planta de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	39
Figura 24. Grãos ardidos (%) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	39
Figura 25. Grãos ardidos (%) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	39
Figura 26. Índice de espigamento de milho na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	40
Figura 27. Índice de área foliar do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	41
Figura 28. Índice de área foliar do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas	

na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.....	41
Figura 29. Índice de área foliar na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	41
Figura 30. Índice de área foliar na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	41
Figura 31. Nitrogênio foliar do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	42
Figura 32. Nitrogênio foliar do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	43
Figura 33. Clorofila A do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura.....	44
Figura 35. Clorofila Total do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura.....	44
Figura 34. Clorofila B do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura.....	44
Figura 36. Clorofila A do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	44
Figura 37. Clorofila B do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	44
Figura 38. Clorofila Total do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	44
Figura 39. Clorofila A na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	45
Figura 40. Clorofila B na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	45
Figura 41. Clorofila Total na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.....	45
Figura 42. Clorofila A na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	45
Figura 43. Clorofila B na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	45

Figura 44. Clorofila Total na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	45
Figura 45. Nitrato do solo na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.....	46
Figura 46. Correlação linear entre as variáveis analisadas. 0 - 0,75: indica fraca correlação linear; 0,75-0,90: indica média correlação linear e 0,90-1,00: indica forte correlação linear.....	47

RESUMO

Tatyanna Hyczy Kaminski. Efeito Residual do Nitrogênio Aplicado no Inverno para Cultura do Milho em um Sistema de Integração Lavoura Pecuária.

A cultura do milho (*Zea mays* Lam.) no verão, em sucessão à pastagens de aveia (*Avena ssp.*) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no inverno, fertilizadas com nitrogênio, em sistema de integração lavoura pecuária, aparecem como opções de otimizar o uso do solo no subtropical do Brasil, uma vez que a fertilização nitrogenada pode apresentar aumentos de produtividade do milho. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito residual do nitrogênio aplicado na pastagem para a cultura do milho em um sistema de integração lavoura pecuária. Para isso, foi realizado um experimento nos anos de 2011 e 2012, em Guarapuava-PR, com a rotação da pastagem de aveia/azevém – milho. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída das doses de N aplicadas na pastagem (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N), as subparcelas com e sem pastejo e nas subsubparcelas as doses de N (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹) aplicadas no milho em sucessão a pastagem. A utilização de N em pastagem de aveia e azevém contribui para aumentar a sua produção de forragem. Verificou-se que o N aplicado na pastagem influenciou no rendimento de grãos de milho, evidenciando o efeito residual desse nutriente. O rendimento de grãos de milho, foi otimizado quando com o pastejo, desmistificando que a entrada do animal no sistema de produção prejudica a cultura sucessora. Muitos esforços têm sido realizados no intuito de desenvolver ou adaptar tecnologias e sistemas que tenham a pastagem como base da alimentação animal, visando, além da redução dos custos de produção no verão, melhorias dentro do sistema de uso e manejo do solo.

Palavras-Chave: adubação nitrogenada, efeito residual do nitrogênio, pastagem, sistemas integrados.

ABSTRACT

Tatyanna Hyczy Kaminski. Residual Effect of Nitrogen Used in Winter for Maize Culture in Integration Crop Livestock System.

Maize (*Zea mays* L.) in the summer along with grazing oats (*Avena* spp.) and ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) in winter, fertilized with nitrogen and as integrated crop livestock, appear as options for improvement of soil use and manipulation in southern Brazil, since nitrogen fertilization may show increases in corn yields. The objective of this study was to evaluate the nitrogen residual effect applied in grassland on the maize grown in integrated crop livestock system. An experiment was conducted in the years 2011 and 2012 in Guarapuava-PR, introducing rotation of oat/rye - corn. The design was a randomized block with split plots and three replications. The effect of nitrogen fertilization (0, 75, 150 and 225 kg N ha⁻¹) in the pasture (plots) and its residual effect on maize production was analyzed. The residual effect of the nitrogen (N) applied to the pasture was observed in the corn which was grown in areas where there was a combination of factors: (a) N dosage in pastures and culture, and (b) presence or absence of grazing animals (subplots). In the maize (subsubplots), doses of 0, 75, 150, 225 and 300 kg ha⁻¹ N were used. It was found that N application on oat and ryegrass had influence on grain yield. The increased production showed the residual effect of this element, as well as the effect of the N applied directly in the culture. In addition to generating more income to the farm with livestock in winter, the grain yield of maize grown in succession was optimized by the grazing. This demystifies that the animal's entry into the system negatively affects the successive culture. The use of N in oat and ryegrass helps to increase forage production and grain yield of the maize in succession. Many efforts have been undertaken in order to develop or adapt technologies and systems that have a pasture based animal feed, aiming, besides the reduction of production costs in the summer, at improvements in the soil use and management.

Keywords: nitrogen fertilizing, integrated crop-livestock systems, grazing, residual effect of nitrogen.

1. INTRODUÇÃO

As condições que fazem do Brasil um gigante da agricultura, capaz de plantar várias culturas sob diferentes condições, ajudam a formar os números de cada nova safra. O estado do Paraná produziu cerca de 30 milhões de toneladas de grãos na safra 2011/2012 em mais de 7,9 milhões de hectares em áreas destinadas para o cultivo agrícola (SEAB, 2012), sendo as culturas mais cultivadas a soja, o milho, a cana-de-açúcar, arroz no verão e aveia e trigo no inverno. Pelo fato do Paraná ser destaque na produção nacional de grãos é de grande importância empregar um manejo adequado, também no período de inverno, para garantir bons e satisfatórios rendimentos (ANDREOLLA, 2010).

Aproximadamente 38% da área na safra paranaense de 2011/2012 foi utilizada no inverno com culturas rentáveis (trigo, cevada, triticale e milho safrinha). Cereais de inverno têm freado a euforia de muitos produtores devido a um decréscimo da produção causado por problemas climáticos e por políticas públicas que favorecem a importação de outros países, sobretudo da Argentina (BRUM et al., 2005), fazendo com que 62% das áreas sejam destinadas para culturas protetoras do solo ou deixadas em pousio (SEAB, 2012). Quando com pousio tem-se a redução da incorporação de carbono orgânico no solo, com aumento da erosão hídrica, devido principalmente à falta de proteção do mesmo (ARGENTA et al., 2001).

Esta situação tem diminuído a importância destes cereais para os sistemas agropecuários do Paraná, em especial no que se diz respeito à agropecuária de fundamento familiar que não possui extensas áreas para cultivo dos mesmos (ARGENTA et al., 2001). De acordo com Balbinot Junior (2007), alternativas de uso das áreas no inverno, como pastagens anuais, devem ser pesquisadas mais detalhadamente, pois podem se constituir em opções adequadas para uso das áreas no inverno, uma vez que muitas dessas áreas permanecem inutilizadas ou em pousio no período hibernal.

Pastagens hibernais constituem uma opção para terminação de herbívoros durante a entressafra, o que seria uma atividade bastante interessante, pois contribuiria para aumento da renda de muitas propriedades, com menores riscos econômicos. De modo geral, observa-se uma interação sinérgica entre agricultura e pecuária, com benefícios para ambas as atividades.

A simples reforma de pastagens ou o pastejo oportunista após os cultivos agrícolas estão dando lugar à implantação de sistemas intensivos, que visam explorar a produção agropecuária em uma mesma área (ALVES et al., 2012). O sistema de produção de grãos no verão e pastagem no inverno, denominado sistema de integração lavoura pecuária (ILP), é

eficaz para variar as atividades das fazendas, melhorando a renda do produtor (MORAES et al., 2004).

Na ILP em sistema de semeadura direta (SSD), os benefícios como a manutenção da estrutura do solo e o aumento dos teores de matéria orgânica, são potencializados pela introdução de espécies forrageiras. No geral, essas forrageiras acumulam mais carbono do que as culturas agrícolas, cuja fitomassa é, muitas vezes, insuficiente para a manutenção da cobertura do solo (Especial Embrapa, 2009).

O que se tem buscado na ILP é conciliar o máximo rendimento animal e de grãos dentro de uma mesma área em um mesmo ano agrícola (SANDINI et al., 2011). Sendo assim, o correto manejo das pastagens hibernais é determinante não somente para alcançar um bom rendimento animal, mas também para definir o potencial produtivo das culturas de verão, especialmente no SSD (NICOLOSO et al., 2006). Nesse aspecto, o uso de adubação nitrogenada pode aumentar a produção da forragem e, conseqüentemente a capacidade de suporte da pastagem além de haver o benefício do efeito residual para a cultura em sucessão (ALVIM et al., 1987). As pastagens também podem ser beneficiadas no sistema de ILP pelo aproveitamento da adubação residual deixada pelas culturas anuais (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

O uso de N em pastagens é uma forma de manejo que traz incrementos na produção vegetal, pois interfere diretamente no processo fotossintético, uma vez que é constituinte da molécula de clorofila e de uma variedade de outros compostos que influenciam no metabolismo da planta. Com baixo teor de N no solo, o crescimento da planta é lento, apresentando porte baixo, com poucos perfilhos, e a concentração de proteína não atende as exigências do animal (LUGÃO et al., 2003).

Deste modo, além dos animais ficarem mais bem nutridos, o pastejo pode influenciar nos processos de mineralização/imobilização de N, facilitando a rápida decomposição de substratos e aumentando a taxa de reciclagem de N resultante da deposição de urina e fezes (ASSMANN, 2003a). Pereira (2004b) citou como fonte de nutrientes para o sistema: o material de origem dos solos; o retorno dos resíduos vegetais; a aplicação de fertilizantes e corretivos; os suplementos alimentares e a água fornecida aos animais, os nutrientes da atmosfera provenientes de precipitações pluviométricas, da fixação simbiótica e da fixação não simbiótica; e a deposição das excreções dos animais em pastejo.

Contudo, de acordo com Andreolla (2010), é comum surgirem algumas dúvidas no que diz respeito ao comportamento do sistema quando se alia a atividade animal em áreas

agrícolas cultivadas em SSD. Acredita-se que a entrada de animais em áreas de lavoura cause compactação ou outra alteração que possa comprometer o rendimento das culturas em sucessão à pastagem. Assmann et al. (2003a) mencionam que no Paraná são poucos os estudos do efeito do animal sobre as condições edafológicas, conhecimento de fundamental importância para entender as interações entre solo, planta e animal e para estabelecer os sistemas de produção mais sustentáveis.

Coimbra et al. (1996), ao avaliarem o efeito do impacto do animal no solo de áreas de semeadura direta envolvidas na ILP mostraram que os efeitos negativos do pisoteio são rapidamente revertidos após o cultivo da lavoura de verão. Porém, Nicoloso et al. (2006) ressaltam que pode ocorrer redução do rendimento da cultura em sucessão à pastagem quando há manejo inadequado da pastagem.

Assim, o milho como cultura sucessora a pastagem ocupada por animais, tendo a aplicação de N no inverno, poderia proporcionar alto rendimento animal e vegetal, bem como a produção de resíduo vegetal com alta relação C/N possibilitaria a manutenção do sistema integrado a médio e longo prazo (SANDINI et al., 2011).

2. OBJETIVO(S)

2.1 Geral

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito residual do nitrogênio (N) aplicado na pastagem (consórcio de aveia e azevém) sobre o milho, em um sistema de integração ovinos-milho.

2.2 Específicos

- Avaliar a influência do pastejo no rendimento de grãos de milho, em um sistema de integração lavoura-pecuária;
- Avaliar os teores de nitrato residual no solo antes da implantação da cultura do milho e, durante cultivo do milho a dinâmica dos teores de nitrato no solo.
- Avaliar o efeito da adubação nitrogenada, em pastagem anual de inverno com consórcio de aveia e azevém no rendimento do milho;

HIPÓTESE

O uso do nitrogênio na pastagem de inverno aumenta a produção de forragem, ocasionando melhor desempenho animal e este favorece a ciclagem de nutrientes no sistema e então esta forma de manejo, condicionaria melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, proporcionando maior eficiência de uso do nutriente diminuindo o uso de fertilizantes minerais, causando efeito residual para a cultura sucessora, especialmente para o milho, gerando maior rentabilidade ao sistema.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Sistema integração lavoura pecuária

O monocultivo e as práticas culturais inadequadas têm causado perda de rendimento de grãos, degradação do solo e dos recursos naturais. A reversão desse quadro pode ser alcançada por meio de tecnologias, como o sistema de semeadura direta (SSD), com preparo mínimo do solo e prática de rotação de culturas, e os sistemas de integração lavoura pecuária (ILP) (LOSS, et al., 2011).

Na região Sul do Brasil, o sistema de produção de grãos no verão e pastagem no inverno, o que caracteriza um sistema de ILP, pode ser sustentável ao longo do tempo sob as óticas ambiental, social e econômica. A produção animal no período de inverno em áreas agrícolas se caracteriza em uma forma de uso do solo e renda complementar que pode favorecer inúmeras famílias que atuam no setor agropecuário (BALBINOT JUNIOR, 2007).

A ILP, que tem como grande objetivo a mudança do sistema de uso da terra, fundamenta-se na integração dos componentes do sistema produtivo, visando atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade. Dentre os fatores que justificam o seu uso, o mais importante é o fato de otimizar o uso da terra. Durante o inverno no estado do Paraná, boa parte de áreas cultiváveis no verão permanecem em pousio ou são cultivadas com culturas de cobertura no inverno, em função das condições climáticas e da baixa competitividade dos cereais (MORAES et al., 2007).

No sistema ILP, a utilização de lavouras de grãos e pastagens anuais tem sido durante muito tempo uma prática cultural no processo de renovação de pastagens cultivadas. No entanto, do ponto de vista das propriedades do solo, esse sistema não só recupera as pastagens, mas também possibilita uma melhoria na fertilidade do solo, devido ao maior acúmulo de matéria orgânica, reciclagem de nutrientes, aumento na eficiência do uso de fertilizantes e capacidade diferenciada de absorção de nutrientes (LUSTOSA, 1998; ASSMANN et al., 2007).

A ILP é um sistema planejado de utilização racional do solo, em que participam plantas e animais, com vantagens para ambos, buscando conciliar a melhor resposta do animal por unidade de área, com o alto rendimento de grãos no verão, avaliando-se a carga animal praticada, doses de fertilização nitrogenada, a influência do pastejo e época de retirada dos

animais da pastagem (ANDREOLLA, 2010).

No conjunto, é fundamental para a sustentabilidade e o rendimento do sistema agropecuário, o que possibilita a redução de custos pelo menor uso de insumos e diversificação, tanto da atividade agrícola quanto da pecuária, com aumento de renda e diminuição de problemas ambientais (GONÇALVES e FRANCHINI, 2007).

Caracterizada pela rotação, em uma mesma área, das atividades de pastejo e produção de grãos (RIOS, 2010; ASSMANN et al, 2007; MORAES et al., 2007), a ILP tem como pressupostos básicos adubações na pastagem e o ajuste da lotação animal, de forma que, após a saída dos animais, a quantidade de biomassa vegetal seja suficiente para a utilização do SSD (RIOS, 2010). O manejo das pastagens de inverno é determinante não somente para alcançar bom rendimento animal, mas também para definir o potencial produtivo das culturas de verão (NICOLOSO et al., 2006).

Várias culturas têm sido utilizadas nesse sistema, entre as quais se destacam: soja, feijão, milho, milheto, sorgo, nabo forrageiro e girassol. Entretanto, poucos experimentos de longa duração de rotação lavoura pecuária em ecossistemas subtropicais têm sido relatados (FRANCHINI et al., 2010). Assim, são necessários mais estudos sobre esse sistema em relação às propriedades edáficas, com destaque aos teores de carbono (matéria orgânica), nitrogênio (N) do solo e da estabilidade dos agregados.

Os animais em pastejo são um componente essencial das pastagens. Seus efeitos no ecossistema podem incluir transformação de formas de nutrientes, de taxas de ciclagem e de disponibilidade de nutrientes, acelerando a dinâmica de decomposição de resíduos e a ciclagem de nutrientes no sistema, pois ingerem forragem que apresenta nutrientes pouco disponíveis e excretam fezes e urina, que apresentam nutrientes de fácil mineralização, os quais podem ser novamente absorvidos pelas plantas, formando novamente biomassa vegetal (MONTEIRO e WERNER, 1997).

Segundo Moraes (1991), a região Sul do Brasil está situada em uma latitude privilegiada, permitindo a utilização de espécies forrageiras tropicais e subtropicais, bem como espécies temperadas, o que facilita a adoção de sistemas de produção animal em pastagens durante o ano inteiro. Essas condições beneficiam a produção de matéria seca (MS) das espécies forrageiras de estação fria, permitindo assim a obtenção de altos rendimentos de produção de forragem, principalmente em áreas com integração lavoura pecuária.

Dentre as espécies forrageiras cultivadas no inverno na região Sul do Brasil as que se sobressaem são o azevém (*Lolium multiflorum* L.) e as aveias (*Avena* spp.) (MACARI et al.,

2006; ROSO e RESTLE, 2000). O azevém possui maior resistência às doenças, bom potencial para produção de sementes, facilidade de ressemeadura natural e versatilidade de uso em associações (FILHO e QUADROS, 1995). A introdução de pastagens de azevém em sistemas agrícolas no Paraná possibilitou uma série de vantagens, uma vez que o uso dessa gramínea em sistemas de pastejo permite aumento na produção de carne e leite, melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas dos diferentes solos, além de promover a cobertura contínua do terreno (GARCIA et al., 2004). A aveia, por sua vez, oferece alta produção de massa seca e qualidade da forragem, resistência ao pisoteio e baixo custo de produção (MACARI et al., 2006).

O manejo da pastagem pode gerar quantidades variáveis de resíduos animais e vegetais sobre o solo. Segundo Cassol (2003), esta variabilidade influencia o ambiente físico-químico e biológico do solo, pois o rendimento da forragem e o animal garantem um retorno de nutrientes através do resíduo vegetal e excrementos dos animais, respectivamente.

3.1.1. Objetivos e vantagens da ILP

Alvarenga et al. (2004) mencionam que, da mesma forma que as demandas tecnológicas são empregadas nas mais diversificadas situações dos agricultores, os objetivos da integração são, igualmente, variados. Pode-se especificá-los dessa forma:

- Recuperação ou reforma de pastagens degradadas, cultivando grãos por um ou mais anos, retornando com a pastagem, que aproveitará a adubação residual do ciclo produtivo de grãos na produção de forragem;
- Melhoria das propriedades físicas do solo, pois a quantidade de cobertura vegetal deixada pelas pastagens tende a aumentar o teor de matéria orgânica do solo, melhorando sua estrutura, além das raízes facilitarem trocas gasosas e movimentação de água;
- Recuperação da fertilidade do solo, aumentando seu potencial de produção;
- Alimentação de animais no período seco;
- Redução de custos, pois há menor uso de insumos agrícolas, devido ao aumento do rendimento na lavoura e na pastagem;
- Renda fixa do produtor diminuindo os riscos de cultivo de apenas uma cultura.

Segundo Kluthcouski et al. (2003), o produtor pode se beneficiar da ILP de forma 1) agrônômica, recuperando a produção do solo; 2) econômica, aumentando o rendimento por

área e com isso a oferta de produção; 3) ecológica, reduzindo a quantidade de pragas, doenças, também menor uso de agrotóxicos e menores riscos de erosão; 4) e social, gerando mais emprego, movimentando o produto interno bruto (PIB) do Brasil.

Além disso, Yokoyama et al. (1999) relataram que uma das principais vantagens do sistema integrado é a possibilidade de explorar economicamente a área durante o ano inteiro ou na maioria dele, gerando um aumento na produção de grãos, carne e leite. Ainda, a chance de aumentar a produção sem precisar derrubar florestas, a diminuição na contaminação e assoreamento dos rios, aumento do teor de matéria orgânica no solo, entre outros (MAPA – Boletim técnico, 2007).

Apesar das inúmeras vantagens e benefícios, existe uma séria resistência na utilização do sistema ILP, especialmente por parte de alguns agricultores, temerosos de que o pisoteio animal possa prejudicar o rendimento da lavoura seguinte (ASSMANN et al., 2002).

Vários estudos científicos já evidenciaram a compactação do solo pelo pisoteio dos animais que ocorre na camada de 0 a 10 cm de profundidade (CORREA e REICHARDT, 1995). O efeito do pisoteio animal sobre as propriedades físicas do solo é limitado às suas camadas mais superficiais, podendo ser temporário e reversível quando a pastagem é bem manejada pelo controle da lotação animal, tempo de pastejo, resíduo de forragem após o pastejo, bem como pelo uso do N para melhorar a capacidade de suporte do pasto, com a produção de fitomassa, e causar efeito residual na cultura sucessora (CASSOL, 2003).

Entretanto, para Balbinot Junior et al. (2009), o reduzido número de pesquisas sobre o sistema integrado no Sul do Brasil, requer um maior conhecimento sobre a interação solo-planta-animal, o que se reflete em dificuldades de médio a longo período de tempo para obtenção de resultados, sendo ainda, necessário melhor entendimento do sistema, da interação entre os diferentes fatores de manejo, e das possíveis práticas no sentido de contornar limitações advindas da sua utilização que podem ser relevantes em relação ao alcance de alto rendimento animal e vegetal.

3.2. A cultura do milho na ILP

A composição química, o valor nutritivo e o potencial produtivo fazem com que o milho (*Zea mays* L.) seja um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Dentro da evolução mundial de produção de milho, o Brasil é o terceiro maior

produtor, isso porque apenas uma pequena parcela de grandes produtores se preocupa com a produção comercial e com altos índices de rendimento, e uma grande parcela de pequenos agricultores que não possuem altas tecnologias dependem da produção única e exclusivamente para subsistência, destacando a importância do milho sob o aspecto social (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% em escala mundial. No Brasil, 60% a 80% são utilizados para esse fim, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano (DUARTE, 2000).

O milho se destaca no contexto da ILP 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). Segundo Silva et al. (2007), o milho, por suas características fisiológicas e pelo manejo que vem sendo adotado em grande parte das propriedades, pode ser muito beneficiado por um sistema adequado de rotação e sucessão de culturas.

No entanto, para que esta estratégia funcione, é necessário compreender como as plantas crescem e se desenvolvem. 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).

Para facilitar o manejo e atender as necessidades da cultura, o ciclo do milho é dividido em estádios, que determinam períodos críticos. Cada cultura tem exigências nutricionais específicas. Para o milho, indiferente da sua forma de utilização final, o nutriente de maior importância é o N, já que é o mais absorvido e o que mais limita a produção (ROBERTO et al., 2010). A eficiência de absorção do N pelas plantas normalmente é igual ou menor a 60% (BROCH e RANNO, 2008).

Por ser constituinte essencial dos aminoácidos (MALAVOLTA et al., 1997) e moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, o N é um dos nutrientes mais requeridos pelo milho. Além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila, é um dos nutrientes que apresentam os efeitos mais significativos no

acréscimo da produção de grãos na cultura do milho (FERNANDES et al., 2008; SILVA, 2005).

As exigências deste nutriente pelo milho na fase reprodutiva são maiores que na fase vegetativa. Portanto, o início da fase reprodutiva, quando a cultura tem entre cinco e seis folhas expandidas, é o momento adequado para se efetuar a cobertura nitrogenada, pois quando aplicado nesta fase auxiliará na expansão foliar, na formação de clorofila, na manutenção das folhas fotossinteticamente ativas por mais tempo e no desenvolvimento das espigas (SANGOI et al., 2011).

Dentre as culturas sucessoras ao período de pastejo, o milho é aquela que demanda maior aplicação de N. Por essa razão é uma cultura indicadora da adubação nitrogenada da pastagem. Além do mais, a utilização de uma gramínea no período de verão é necessária, de forma a possibilitar a rotação de culturas, prática que é imprescindível para a sustentabilidade do sistema integração lavoura pecuária, pois melhora a qualidade e a conservação do solo, reduz a incidência de pragas, doenças e plantas daninhas e aumenta a diversificação temporal da exploração econômica na propriedade rural (BALBINOT JUNIOR et al., 2009).

Assim, para que as exigências da planta de milho sejam atendidas e, associado ao fato de que o milho apresenta acentuada sensibilidade a estresses de natureza biótica e abiótica, seu cultivo necessita ser rigorosamente planejado e criteriosamente manejado, visando a manifestação de seu máximo potencial produtivo dentro da ILP, para que sua participação seja representativa o suficiente, promovendo maiores produções ao sistema.

3.3. Manejo de pastagens e a matéria orgânica do solo

Pastagens são sistemas complexos, nos quais estão inter-relacionados vários fatores. O pastejo seletivo e as preferências dos animais pelo descanso em determinadas áreas dificultam os estudos. É determinante na obtenção de resultados satisfatórios, a melhor compreensão sobre o efeito da entrada dos animais em áreas de lavoura e das interações entre solo, planta e animais (ALVES et al., 2012). A Figura 1 ajuda entender o funcionamento e as inter-relações entre as variáveis e que podem ser determinantes na resposta animal e das lavouras que participam do sistema de ILP.

As condições edafoclimáticas são determinantes no rendimento do sistema. Fatores climáticos, representados pela luz, temperatura, radiação solar e disponibilidade de água e nutrientes associada ao solo, completam o ambiente, no qual se desenvolvem as plantas.

Esquemáticamente, o solo é subdividido em ambientes físico, químico e biológico, os quais interagem entre si e com cobertura de palha. O adequado manejo das pastagens é fundamental para a manutenção dos inúmeros benefícios do plantio direto e para a sustentabilidade do sistema (ALVES et al., 2012).

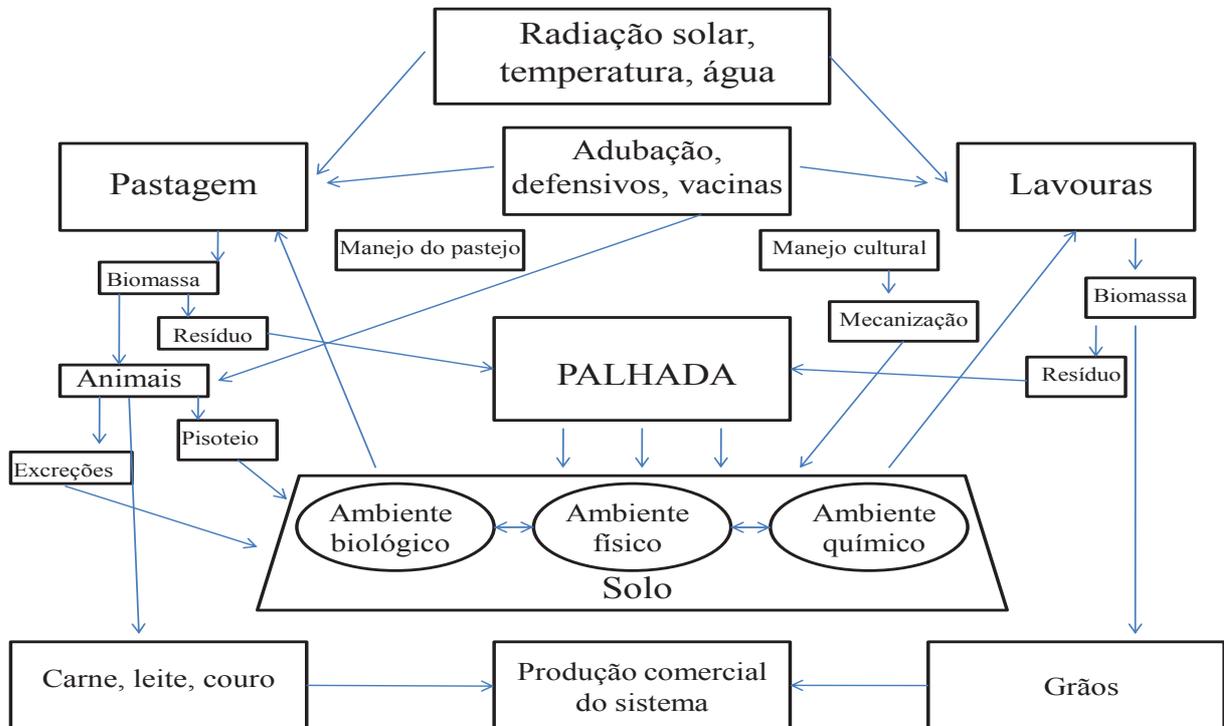


Figura 1. Inter-relações observadas em sistemas de integração lavoura pecuária.

A produção de biomassa das plantas forrageiras depende das espécies e cultivares utilizadas e das condições ambientais durante o ciclo, as quais podem ser parcialmente modificadas (adubação, irrigação). Parte da biomassa da pastagem é consumida pelos animais e os resíduos (liteira e raízes), acrescidos de fezes e urina são adicionados ao solo. Em sistemas bem manejados, observa-se aumento da produção de biomassa nas áreas pastejadas em relação às não pastejadas. O pastejo remove partes da planta e estimula a rebrota. Nos experimentos, nos tratamentos com maiores taxas de crescimento das pastagens, tem-se observado o aumento dos teores de carbono no solo (ALVES et al., 2012).

Sistemas que englobam o uso de gramíneas têm-se destacado, como a ILP, que é capaz de manter ou até mesmo elevar os teores de matéria orgânica do solo nas camadas superficiais (Batlle--Bayer et al., 2010). Alterações na matéria orgânica influenciam diretamente a conservação do meio ambiente, pois afetam a infiltração, retenção de água, susceptibilidade à erosão, complexação de elementos tóxicos e estruturação do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Os benefícios que o aumento dos teores de matéria orgânica traz para a ILP são potencializados pela introdução de espécies forrageiras. No geral, essas forrageiras estivais acumulam mais carbono do que as culturas agrícolas, cuja fitomassa é, muitas vezes, insuficiente para a manutenção da cobertura do solo (Especial Embrapa, 2009). Segundo Nicoloso et al. (2008), o solo sob sistema integrado tem potencial para ser um dreno de carbono atmosférico e favorecer o acúmulo da matéria orgânica, sendo esta um indicador de qualidade do solo, já que influencia diretamente atributos físicos, químicos e biológicos do mesmo (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Segundo Aita (2006), a variação no estoque de matéria orgânica do solo nos diversos sistemas de exploração agrícola depende diretamente dos fluxos de entrada e saída de carbono no sistema, através dos processos bioquímicos da fotossíntese e da decomposição dos resíduos culturais, respectivamente. Essa fração orgânica complexa resultante é de grande relevância na manutenção e melhoria da qualidade do solo, já que em solos minerais ela contribui com 20% a 80% da capacidade de troca de cátions, além de promover a agregação do solo.

O alto conteúdo de matéria orgânica do solo sob pastagens também resulta numa alta atividade de enzimas, como a uréase, refletindo numa elevada taxa de retorno de nitrogênio para o conteúdo orgânico do solo, determinando assim, a quantidade e a qualidade dos resíduos culturais adicionados a ele (HAYNES e WILLIAMS, 1993). O teor de matéria orgânica do solo tem sido utilizado como indicador da disponibilidade de N para as culturas no Brasil, por isso, muitas recomendações de adubação nitrogenada se baseiam no teor de matéria orgânica, assim como o teor de nitrato do solo. A dinâmica do nitrogênio no sistema pode ser amplamente influenciada pela rotação de lavoura-pecuária (MELLO et al., 1989).

3.4. Importância do nitrogênio na ILP

Com a crescente demanda por maior rendimento vegetal, tem sido aumentada a atenção para uma adequada nutrição das plantas. Os nutrientes minerais presentes nos solos, nos animais e nas plantas desempenham funções vitais para a manutenção de cada componente do sistema solo-planta-animal. O estabelecimento e o rendimento das plantas são influenciados pela disponibilidade de nutrientes, provenientes do solo (MONTEIRO e WERNER, 1997).

No entanto, a aplicação em larga escala de fertilizantes vem-se tornando impraticável por motivos econômicos e ambientais. É necessário o estudo de modelos agrícolas menos dependentes do uso de insumos e que reduzam o custo de produção tornando-os mais eficientes, como é o sistema ILP (ASSMANN et al., 2003a).

O N, depois da água, tem sido considerado o principal fator limitante à produção de biomassa nos ecossistemas (LEMAIRE, 1997). Este elemento é um importante constituinte do protoplasma das células, sendo que a proteína protoplasmática tem as funções de catálise e orientação do metabolismo celular. Atua ainda em diversos processos metabólicos, faz parte da constituição de hormônios, e interfere diretamente no processo fotossintético pela sua participação na molécula de clorofila.

Os principais processos de adição de N, em solo cultivado com pastagens, são a fixação simbiótica de N₂ atmosférico, a ciclagem e a fertilização nitrogenada (CORSI, 1994). A fertilização nitrogenada eleva a produção de matéria seca até níveis não alcançáveis por meio de outro manejo. Porém, sua aplicação deve ser acompanhada por condições ambientais favoráveis, e práticas adequadas de manejo, para a obtenção de seu máximo proveito, não comprometendo a persistência da pastagem (SEMPLE, 1974).

A quantidade de N existente no solo, na maioria dos sistemas de produção do Sul do Brasil não é suficiente para satisfazer a demanda total deste nutriente para as 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. Os animais usam apenas uma pequena quantidade dos nutrientes ingeridos, sendo que 60 a 90% destes nutrientes retornam para a pastagem via urina e fezes (WILLIAMS et al., 1989). Quanto à contribuição das excreções dos animais, o fósforo, o cálcio e magnésio são excretados principalmente nas fezes; o nitrogênio e o enxofre podem ser excretados em quantidades consideráveis tanto nas fezes quanto na urina, já o potássio, em maior quantidade na urina (Tabela 1).

Mais de 70% do N da urina animal está presente na forma de uréia, sendo que o restante se constitui de aminoácidos e peptídeos. A uréia da urina é rapidamente hidrolizada a amônio, sendo mais rápida que a hidrólise da uréia via fertilizante quando esta é adicionada ao solo nas mesmas condições. O N presente nas fezes dos animais está na forma orgânica necessitando passar por uma mineralização por microrganismos para ser transformado na forma mineral. (DOAK, 1952).

Tabela 1. Repartição de nutrientes (%) retornados via fezes e urina pelos animais em pastejo (Wilkinson e Lowrey, 1973).

Elemento	Urina	Fezes
N	60-70	30-40
K	70-90	10-30
P	traços	95
Mg	10-30	70-90
S	6-10	90-94
Ca	< 5	99
Fe	traços	95
Mn	traços	95
Zn	traços	95
Cu	traços	95
B	95	traços
Na	60-80	20-40

No local urinado, por exemplo, o alto pH, a alta concentração de NH_4^+ , a elevada temperatura e a evaporação da água do solo, favorecem a perda de N por volatilização na forma de NH_3 . As fezes resultam numa elevada concentração de N mineral no solo abaixo do local esterçado, e as altas concentrações de NO_3^- que se acumulam sugerem que o local esterçado pode ser uma fonte significativa de perdas de NO_3^- por lixiviação (HAYNES e WILLIAMS, 1993).

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. 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). Entre as características de solo, utilizadas como indicadores da disponibilidade desse elemento, destaca-se o teor de nitrato (NO_3^-), pelo fato de grande parte do N mineral do solo estar sob esta forma (RAMBO et al., 2007).

O NO_3^- é uma das formas inorgânicas do N no solo e constitui produto final da mineralização do N orgânico, contido em qualquer resíduo orgânico após adição ao solo. Por ser repellido pelas partículas do solo – que geralmente apresentam carga elétrica líquida negativa, esse ânion permanece livre na solução. Em consequência disso, a quantidade presente na camada arável do solo, que não é aproveitada pelas plantas, fica sujeita à lixiviação, podendo, ao longo do tempo, atingir o lençol freático e os corpos de água por ele alimentados (DYNIA et al., 2006).

Por ser um nutriente dinâmico no solo, o N está sujeito a perdas por lixiviação, volatilização, imobilização, mobilização, nitrificação, desnitrificação e mineralização, e

para aumentar sua eficiência é importante considerar condições meteorológicas e de solo (RAMBO et al., 2004; SOUZA et al., 2008). Há uma perda estimada anual de 15,9 bilhões de dólares com fertilização nitrogenada. A alta mobilidade do N no solo justifica a preocupação em relação ao manejo da adubação nitrogenada em solos agrícolas (RAMBO et al., 2007), e sua redução representa perda de N do solo disponível para a planta.

Em pastagem, grande quantidade de NO_3^- lixiviado é indicativo de que a quantidade de N que entrou no sistema excedeu os requerimentos para o crescimento vegetal. Esse suprimento ocorre usualmente com o fertilizante e com o retorno do N na urina dos animais, mas também inclui o N mineralizado da matéria orgânica e aquele proveniente da atmosfera (WHITEHEAD, 1995).

As perdas de NO_3^- no perfil do solo devem, então, ser monitoradas, especialmente em situações de manejo intensivo de pastagens, com elevado uso de insumos nitrogenados e corretivos de acidez, para que sejam tomadas medidas que promovam aumento da eficiência do uso do N aplicado com a finalidade de possibilitar o gerenciamento de um sistema de produção economicamente sustentável, de qualidade de forragem, com mínimo impacto ambiental negativo e que promovam efeito residual na cultura de verão subsequente.

No Sul do País, a recomendação de adubação nitrogenada em culturas de verão, como a do milho, apresentou avanços expressivos, passando a considerar também o efeito das pré-culturas na disponibilidade de N (AMADO et al., 2002). Considerando que o sistema de recomendação deve estar em constante aperfeiçoamento, uma melhoria potencial seria a inclusão de características complementares de solo e de planta que permitissem o monitoramento da disponibilidade de N durante o ciclo do milho, visando maior precisão na recomendação das doses e melhorias do manejo do N nessa cultura (RAMBO et al., 2004).

Poucos são os estudos realizados no Brasil visando ao uso do teor de N mineral, principalmente o de NO_3^- , como indicador residual do teor de N no solo para a cultura do milho. A quantidade de N existente no solo, na maioria dos sistemas de produção do Sul do Brasil não é suficiente para satisfazer a demanda total deste nutriente para as culturas. Por isso a utilização de sistemas integrando lavoura e pecuária, recorrendo algumas vezes à utilização de fertilizantes nitrogenados, tanto no inverno quanto no verão, asseguram a sustentabilidade do sistema produtivo (BAETHGEN, 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava/PR, sendo as coordenadas geográficas de 25° 33' Sul e 51° 29' Oeste.

4.2. Material experimental

4.2.1. Descrição do local

O clima da região de Guarapuava-PR é classificado Cfb (subtropical mesotérmico úmido), sem estação seca definida, com verões frescos e inverno moderado conforme a classificação de Köppen, em altitude de aproximadamente 1.100 m, precipitação média anual de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C. O solo é classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico (EMBRAPA, 2006).

A partir do inverno de 2006 iniciou-se o sistema de integração lavoura pecuária, onde anteriormente praticava-se o cultivo de culturas anuais para produção de grãos em sistema de semeadura direta. O histórico da rotação de culturas está exposto na Tabela 2.

Tabela 2. Rotação de culturas de lavoura no verão e pastagem de inverno no sistema de ILP nos anos de 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010 em Guarapuava, PR.

	2006	2007	2008	2009	2010
Inverno	<i>L. multiflorum</i>	<i>A. sativa</i> + <i>L. multiflorum</i>	<i>A. strigosa</i> + <i>L. multiflorum</i>	<i>A. strigosa</i> + <i>L. multiflorum</i>	<i>A. strigosa</i> + <i>L. multiflorum</i>
Verão	<i>P. vulgaris</i>	<i>Zea mays</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>Zea mays</i>	<i>P. vulgaris</i>

No inverno de 2011, a área esteve ocupada com ovinos da raça *Ile de France*, em lotação contínua com taxa de lotação variável, pelo método conhecido com “*Put and Take*”,

descrito por MOTT e LUCAS (1952). Utilizam-se dois grupos distintos de ovinos, um composto pelos animais denominados experimentais, os “*testeres*”, e o outro por animais reservas, os “*grazers*”. O primeiro grupo permanece no experimento todo o tempo, e o segundo grupo não possui número fixo de animais, uma vez que varia em função do crescimento da pastagem. A pastagem é mantida com altura média do dossel de plantas em 14 cm, composta por aveia preta e azevém comum, e a implantação do experimento com a cultura do milho que ocorreu em sucessão a pastagem, na safra 2011/2012.

4.2.2. Manejo da área experimental e do milho

A semeadura da aveia preta e do azevém foi realizada no mês de maio utilizando-se 60 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹ de semente, respectivamente, no sistema de semeadura direta, com espaçamento entre linhas de 17 cm. O pastejo foi iniciado no dia 08/08/2011 e finalizado no dia 17/10/2011. Foi então efetuada dessecação da pastagem com herbicida *glyphosate* (900 g ha⁻¹) 15 dias antes da semeadura do milho.

A semeadura do híbrido de milho ‘30F53’ foi efetuada no dia 01 de novembro de 2011 em sistema de semeadura direta com espaçamento de 0,8 m entre linhas. A emergência das plântulas ocorreu oito dias após a semeadura.

Para a adubação, o fósforo e o potássio foram aplicados a lanço, antes da semeadura, nas dosagens de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O (em função do resultado da análise do solo, efetuada 30 dias antes da semeadura), sendo as fontes o superfosfato triplo (45% P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% K₂O), respectivamente. O N, em conformidade com os tratamentos estabelecidos, foi aplicado 1/3 da dose na linha de semeadura e 2/3 em cobertura, sendo metade em V2 e o restante em V5. A fonte utilizada foi ureia (46% N).

Efetuuou-se o controle das plantas daninhas por ocasião da dessecação, e foi complementado pela aplicação de *atrazine* (3500 g ha⁻¹) mais óleo mineral (0,5 L ha⁻¹), em pós-emergência. Não foi efetuado controle de pragas e doenças. Também foi realizado o ajuste populacional das plantas, com a técnica de desbaste, 20 dias após a semeadura (V2 – V3), objetivando obter a população de 40 plantas por linha.

4.2.3. Metodologia e avaliações

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subsubdivididas e 3 repetições. A parcela principal consistiu dos tratamentos com aplicação do N no inverno (N-TI = 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N), na subparcela a ausência e presença do animal em pastejo e nas subsubparcelas as doses de N no verão (N-TV = 0; 75; 150; 225 e 300 kg ha⁻¹ de N), de acordo com o croqui da Figura 2.

De um total de 3,5 ha utilizou-se 3,0 ha para implantação do experimento e os 0,5 ha restantes foram utilizados para a manutenção dos animais reguladores. A área experimental para a aplicação dos tratamentos foi dividida em 12 parcelas com 0,2 ha cada, sendo que de cada parcela foram isoladas as unidades experimentais, com e sem pastejo, que apresentaram área de 19,2 m² (4 linhas x 0,8 m entre linhas x 6,0 m de comprimento) cada uma.

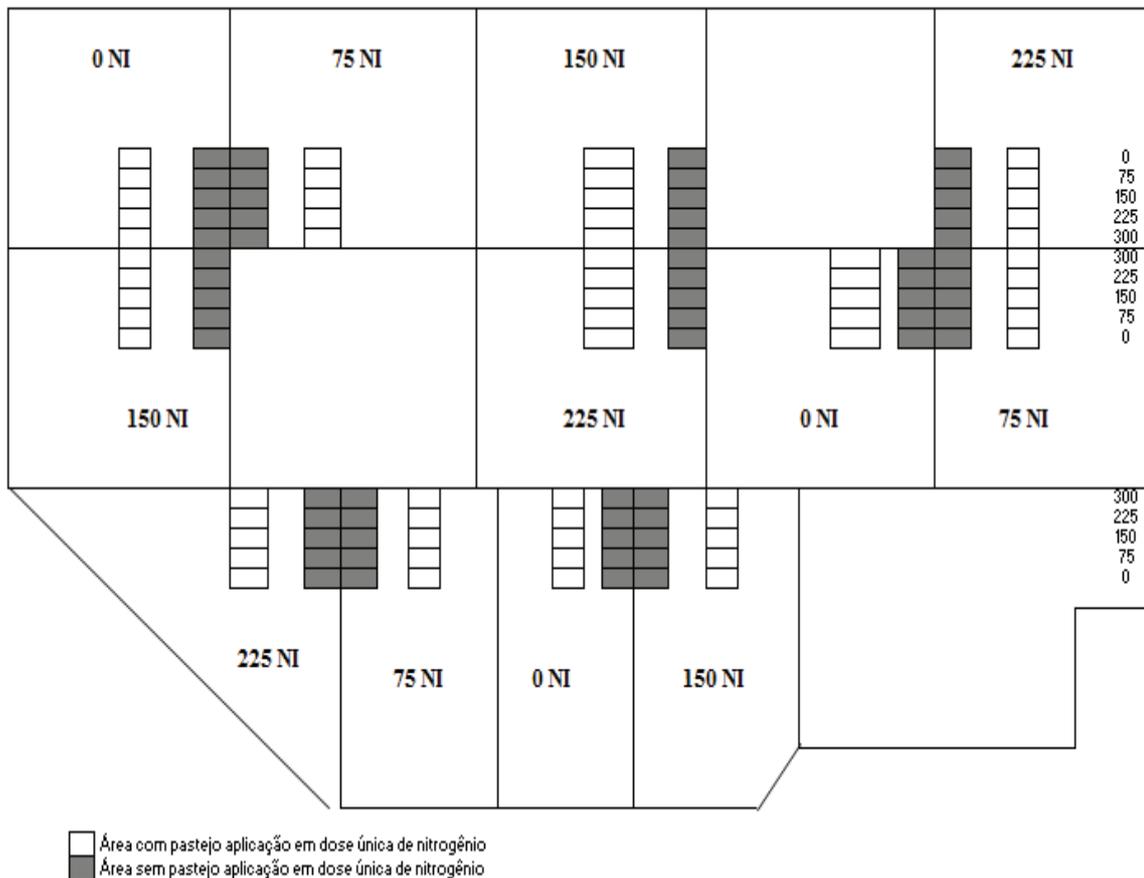


Figura 2. Croqui da área experimental, Guarapuava, PR, 2012.

As variáveis avaliadas foram rendimento de grãos, altura de inserção de espiga, altura de planta, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, massa de mil grãos, teor de grãos ardidos, índice de espigamento, nitrogênio e clorofila foliar, nitrato do solo e índice de área foliar.

O rendimento de milho foi determinada em área útil de 9,6 m² (2 linhas x 0,8 m x 6,0 m) e, depois da correção de umidade para 14%, o valor foi convertido para kg ha⁻¹. A massa de mil grãos foi determinada a partir da pesagem de 300 grãos de cada parcela. O teor de grãos ardidos foi obtido com avaliação de uma amostra de 250 gramas, sendo considerados como ardidos os grãos que apresentavam descolorações oriundas de ataque fúngico. Para avaliação do número de fileiras e grãos por fileira foram utilizadas dez espigas, colhidas em sequência, que após analisadas foram incorporadas ao peso da parcela.

A altura de inserção de espiga e de planta foi estimada pela avaliação de três plantas escolhidas aleatoriamente da área útil de cada parcela, tomando-se a medida do nível do solo até o nó da espiga superior e até a lígula da folha bandeira, para altura de inserção e de planta, respectivamente. Para avaliação do número de fileiras por espiga e grãos por fileira foram utilizadas dez espigas colhidas em sequência da segunda linha central de cada parcela, obtendo-se também o número de grãos por espiga, que após analisadas foram incorporadas ao peso da parcela.

No estágio de florescimento do milho foi determinada, através da medida de comprimento e largura de todas as folhas com pelo menos 50% da sua área verde, a área foliar de 3 plantas da parcela, de acordo com a metodologia de Tollenaar (1992). Em seguida determinou-se o índice de área foliar por meio da relação entre a área foliar das plantas e do espaço ocupado por elas em um metro quadrado.

Também no florescimento foram realizadas leituras do teor relativo de clorofila A, B e total, de acordo com a metodologia descrita por Argenta (2003). Foram escolhidas cinco plantas aleatórias na parcela para realizar a medição, com ajuda do aparelho clorofilômetro eletrônico. A unidade de medida em índice adimensional é chamada de SPAD. Na sequência, foram coletadas as folhas índice das cinco plantas selecionadas a fim de verificar o teor de nitrogênio foliar. As folhas foram levadas para estufa, moídas e conduzidas para a análise química do nutriente. Os teores de nitrogênio foliar foram determinados de acordo com a metodologia do Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes da Embrapa (SILVA, 2009).

Os teores de nitrato no solo foram determinados em amostra composta, formada pela mistura de nove subamostras de solo da camada 0–20 cm de profundidade, por parcela, coletadas com trado calador. Após a coleta, o solo foi colocado em becker com 100 mL de KCl 1N. Em seguida, foi agitado por 60 minutos e deixado a decantar pelo mesmo tempo. Posteriormente, foi coletado o sobrenadante e feita a destilação da alíquota em destilador de arraste de vapor (TEDESCO et al., 1995).

4.3. Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos ao Teste de Bartlett para testar a homogeneidade das variâncias e em seguida aplicou-se a análise de variância. Quando os resultados apresentaram significância, as médias dos fatores qualitativos foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos (doses de N), as equações foram ajustadas com F significativo pelas regressões polinomiais entre as doses de N (variável independente) com as demais variáveis dependentes, buscando o modelo que melhor expressasse esta relação. Foram testados modelos linear e quadrático e a escolha foi baseada na significância (menor que 5%).

5. RESULTADOS E DICUSSÃO

Na Figura 3 está apresentado, por decêndio o extrato do balanço hídrico dos anos de 2011 e 2012, e na Figura 4 as temperaturas médias do período em estudo. Durante os meses de outubro de 2011 a abril de 2012, foi constatada deficiência hídrica no final de janeiro e começo de fevereiro, que coincidiu com o período de florescimento do milho. Sabe-se que essa cultura apresenta um período crítico, que vai da pré-floração ao início do enchimento de grãos (MORIZET e TOGOLA, 1984). Nessa etapa fenológica, o milho é sensível ao déficit hídrico, sendo que os eventos de formação do zigoto e início do crescimento dos grãos são muito suscetíveis a estresses, sobretudo ao déficit hídrico (ZINSELMEIER et al., 1995). Bergamaschi et al. (2004) passaram por período de estiagem na fase crítica do milho em seu experimento, e constataram redução de até 2.000 kg ha⁻¹ no rendimento do milho. Para este trabalho, como o período de déficit não durou mais que um decêndio, não foi constatado redução no rendimento dos grãos.

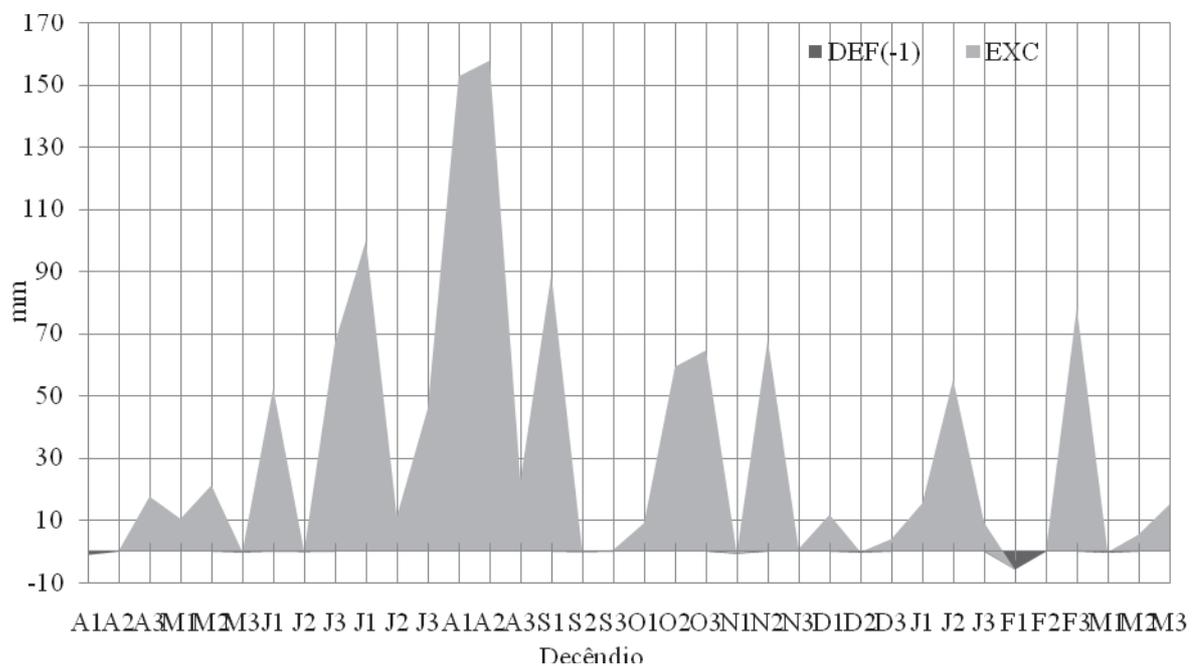


Figura 3. Balanço hídrico sequencial da cada intervalo de 10 dias, durante o ano de 2011 e 2012, Guarapuava, PR, 2012. Dados da estação meteorológica UNICENTRO/IAPAR, adaptado em Rolim et al. (1998)/ESALQ.

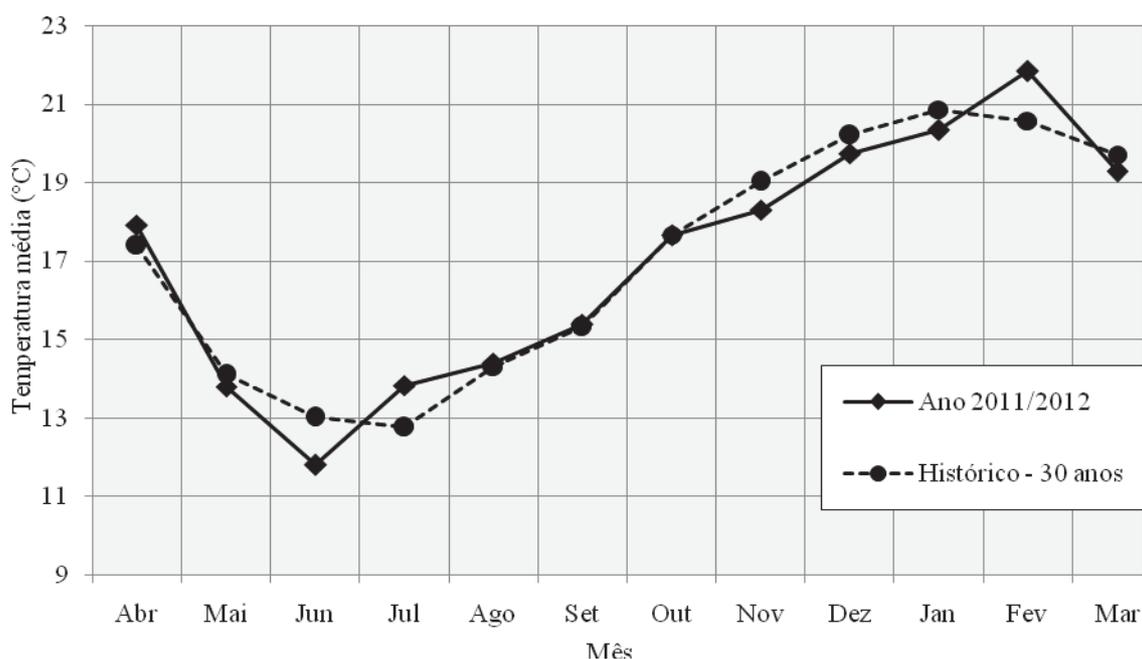


Figura 4. Temperaturas médias do mês de abril/2011 até abril/2012. Guarapuava, PR, 2012. *Temperatura média calculada de acordo com o INMET ($T_{med} = (T_{9h} + T_{max} + T_{min} + 2 \times T_{21h}) / 5$).

A Tabela 3 apresenta o resultado da média da análise química do solo nas áreas com e sem pastejo dos anos de 2011 (antes da implantação do milho) e 2012 (após colheita do milho). Não foi observada nenhuma deficiência nutricional pela cultura, com exceção ao elemento nitrogênio que, em função dos tratamentos, verificou-se sintomas visuais (folhas mais claras/amareladas) de deficiência nas doses zero e $75 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N-TV}$. Durante o período analisado, constatou-se redução do pH nas áreas que não foram pastejadas, sendo esta causa mais evidenciada no ano de 2012, que gerou aumento dos valores de H+Al e redução considerável dos valores de V%, para este mesmo ano. Bons teores de matéria orgânica do solo foram encontrados no sistema. Para Tracy e Zhang (2008), o sistema ILP pode aumentar os teores de carbono orgânico no solo ao longo do tempo devido ao crescimento contínuo de plantas para exploração vegetal, rotação de culturas, incremento da massa produzida por tempo em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes.

A partir dos resultados obtidos no Teste de Bartlett, as variâncias são homogêneas. Na análise de variância (Tabela 4) são apresentados os quadrados médios e a significância do teste F para as variáveis analisadas frente aos fatores testados no experimento, assim como suas interações. O rendimento, o número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga tiveram efeito do pastejo, do N utilizado no inverno, no verão e da interação N-TI x N-TV.

Para número de fileiras por espiga, houve efeito do N utilizado no inverno, a interação N-TI x N-TV assim como interação P x N-TI x N-TV. A altura de inserção e a altura de planta foram afetadas pelo pastejo e pelo N aplicado no verão. Para índice de espigas, foi observado efeito do pastejo e da interação P x N-TV. Para grãos ardidos, constatou-se efeito da interação P x N-TI x N-TV. A massa de grãos sofreu influência do pastejo, N-TI, N-TV assim como da interação N-TI x N-TV, P x N-TI e P x N-TV. No teor de nitrogênio foliar, nas clorofilas A, B e Total e no índice de área foliar, constatou-se efeito do N-TI e N-TV, também tiveram efeito do pastejo (menos a clorofila total). Para as interações P x N-TI e P x N-TV nessas variáveis, menos teor de nitrogênio foliar, foi verificado efeito. Nas clorofilas A, B e Total constatou-se efeito da interação P x N-TI x N-TV.

A Tabela 5 mostra o quadrado médio e a significância do teste F para o teor de nitrato frente aos fatores testados no experimento, neste caso somente com adubação no inverno com e sem pastejo, assim como suas interações. Esta variável não obteve efeito do N utilizado no inverno, mesmo sendo observado incremento dos teores com o aumento da dose de N, e nas áreas com pastejo, em relação às áreas não pastejadas, mesmo não mostrando significância, observa-se maior teor de nitrato. A Tabela 6 apresenta as médias das áreas com e sem pastejo quando as variáveis analisadas obtiveram significância para o pastejo.

Tabela 5. Quadrado médio e significância (F) para teor de nitrato do solo com diferentes doses de N no inverno. Guarapuava, PR, 2012.

Causa da Variação	GL	Teor de Nitrato no Solo
Blocos	2	67,1105 ^{ns}
Pastejo	1	149,830 ^{ns}
N Inverno (N-TI)	3	76,3863 ^{ns}
P x N-TI	3	12,2278 ^{ns}
Erro	8	36,9511

Obs: ^{ns} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%, pelo teste F.

Tabela 6. Médias das áreas com e sem pastejo (CP e SP) das variáveis que foram significativas para esta fonte de variação e os ganhos que as áreas CP têm em relação as SP. Guarapuava, PR, 2012.

	CP	SP	Ganhos
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	11435,48 a*	9726,22 b	1706,26 kg ha ⁻¹
Gr Fileiras	31,39 a	30,10 b	1,29
Gr Espigas	523,50 a	500,86 b	22,64
Massa de Mil Grãos (g)	335,88 a	326,65 b	9,26 g
Ardido (%)	1,48 b	2,18 a	-0,7%
Altura de Inserção (cm)	162,10 a	124,62 b	37,48 cm
Altura de Planta (cm)	226,83 a	216,73 b	10,1 cm
Índice de Espigas	1,0240 b	1,0799 a	-0,0559
N Foliar (g kg ⁻¹)	40,38 a	38,19 b	2,19 g kg ⁻¹
Clorofila A (spad)	37,42 b	40,05 a	-2,63 spad
Clorofila B (spad)	16,54 a	14,01 b	2,53 spad
Índice área foliar	5,15 a	4,77 b	0,38

*Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de confiança.

Tabela 3. Valores médios de pH em CaCl₂, M. O., P, K¹⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H+Al, SB, CTC e V%, nas áreas com e sem pastejo, nos anos de 2011 e 2012, Guarapuava, PR, 2012.

N	Pastejo	pH em CaCl ₂		M. O. g dm ³		P mg dm ³		K ¹⁺ -----cmol dm ³ -----		Ca ²⁺		Ca + Mg	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Zero	Com	4,86	4,63	43,70	42,39	3,41	4,44	0,63	0,54	3,03	2,92	5,67	5,05
	Sem	4,72	4,52	42,36	41,12	4,06	3,90	0,60	0,55	2,67	2,77	5,09	5,03
	Média	4,79	4,57	43,03	41,75	3,74	4,17	0,61	0,55	2,85	2,84	5,38	5,04
75	Com	4,91	4,61	42,70	41,64	2,60	4,00	0,54	0,57	3,14	3,17	5,95	5,34
	Sem	4,70	4,53	41,20	40,94	2,76	4,17	0,62	0,57	2,80	2,73	5,53	4,88
	Média	4,81	4,57	41,95	41,29	2,68	4,09	0,58	0,57	2,97	2,95	5,74	5,11
150	Com	4,63	4,42	48,62	41,95	2,76	4,03	0,49	0,59	2,80	2,86	5,10	5,44
	Sem	4,67	4,44	43,55	41,83	2,64	4,35	0,52	0,48	2,60	2,57	5,28	4,61
	Média	4,65	4,43	46,09	41,89	2,70	4,19	0,50	0,53	2,70	2,71	5,19	5,02
225	Com	4,79	4,55	44,89	41,09	3,22	5,02	0,52	0,50	3,10	2,83	6,28	5,07
	Sem	4,46	4,33	41,31	41,37	2,61	5,10	0,59	0,50	2,42	2,56	5,04	4,52
	Média	4,63	4,44	43,10	41,23	2,91	5,06	0,55	0,50	2,76	2,69	5,66	4,80
Média	Com	4,80	4,55	44,98	41,77	3,00	4,37	0,54	0,55	3,02	2,94	5,75	5,22
	Sem	4,64	4,46	42,11	41,32	3,02	4,38	0,58	0,52	2,62	2,65	5,23	4,76
	Geral	4,72	4,51	43,54	41,54	3,01	4,38	0,56	0,54	2,82	2,80	5,49	4,99

N	Pastejo	Mg ²⁺		Al ³⁺		H + Al		SB		CTC		Bases V	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
-----cmol dm ³ -----													
													%
Zero	Com	2,64	2,13	0,00	0,12	3,89	6,67	6,30	5,59	10,19	12,26	61,66	45,46
	Sem	2,42	2,26	0,00	0,18	4,18	7,06	5,69	5,58	9,86	12,65	57,41	43,94
	Média	2,53	2,20	0,00	0,15	4,04	6,87	5,99	5,58	10,03	12,45	59,53	44,70
75	Com	2,81	2,16	0,04	0,09	3,84	6,74	6,49	5,91	10,33	12,65	62,57	46,82
	Sem	2,73	2,15	0,02	0,09	4,20	6,80	6,16	5,45	10,35	12,25	59,18	44,75
	Média	2,77	2,16	0,03	0,09	4,02	6,77	6,32	5,68	10,34	12,45	60,88	45,78
150	Com	2,30	2,58	0,10	0,15	4,39	7,44	5,59	6,02	9,98	13,46	56,09	44,92
	Sem	2,67	2,04	0,07	0,17	4,30	7,29	5,79	5,08	10,09	12,37	56,81	41,26
	Média	2,49	2,31	0,09	0,16	4,34	7,36	5,69	5,55	10,03	12,92	56,45	43,09
225	Com	3,17	2,25	0,08	0,14	4,23	6,60	6,80	5,58	11,02	12,18	61,27	45,71
	Sem	2,62	1,96	0,22	0,25	4,83	7,35	5,63	5,01	10,45	12,36	53,91	40,67
	Média	2,90	2,10	0,15	0,20	4,53	6,98	6,21	5,29	10,74	12,27	57,59	43,19
Média	Com	2,73	2,28	0,06	0,13	4,09	6,86	6,29	5,77	10,38	12,64	60,40	45,72
	Sem	2,61	2,10	0,08	0,18	4,37	7,13	5,82	5,28	10,19	12,41	56,83	42,65
	Geral	2,67	2,19	0,07	0,15	4,23	6,99	6,05	5,53	10,29	12,52	58,61	44,19

Tabela 4. Quadrados médios e significância (F) para rendimento, índice de espigas, número de fileiras por espiga, grãos por fileira, grãos por espiga, massa de mil grãos, grãos ardidos, altura de planta, índice de espigamento, teor de N foliar, clorofilas A, B e Total, índice de área foliar da cultura do milho manejada com diferentes doses de N no inverno e no verão. Guarapuava, PR, 2012.

Causa da Variação	GL	Ardido	Altura de Inserção	Altura de Planta	Índice de espigas	Rendimento de grãos	Fileiras
Blocos	2	4,2589*	115,63 ^{ns}	336,95 ^{ns}	0,00211 ^{ns}	496316 ^{ns}	0,80724**
Pastejo	1	14,7056*	42150,01**	3060,30**	0,09363**	87646361**	0,03559 ^{ns}
N Inverno (N-TI)	3	1,2976 ^{ns}	255,24 ^{ns}	433,02 ^{ns}	0,00927 ^{ns}	30511300**	0,58792**
N Verão (N-TV)	4	0,9138 ^{ns}	1840,37**	2458,26**	0,00783 ^{ns}	95102836**	0,76876 ^{ns}
R (N-TI x N-TV)	32	2,2182	120,85	192,27	0,00408	1687065	0,33176
P x N-TI	3	3,4881 ^{ns}	56,62 ^{ns}	27,87 ^{ns}	0,00467 ^{ns}	946494 ^{ns}	0,67582 ^{ns}
P x N-TV	4	2,8169 ^{ns}	214,04 ^{ns}	247,18 ^{ns}	0,01048*	1287530 ^{ns}	0,11335 ^{ns}
N-TI x N-TV	12	3,9964 ^{ns}	190,80 ^{ns}	237,99 ^{ns}	0,00298 ^{ns}	13562426**	0,93692**
P x N-TI x N-TV	12	0,7331**	38,43 ^{ns}	80,68 ^{ns}	0,00235 ^{ns}	678509 ^{ns}	0,27551**
Erro	40	3,4176	103,53	135,95	0,00347	1349037	0,23891

Causa da Variação	Gr Fileiras	Gr Espiga	Massa de Mil Grãos	Teor de N Foliar	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila Total	Índice de Área Foliar
Blocos	0,238 ^{ns}	792 ^{ns}	508*	28,8732 ^{ns}	24,2435 ^{ns}	8,3061 ^{ns}	24,6455 ^{ns}	0,0646 ^{ns}
Pastejo	50,224**	15379**	2552**	143,464**	208,761**	191,965**	0,3521 ^{ns}	4,3700**
N Inverno (N-TI)	39,133**	12818**	4201**	617,843**	84,6160*	71,3686*	309,115*	5,2926**
N Verão (N-TV)	80,939**	27502**	5889**	716,251**	79,3090**	38,2523**	226,004**	5,0734**
R (N-TI x N-TV)	1,980	699	108	17,3692	2,3522	6,5422	14,5353	0,1767
P x N-TI	9,673*	2227*	1303**	10,702 ^{ns}	21,6316**	14,55551*	64,8226**	0,4596**
P x N-TV	5,721 ^{ns}	1077 ^{ns}	656**	20,273 ^{ns}	61,2584**	45,3808**	211,178**	0,2376*
N-TI x N-TV	20,731**	8959**	560**	52,1982**	6,5848**	6,7026 ^{ns}	24,2034 ^{ns}	0,5428**
P x N-TI x N-TV	1,970 ^{ns}	905 ^{ns}	107 ^{ns}	16,1735 ^{ns}	12,0559**	9,1968*	35,6458**	0,1536 ^{ns}
Erro	2,391	723	160	15,4528	3,7336	4,5608	11,8853	0,0853

Obs: ^{ns} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%, pelo teste F.

5.1. Fitomassa do inverno

Verificou-se influência do N aplicado no inverno (N-TI) sobre a fitomassa seca da pastagem acumulada nas áreas sem pastejo assim como nas áreas pastejadas (Figura 5), ou seja, a produção de forragem foi afetada pela aplicação de N. Com a aplicação N houve maior produção de forragem em relação à ausência de aplicação, semelhante aos resultados encontrados por Balbinot Junior (2007). Isto demonstra que mesmo com a presença de animais na pastagem e em solos com elevados teores de matéria orgânica, a aplicação N mineral aumenta a produção de forragem. Para os dois sistemas de manejo, o modelo que melhor se ajustou a produção, em função das doses crescentes de N no inverno, foi o linear. Nas áreas sem pastejo, observou-se que para cada quilo de N aplicado por hectare, ocorreu um ganho de 15,35 kg ha⁻¹ de massa seca da forragem. Já nas áreas com pastejo, para cada quilo de N, a massa seca da forragem aumentou 2,98 kg ha⁻¹.

Segundo Assmann et al. (2003), o acúmulo de fitomassa indica que o pastejo não causa compactação superficial da área suficiente para limitar o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produção de grãos, constatando a influencia do N aplicado no inverno, mesmo no final do ciclo da pastagem. Moraes e Lustosa (1997) mostraram que os efeitos negativos do pisoteio são rapidamente revertidos após o cultivo da lavoura do milho, quando este vem em seqüência na área de pastejo.

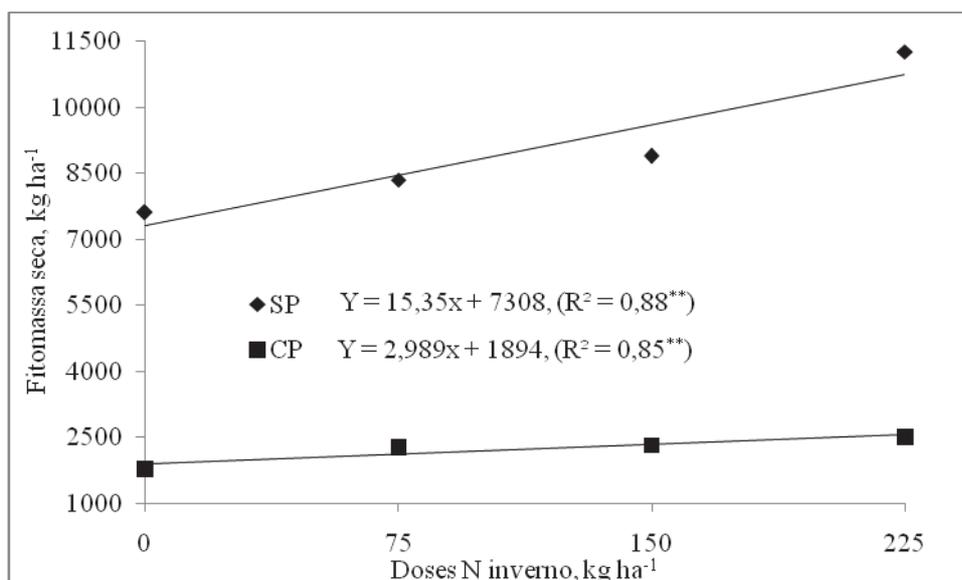


Figura 5. Produção de fitomassa seca de aveia branca e azevém (kg ha⁻¹) de acordo com as doses de N aplicadas no inverno. Guarapuava, 2012.

5.2. Cultura do milho

O rendimento de grãos de milho foi afetado positivamente, com resposta quadrática para N-TV e linear para N-TI (Figura 6 e 7). Na Figura 6 pode ser verificado efeito residual do N aplicado no inverno em função do comportamento da cultura do milho cultivado em sequência. Com a aplicação de 225 kg ha⁻¹ de N no inverno e sem N no verão, o rendimento de grãos foi de 10.879 kg ha⁻¹ enquanto que nas áreas sem N no verão e com menores doses de N no inverno o rendimento foi inferior. Além disso, é possível verificar efeito residual do N aplicado no inverno sob a cultura do milho, uma vez que na dose N-TI de 225 kg ha⁻¹ não houve resposta significativa das doses de N aplicadas no verão e obteve-se rendimento de grãos de 12.062 kg ha⁻¹. Em trabalho realizado por Balbinot Junior et al. (2008), não houve efeito residual da adubação nitrogenada da pastagem de inverno para a cultura do milho o que possivelmente seja decorrente da elevada precipitação pluvial ocorrida anteriormente a implantação do milho e tenha ocasionado perdas de N por lixiviação.

Considerando que a disponibilidade do N aplicado na pastagem durante o inverno para a cultura do milho no verão está relacionada com as condições ambientais e a matéria orgânica presentes, se houveram perdas de N por lixiviação e/ou volatilização, estas não foram suficientes para comprometer a disponibilidade para a cultura do milho neste trabalho.

Com base na Figura 7, onde está apresentado o rendimento de grãos de milho para as doses de N utilizadas no verão, em função das doses de N aplicadas no inverno, os resultados obtidos mostram que as doses de 225 e 300 kg ha⁻¹ de N-TV não apresentaram efeito significativo com o aumento da dose de N-TI.

Para a dose de zero N-TI o máximo rendimento (12.556 kg ha⁻¹) seria obtida com aplicação de 270 kg ha⁻¹ de N-TV. Os máximos rendimentos seriam obtidos com aplicação de 228, 193 e 168 kg ha⁻¹ de N-TV, obtendo rendimentos de 12.144, 12.482, 12.125 kg ha⁻¹ de grãos de milho para 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N-TI, respectivamente.

Resultados semelhantes de efeitos residuais do N aplicado na pastagem sobre o rendimento da cultura do milho foram obtidos por Assmann et al. (2003). Alves et al. (2008) e Sandini et al. (2011) também verificaram respostas positivas em área de integração lavoura-pecuária, e concluíram que o sistema de produção utilizado possibilitou a reciclagem e disponibilização de N.

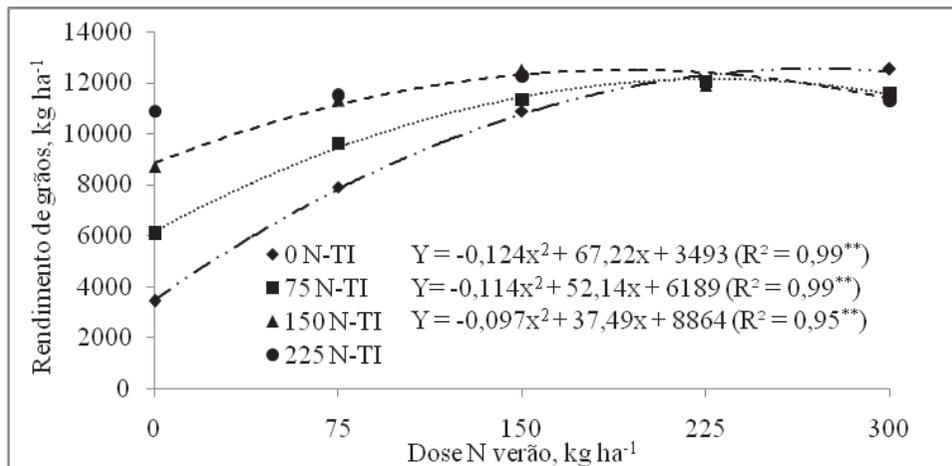


Figura 6. Rendimento médio (com e sem pastejo) de grãos de milho (kg ha⁻¹) para as doses de N aplicadas na pastagem em relação as doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

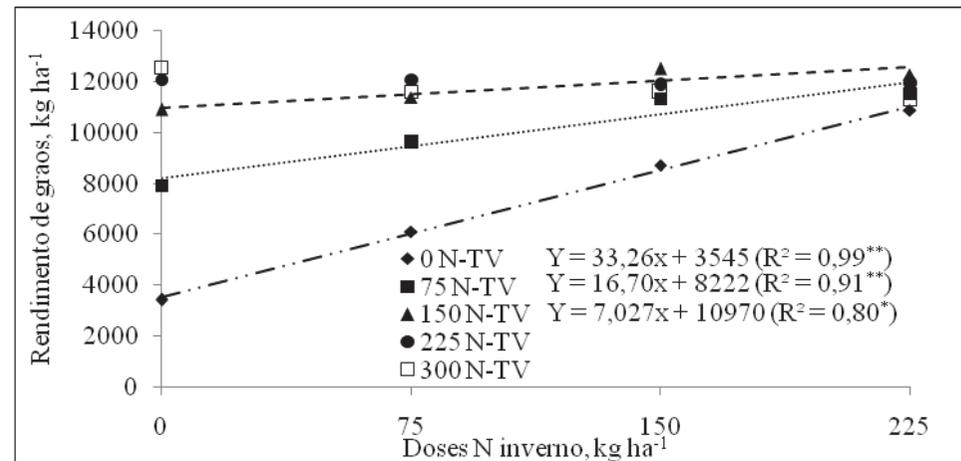


Figura 7. Rendimento médio (com e sem pastejo) de grãos de milho (kg ha⁻¹) para as doses de N aplicadas na cultura (N-TV) nas doses aplicadas na pastagem (N-TI). Guarapuava, 2012.

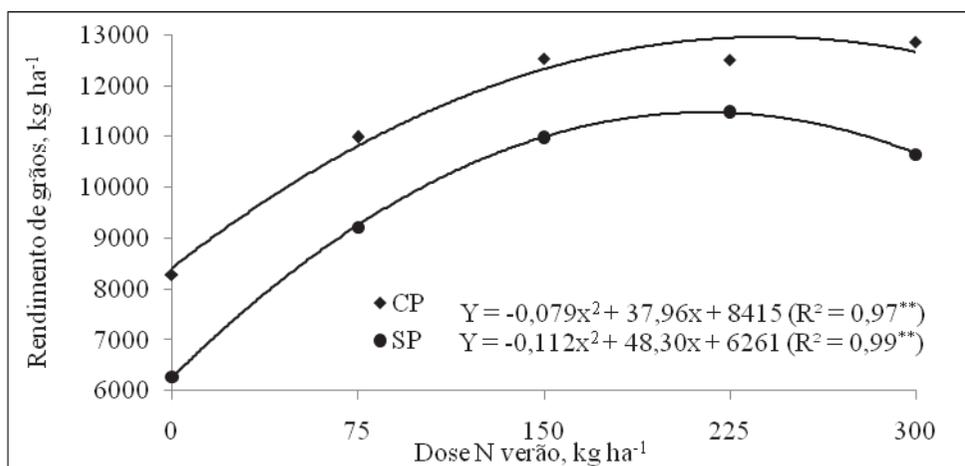


Figura 8. Rendimento de grãos de milho (kg ha⁻¹) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente a doses de N aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

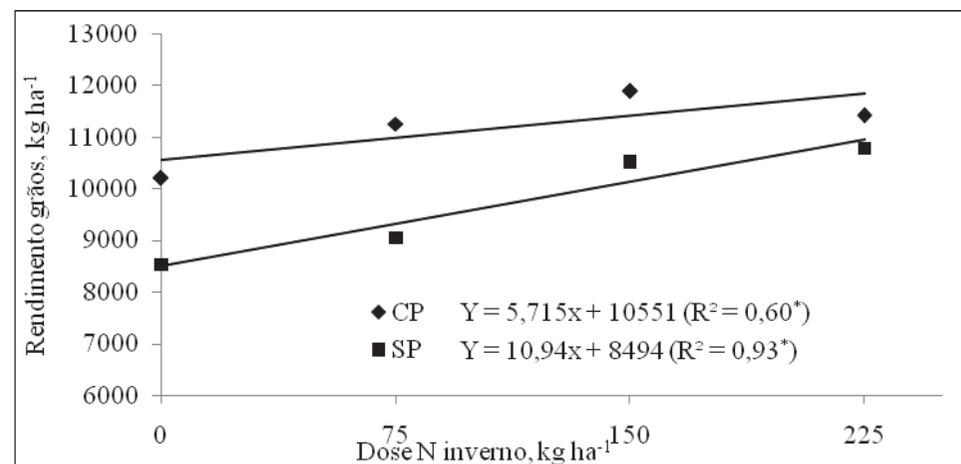


Figura 9. Rendimento de grãos de milho (kg ha⁻¹) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente a doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

A disponibilidade de N durante o desenvolvimento da cultura influenciou o rendimento de grãos, o que pode ser constatado pela avaliação dos componentes de rendimento. Quando não limitado por outros fatores edafoclimáticos a maior disponibilidade de N no sistema aumenta o potencial da planta em diferir maior número de grãos por espiga (BORTOLINI et al., 2001).

Mesmo não sendo observado efeito do pastejo frente as doses de N-TV e N-TI, nota-se que o rendimento dos grãos de milho em um sistema de ILP é maior (Figuras 8 e 9). Sandini (2011) e Assmann et al. (2003) verificaram acréscimo no rendimento de grãos de milho determinado pelo efeito residual de N aplicado no inverno em um sistema de integração lavoura pecuária.

Fontoura e Bayer (2009) falam que num solo com teor de matéria orgânica na faixa média 41-60 g dm³, a dose de N indicada para o rendimento de grãos de milho acima de 12.000 kg ha⁻¹ é de 260 kg ha⁻¹ quando semeado após gramíneas em áreas não pastejadas. Analisando os dados, por meio da máxima eficiência técnica, o ponto de máximo rendimento nas áreas com pastejo foi de 12.962 kg ha⁻¹, alcançado com aplicação de 239 kg ha⁻¹ de N no verão. Para as áreas sem pastejo o maior rendimento de grãos foi de 11.469 kg ha⁻¹ obtido com aplicação de 216 kg ha⁻¹ de N no verão. Araújo et al., (2004) alcançaram 11.203 kg ha⁻¹ com dose de 240 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura em SSD, porém não adotando o sistema de ILP, ou seja, mesma quantidade de N não alcançando os mesmos rendimentos das áreas que são pastejadas em ILP.

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. O fato de se ter animais na área não ocasiona efeito suficiente de compactação superficial, quando bem manejado, que possa limitar o desenvolvimento das plantas e por consequência a produção de grãos, uma vez que os efeitos negativos do pisoteio são rapidamente revertidos após o cultivo de milho em sucessão (MORAES e LUSTOSA, 1997). No entanto, como acentuado por Nicoloso et al. (2006), pode ocorrer redução da produção de milho semeado em sucessão à pastagem de inverno somente quando há elevada frequência e pressão de pastejo.

Rendimento de grãos de determinada cultura podem ser estimadas por meio da técnica de modelagem, pela qual o modelo é definido como a representação matemática de um sistema ou um processo. A simulação inclui os processos necessários para a

operacionalização do modelo ou a solução do modelo visando a simular o que acontece no sistema (WIT, 1978). Quando o desempenho de um sistema é representado matematicamente por equações, temos um modelo matemático. Este vai definir quantitativamente hipóteses sobre o sistema real, permitindo deduzir suas consequências (DOURADO-NETO et al., 1998).

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. Em seu trabalho, Lopes et al. (2009) verificaram que a ocupação da área de pastagem por animais no período de inverno não comprometeu a produção de soja em cultivo subsequente.

Altas doses de N na pastagem e na cultura do milho não proporcionaram resposta significativa para massa de mil grãos (Figura 10 e 11), semelhante aos resultados que Sandini et al. (2011) encontraram em seu experimento, evidenciando o efeito residual do N-TI e distintos daqueles reportados por Silva et al. (2005). Os valores obtidos neste trabalho variaram de 295 g a 365 g, estando inferiores aqueles encontrados por Balbinot Junior (2007) que corresponderam a 376 g e 382 g para pastagem com 100 kg ha⁻¹ de N. Em trabalho de Fernandes et al., (2005) foi verificado aumento da massa de mil grãos com o incremento da dose de N no verão.

O pastejo teve influência sob a massa de mil grãos, sendo que os valores para este componente de rendimento foram maiores na área com pastejo em relação às áreas sem pastejo, para as doses de N na cultura, com aumento linear (Figura 12), e menores para as doses na pastagem, com uma queda significativa da massa na dose de 225 kg ha⁻¹ (Figura 13).

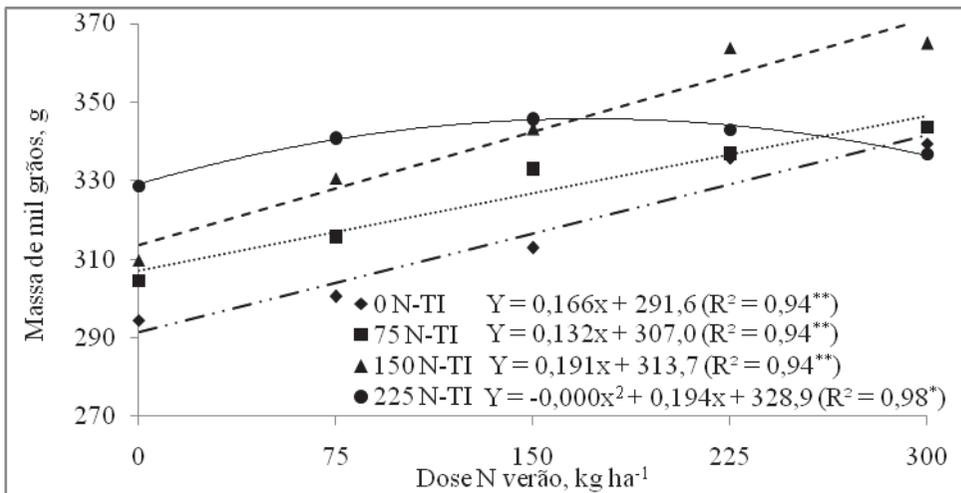


Figura 10. Massa de mil grãos de milho (g) (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

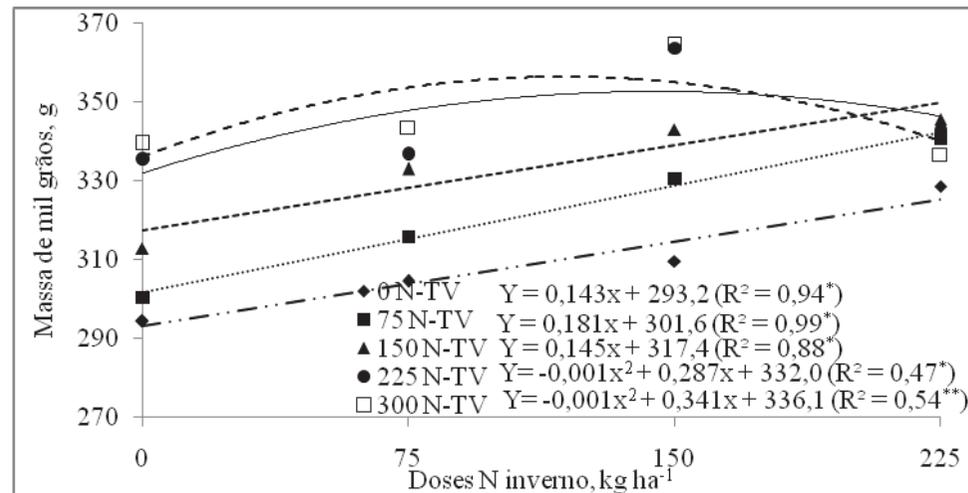


Figura 11. Massa de mil grãos de milho (g) (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na cultura (N-TV) em função das doses aplicadas na pastagem (N-TI). Guarapuava, 2012.

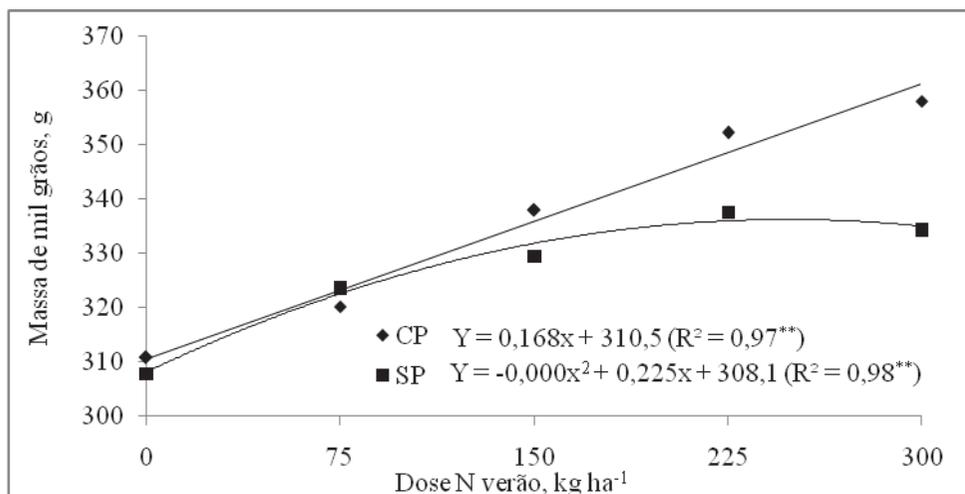


Figura 12. Massa de mil grãos de milho (g) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

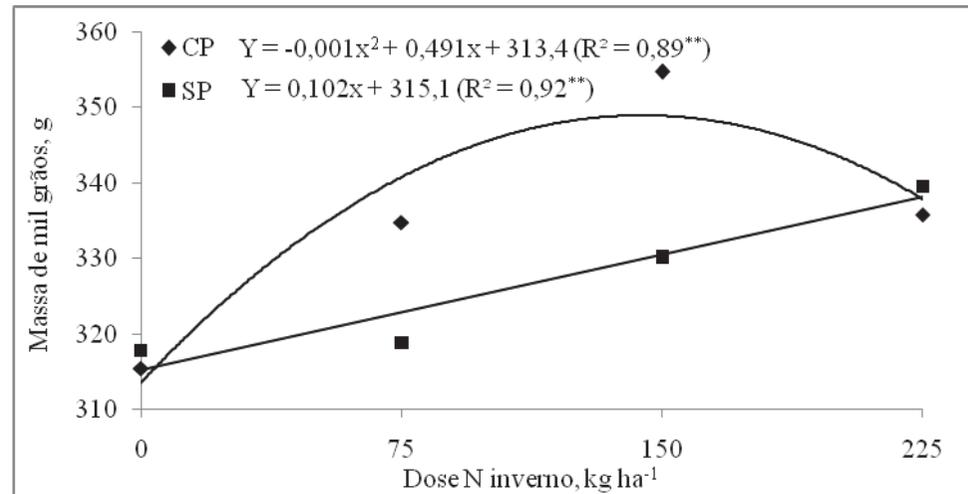


Figura 13. Massa de mil grãos de milho (g) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

Menores valores na maior dose de N na pastagem nas áreas com pastejo também foram verificados para o número de grãos por fileira (Figura 14) e número de grãos por espiga (Figura 15), o que pode estar relacionado a acidez do solo.

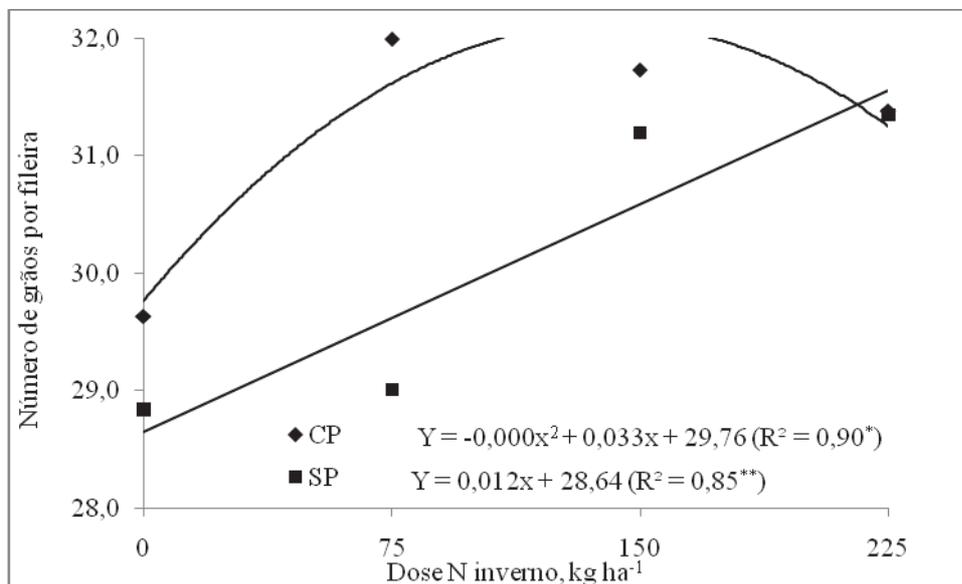


Figura 14. Número de grãos por fileira de espigas de milho na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

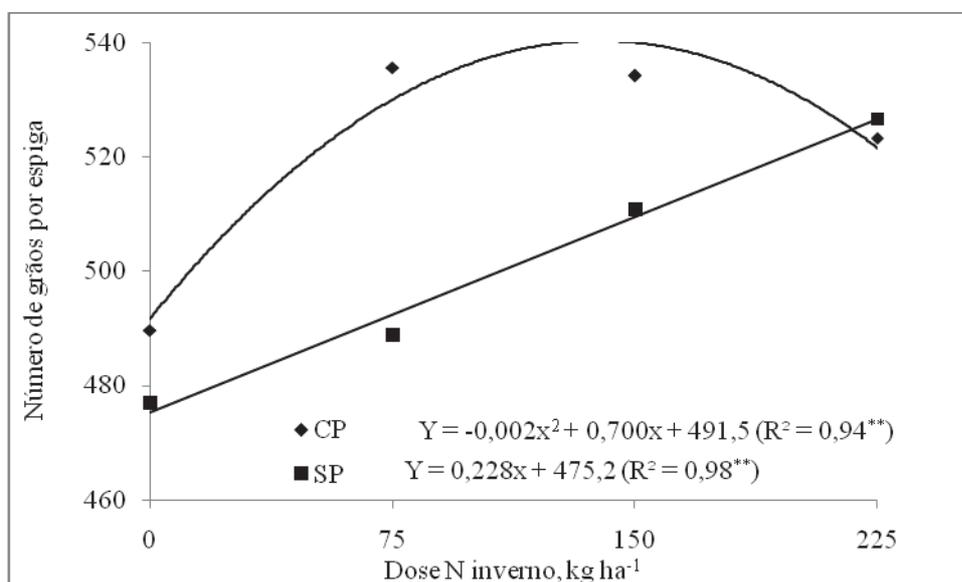


Figura 15. Número de grãos por espiga de espigas de milho na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

O número médio de grãos por fileira (Figuras 16 e 17) obtido neste trabalho apresentou variação de 22 a 33, e o número médio de grãos por espiga (Figuras 18 e 19) variou de 329 a 650. Balbinot Junior (2007) obteve 476 grãos por espiga independente da aplicação ou não de

N na pastagem. Os maiores números de fileiras por espiga, grãos por fileira e grãos por espiga não foram constatados com as maiores doses de N, tanto no inverno como no verão. Balbinot Junior (2007) também verificou que os componentes de rendimento do milho não foram afetados pelos diferentes sistemas de manejo estudados.

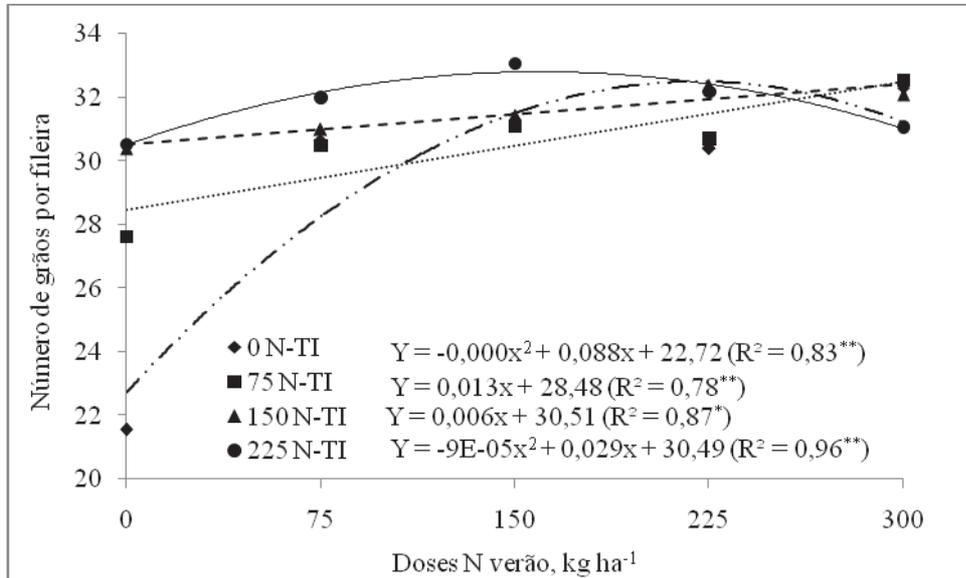


Figura 16. Número de grãos por fileira de espigas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

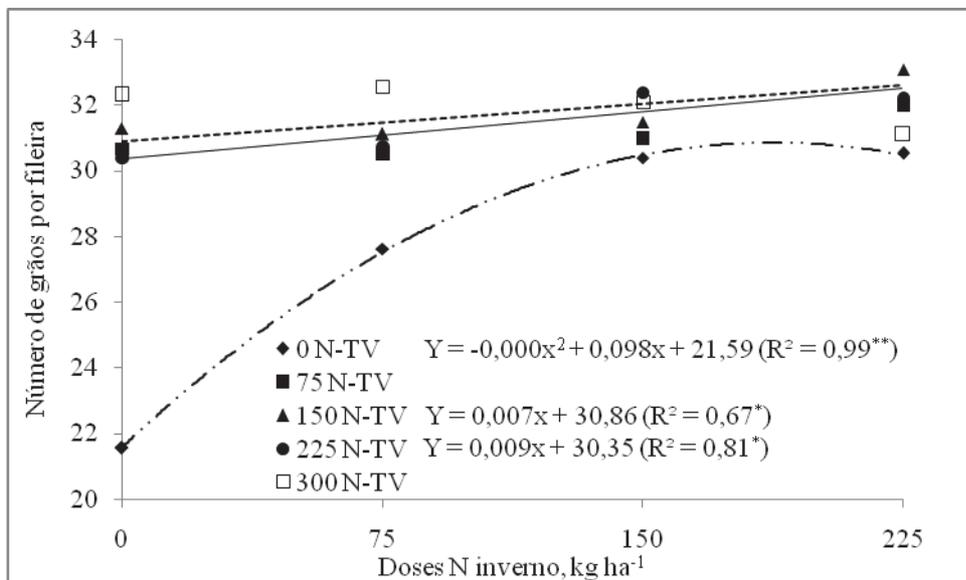


Figura 17. Número de grãos por fileira de espigas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na cultura (N-TV) em função das doses aplicadas na pastagem (N-TI). Guarapuava, 2012.

Silva et al. (2005) observaram aumento nos valores de número de grãos por fileira com crescentes doses de N, diferente do que foi encontrado neste trabalho, onde com as maiores doses de N houve decréscimo do número de grãos por fileira.

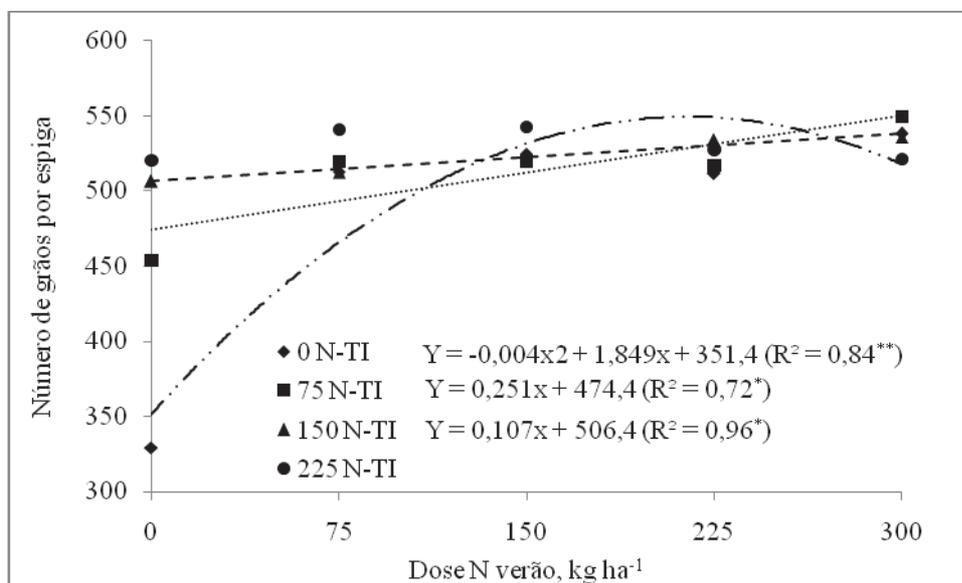


Figura 18. Número de grãos por espigas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

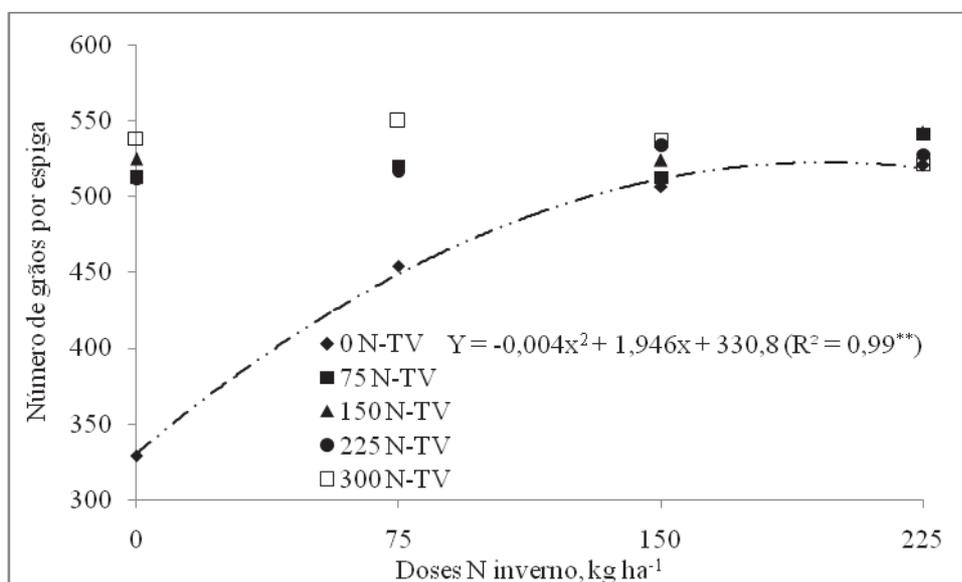


Figura 19. Número de grãos por espiga de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na cultura (N-TV) em função das doses aplicadas na pastagem (N-TI). Guarapuava, 2012.

Apesar das plantas bem supridas em N apresentam melhor desenvolvimento de área foliar e sistema radicular, pelo fato do N participar diretamente na divisão e expansão celular, bem como no processo de fotossíntese (BÜLL, 1993), não foi constatada resposta crescente para a altura de inserção de espiga e de planta, como se verificou para o rendimento de grãos. A altura de inserção de espiga foi influenciada de forma quadrática quando houve a aplicação de N somente na cultura (Figura 20), com o ponto de máxima altura de inserção de 152 cm pela aplicação de 178 kg ha⁻¹ de N. Situação semelhante é observada para altura de planta, onde houve resposta significativa da cultura do milho com a aplicação de N no verão (Figura 21), com ponto máximo de altura de planta de 232 cm pela aplicação de 177 kg ha⁻¹. Entretanto, Gomes et al. (2007) verificaram efeito linear crescente para a altura de planta quando aumentadas as doses de N na cultura do milho em semeadura direta, apresentando relação direta do crescimento vegetativo e taxa fotossintética com o teor de N nos tecidos vegetais.

O fato da aplicação de 225 e 300 kg ha⁻¹ de N no verão não ter sido significativa para a altura de planta e para a altura de inserção de espiga. Tal fato pode ser devido a grande quantidade de N residual em função dos outros anos, lembrando que o experimento tem 6 anos de aplicações anuais de N, ou seja, a ureia, por ser uma fonte nitrogenada amídica, que gera amônio (NH₄⁺), o qual comprovadamente acidifica o solo (ZANÃO JÚNIOR et al., 2009), pode ter causado essa diminuição da altura.

Alguns autores observaram resultados contrários aos que foram encontrados neste trabalho. Silva et al. (2005), ao observarem maior altura de plantas com maior aplicação de N. Também Pauletti e Costa (2000) observaram efeito da adubação nitrogenada, aplicada na aveia e no milho, na altura de plantas e inserção da espiga, sendo maiores as alturas quanto maior a dose do N aplicado. O pastejo não teve interação sob estas variáveis, para este trabalho.

O teor de grãos ardidos apresentou significativa variação, de 0,86% a 3,5%, com coeficiente de variação elevado, assim como observado por Pauletti e Costa (2000) e Sandini, et al. (2011). Esta variável teve interação tripla, onde verificou-se tendência de redução do teor de grãos ardidos para as maiores doses de N no verão e no inverno (Figuras 22 e 23), isto por que a planta quando está bem nutrida apresenta menor suscetibilidade para o ataque de doenças, comprovando assim a eficiência da adubação nitrogenada para este aspecto. Sob

influência do pastejo (Figuras 24 e 25), as áreas que foram pastejadas apresentaram menores porcentagens de ardidos.

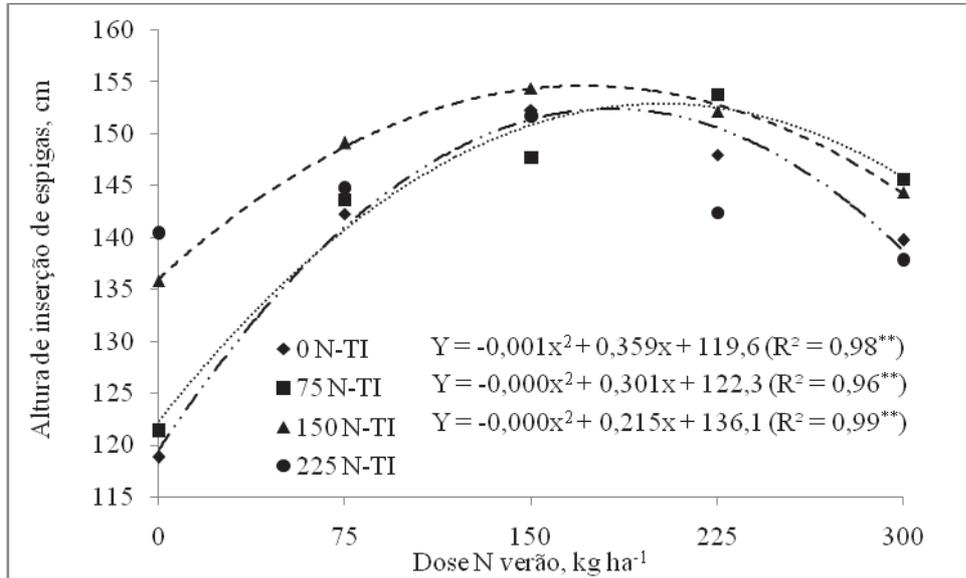


Figura 20. Altura de inserção de espiga (cm) de plantas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) nas doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

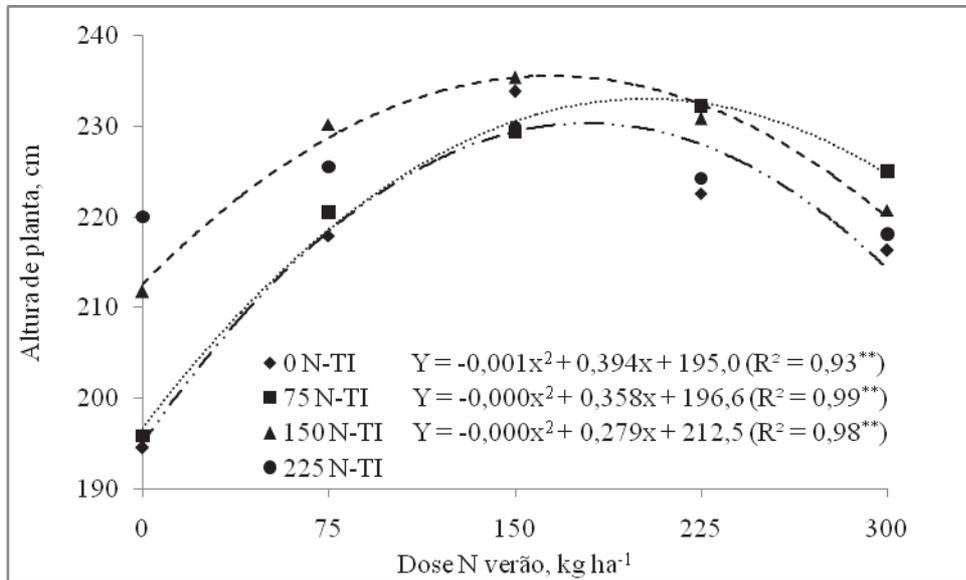


Figura 21. Altura (cm) de plantas de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

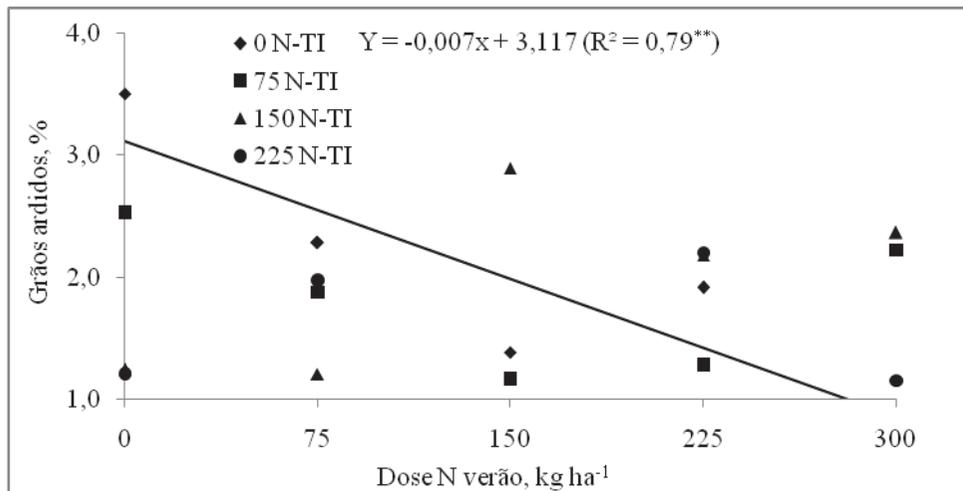


Figura 22. Grãos ardidos (%) na planta de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) nas doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

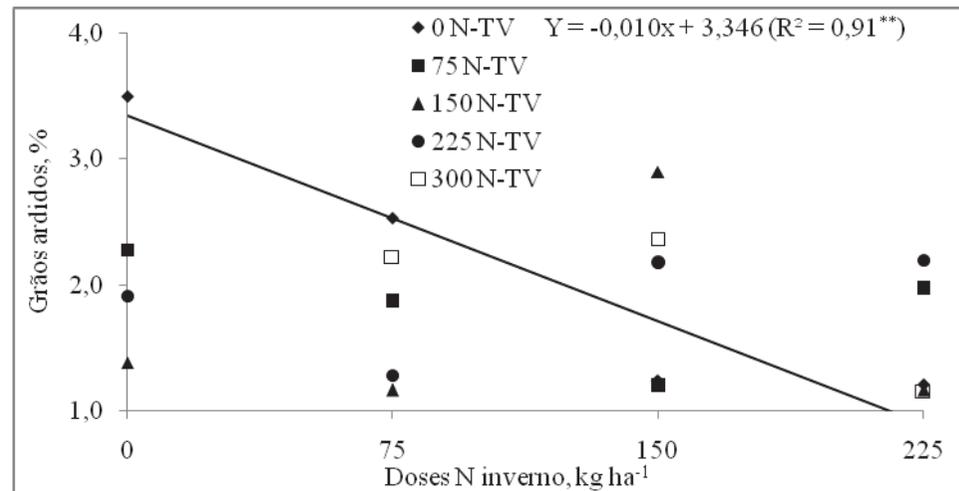


Figura 23. Grãos ardidos (%) na planta de milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

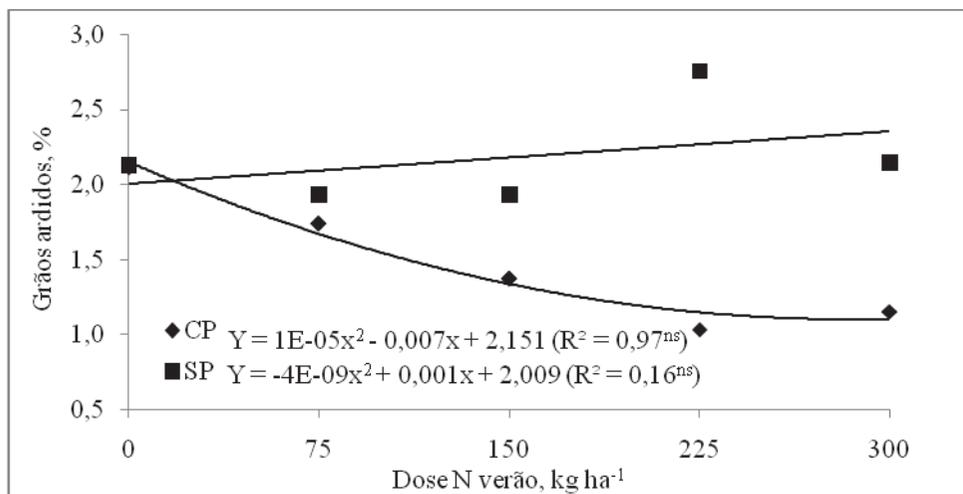


Figura 24. Grãos ardidos (%) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

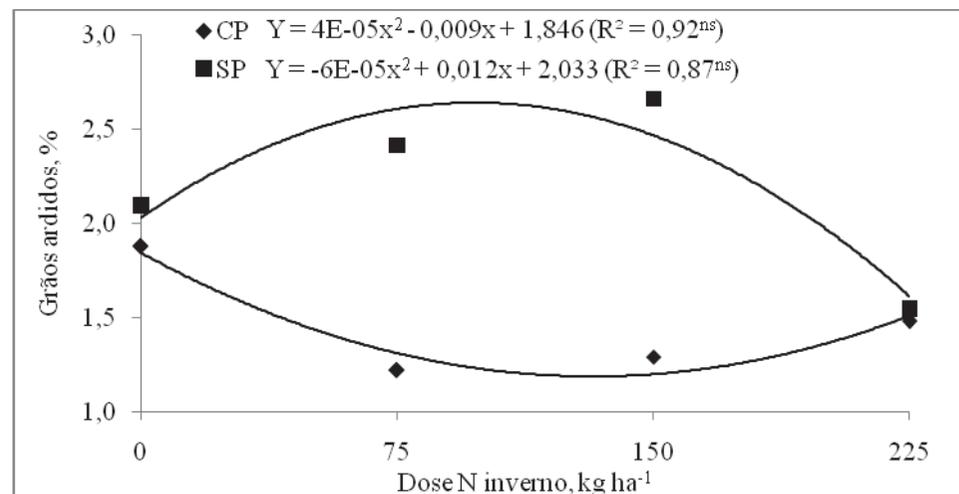


Figura 25. Grãos ardidos (%) na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

Para índice de espigamento, o pastejo teve resposta significativa frente às doses de nitrogênio aplicadas na cultura (Figura 26), com resposta linear para as áreas sem pastejo, variando de 1,02 a 1,13. Ferreira et al. (2001) constataram que o índice de espigamento respondeu de forma quadrática às doses crescentes de N em cobertura. Já Souza et al. (2003) não observaram resposta no índice de espigamento para as doses de N

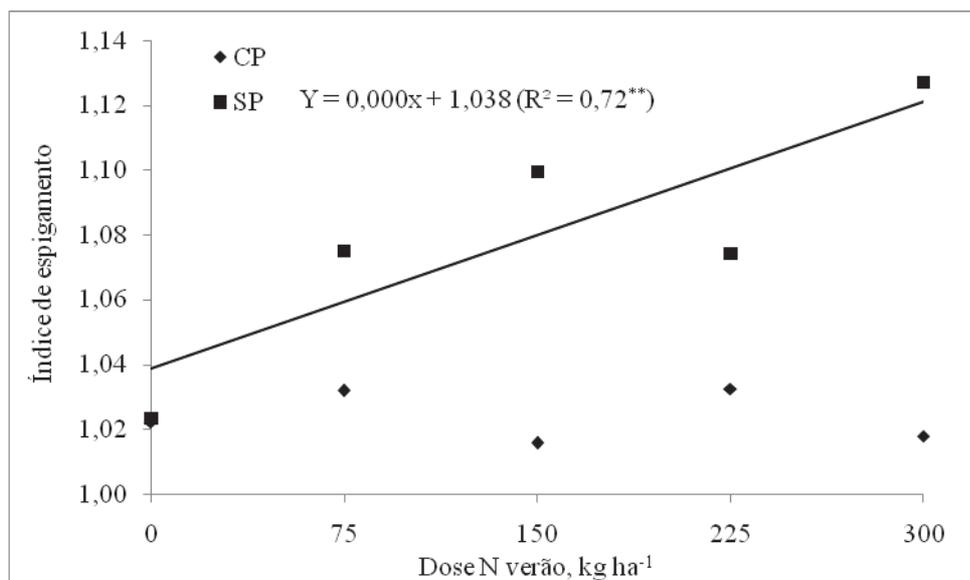


Figura 26. Índice de espigamento de milho na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

Para o índice de área foliar (IAF), parâmetro que permite estimar o grau de desenvolvimento da planta e o potencial de interceptação de energia radiante, observou-se que os valores ficam entre 3,1 e 5,4 neste trabalho, com efeito das doses de N aplicados no verão e no inverno (Figuras 27 e 28). O IAF crítico para a cultura do milho varia entre valores de 3 a 5, de acordo com a região, genótipo e sistema de produção considerados (Fancelli, 2000), e portanto, para este experimento os valores ficaram dentro dos parâmetros aceitos.

Contatou-se também que os maiores valores de IAF foram obtidos nas áreas pastejadas (Figuras 29 e 30), sendo que na média houve incremento de quase 8% em relação as áreas sem pastejo, comprovando mais uma vez a eficiência de um sistema integrado. Verificou-se forte correlação do IAF com o rendimento dos grãos de milho, sendo que para as outras variáveis analisadas a correlação com o rendimento foi média ou fraca. Todas as correlações podem ser observadas na Figura 46.

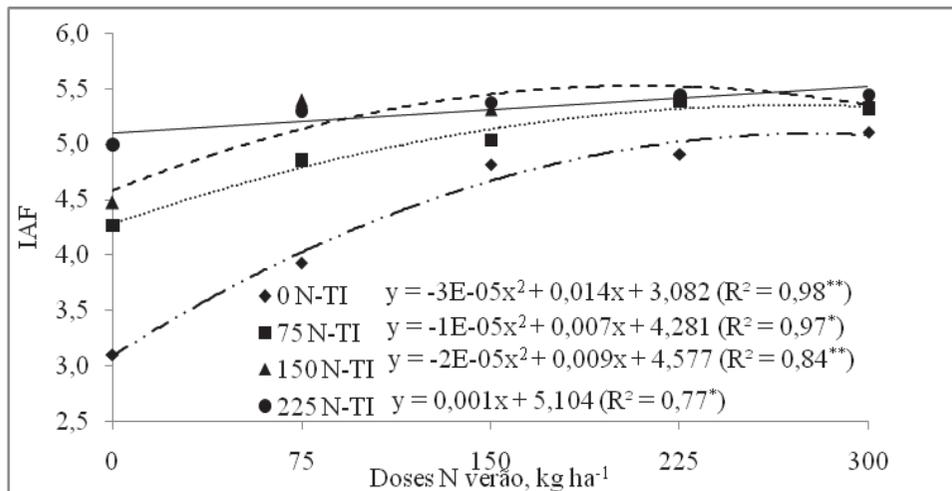


Figura 27. Índice de área foliar do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

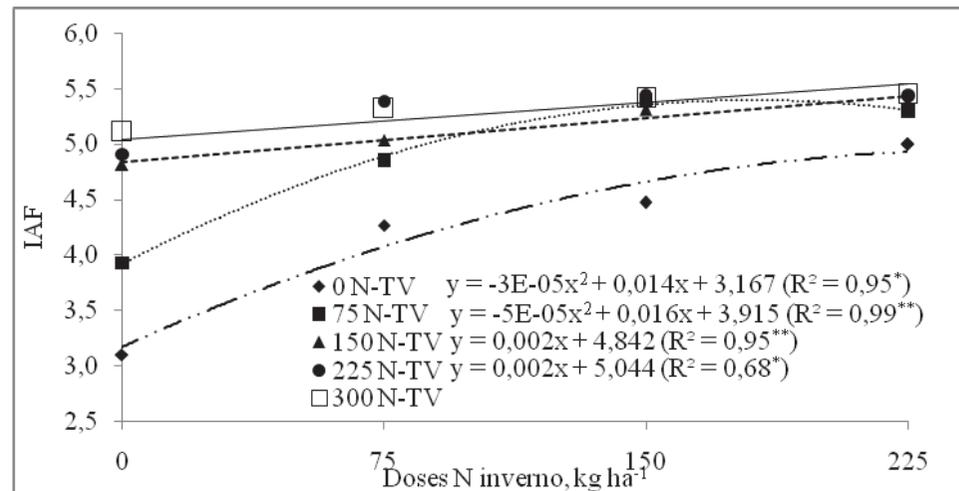


Figura 28. Índice de área foliar do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem (N-TI) em função das doses aplicadas na cultura (N-TV). Guarapuava, 2012.

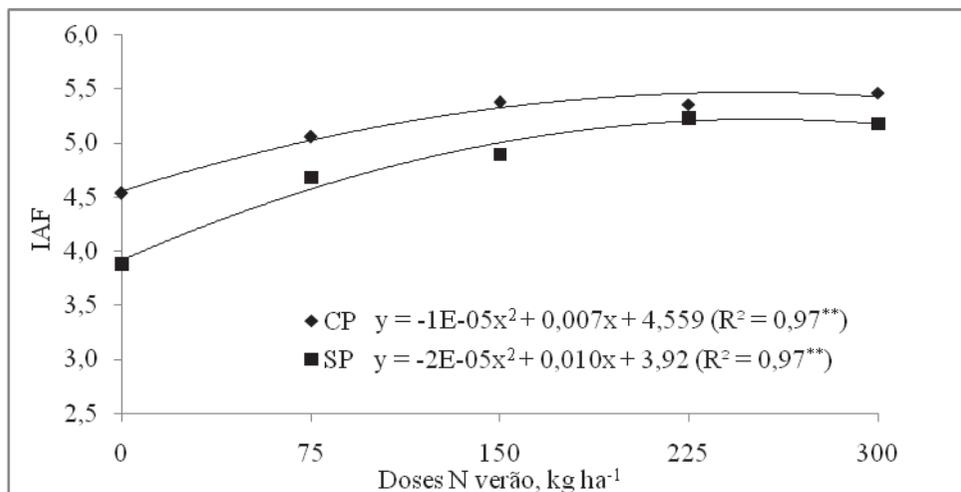


Figura 29. Índice de área foliar na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente às doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

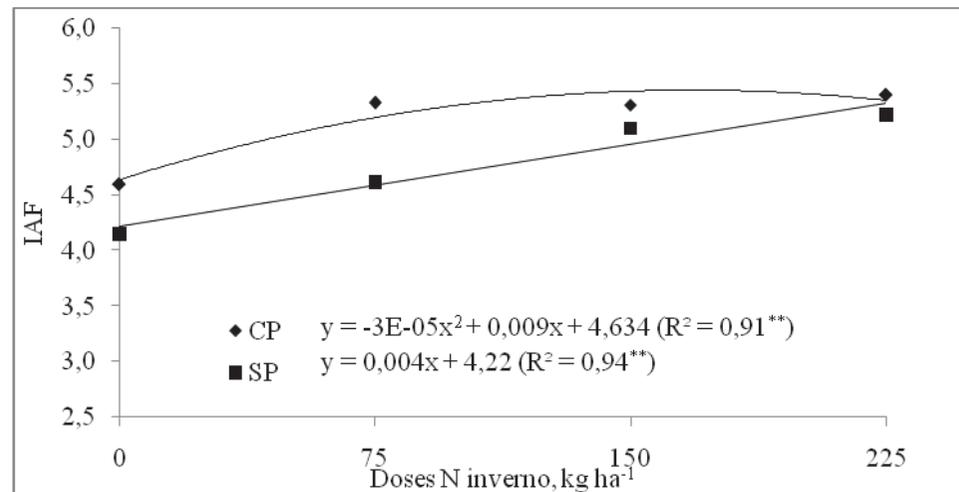


Figura 30. Índice de área foliar na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente às doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

De acordo com Malavolta et al. (2007), os teores de N foliar da cultura do milho considerados adequados estão entre 27,5 e 32,5 g kg⁻¹ de fitomassa seca. Observou-se nesse trabalho teores entre 21,8 e 48,9 g kg⁻¹ de N na fitomassa seca (Figuras 31 e 32), sendo que o único teor que ficou abaixo do apropriado foi com a dose 0 kg ha⁻¹ de N no inverno e no verão, constatado pelo efeito visual das plantas que apresentaram uma coloração mais pálida, justificando mais uma vez a importância da adubação nitrogenada para a cultura.

Se os teores de N que ficaram acima de 32,5 g kg⁻¹ não foram revertidos em rendimento de grãos, isso pode caracterizar consumo de luxo pela planta, não contribuindo com a economia na produção, uma vez que adubos nitrogenados podem sobrecarregar bastante os custos finais.

Faquin (2002) fala na importância de lembrar que uma série de fatores do clima, do solo, da cultura, práticas culturais, pragas, doenças, dentre outros, influenciam a composição mineral dos tecidos vegetais. Assim, o teor de um nutriente dentro da planta é um valor integral de todos os fatores que interagiram para afetá-lo.

Dessa maneira, o uso da diagnose foliar tanto para o acompanhamento dos resultados de adubação quanto para recomendação ou ajuste no plano de adubação, pode representar grande economia de adubo e ganho na produção.

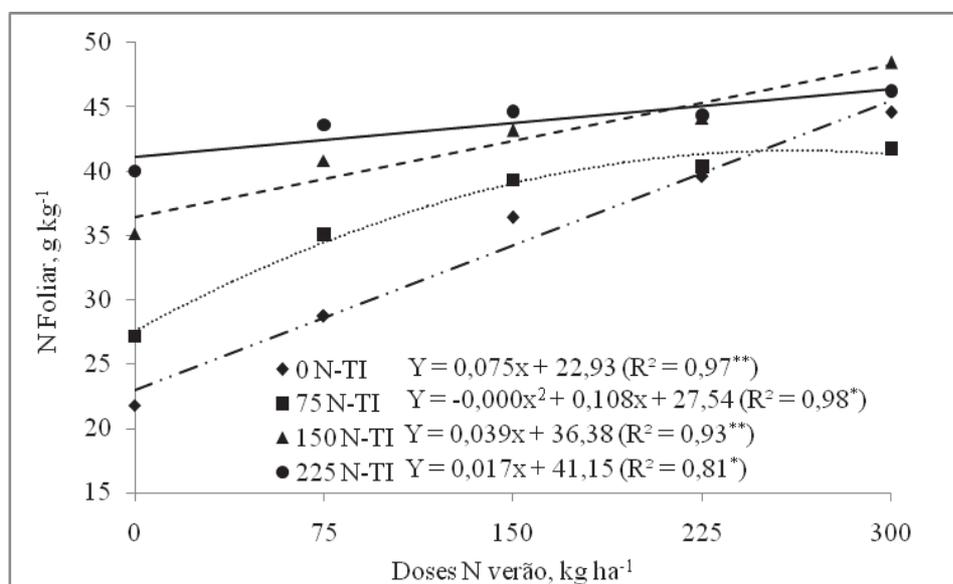


Figura 31. Nitrogênio foliar do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

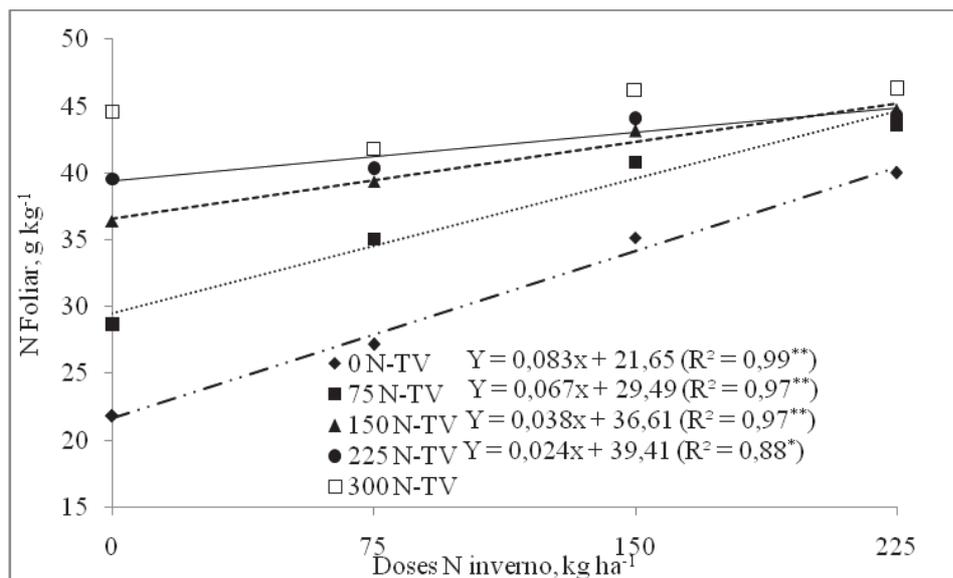


Figura 32. Nitrogênio foliar do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

Comprova-se a existência da eficiência do diagnóstico do estado de N em plantas de milho através do teor de clorofila na folha. Nos teores de clorofila A, B e Total (Figuras 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44) foi constatada interação das formas de pastejo com a adubação nitrogenada na pastagem e no verão. Observa-se um aumento dos teores com o aumento de N. Essa relação positiva entre o teor de clorofila e a adubação nitrogenada na cultura do milho também foi observada por Jakelaitis et al. (2005). Argenta et al. (2002) constataram que a leitura de clorofila na folha foi o indicador mais eficiente do nível de N nos estádios de desenvolvimento da planta de milho.

Para Argenta et al. (2003), os teores de clorofila total da planta acima de 58,0 indica teor adequado de N na planta, independente do híbrido do milho. Neste trabalho, os teores variaram em 41,0 para sem N no inverno e no verão e 58,0 com 225 kg ha⁻¹ de N no inverno e 75 kg ha⁻¹ de N no verão, ou 75 kg ha⁻¹ no inverno e 300 kg ha⁻¹ no verão, comprovando mais uma vez a relação positiva entre o teor de clorofila e a adubação nitrogenada na cultura do milho.

De acordo com Rambo et al. (2007) o monitoramento do teor de N na planta de milho com base no teor de clorofila na folha, mostra-se eficiente na identificação de plantas deficientes ou com teor adequado de N, aumentando a eficiência de uso do N em função do sincronismo entre aplicação de N e necessidade da planta, em relação ao sistema não monitorado, quando são utilizadas altas doses deste nutriente.

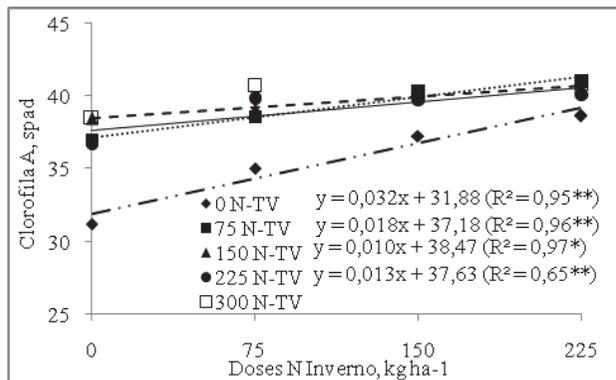


Figura 33. Clorofila A do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura.

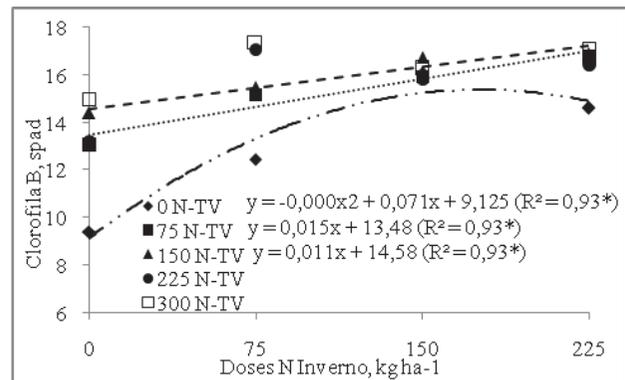


Figura 34. Clorofila B do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura.

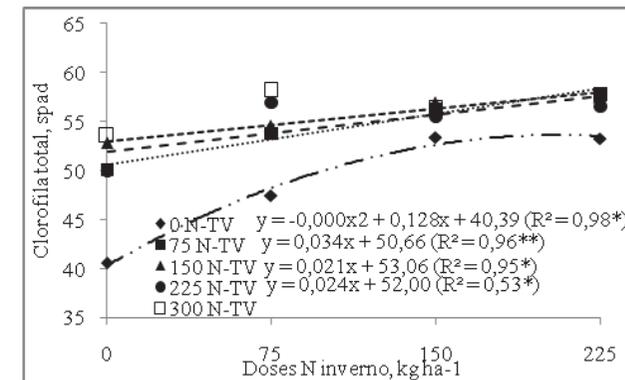


Figura 35. Clorofila Total do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura.

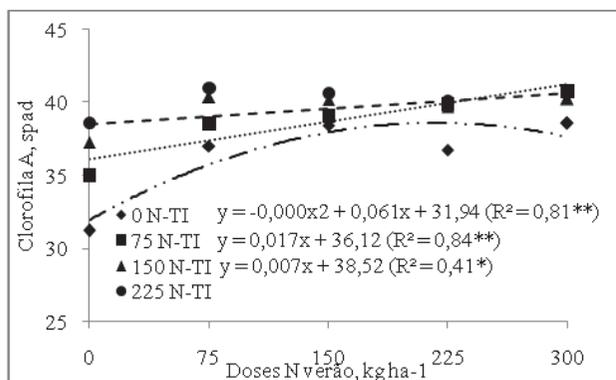


Figura 36. Clorofila A do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

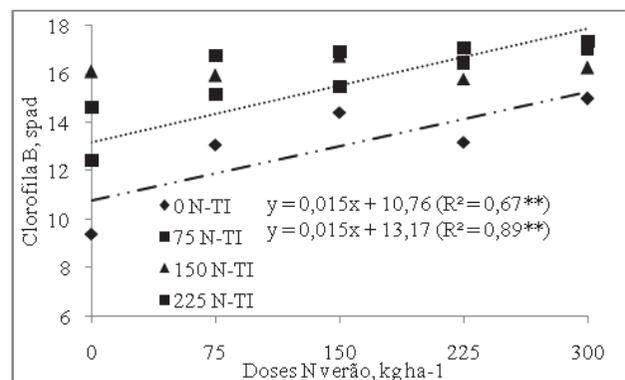


Figura 37. Clorofila B do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

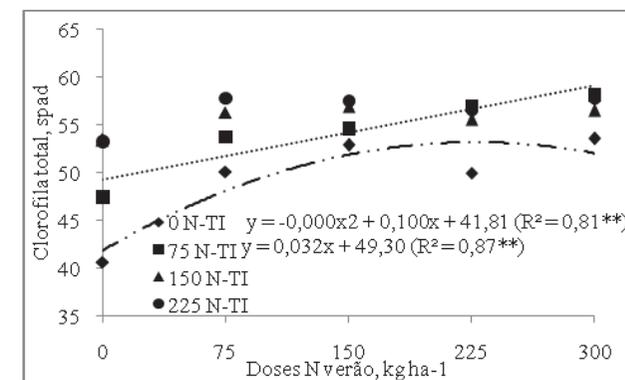


Figura 38. Clorofila Total do milho (com e sem pastejo) para as doses de N aplicadas na pastagem em função das doses aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

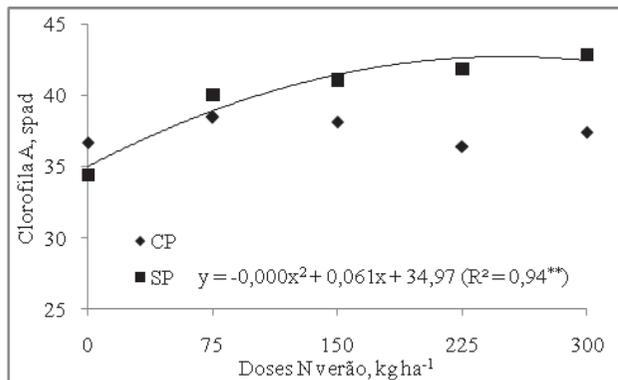


Figura 39. Clorofila A na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

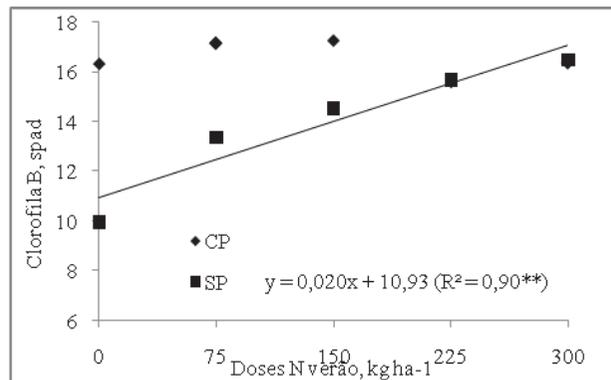


Figura 40. Clorofila B na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

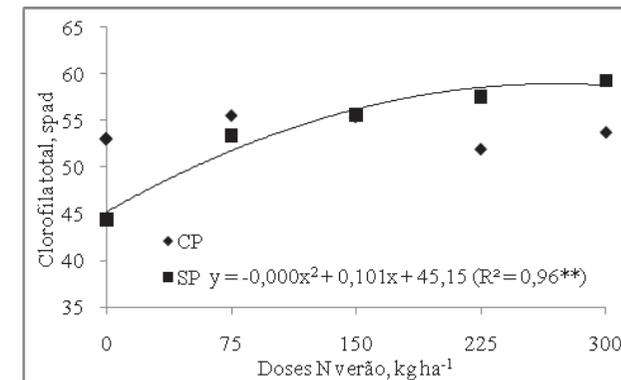


Figura 41. Clorofila Total na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na cultura. Guarapuava, 2012.

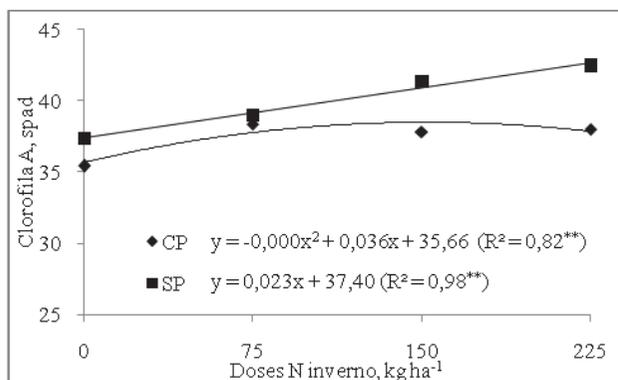


Figura 42. Clorofila A na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

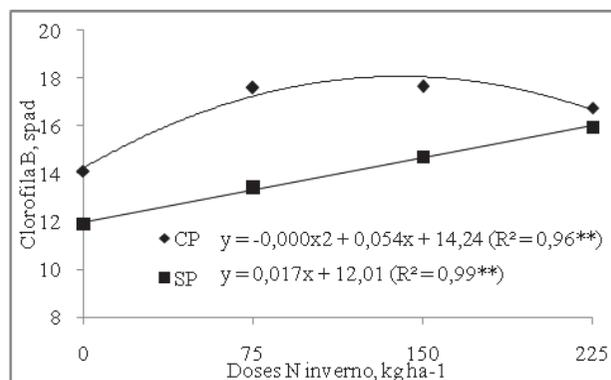


Figura 43. Clorofila B na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

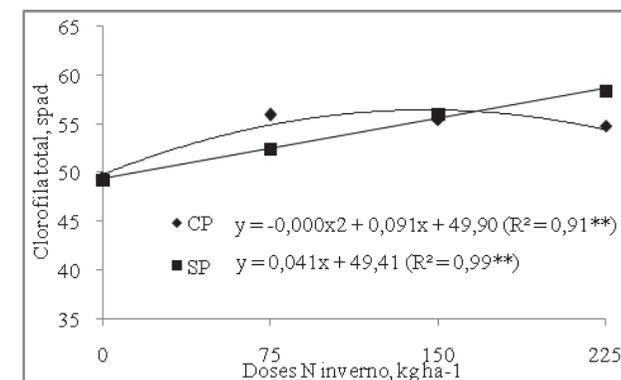


Figura 44. Clorofila Total na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

Observou-se nesse trabalho que os teores de NO_3^- nas áreas pastejadas foram maiores do que nas áreas não pastejadas, e mesmo não sendo verificadas diferenças significativas, vemos que na média as áreas com pastejo obtiveram 5 mg kg^{-1} a mais de NO_3^- no solo do que nas sem pastejo. Segundo Unkovich et al. (1998), uma alta intensidade de pastejo pode aumentar a disponibilidade de N, principalmente para cultivos nos anos subsequentes. O teor de NO_3^- no solo tem potencial para ser utilizado como indicador complementar da disponibilidade de N no solo em milho (RAMBO et al., 2007).

Conforme as doses de N eram aplicadas no inverno (N-TI), as diferenças provocadas pelos tratamentos aumentaram, tendo sido a maior disponibilidade de NO_3^- atingida nas áreas pastejadas e que receberam 225 kg ha^{-1} de N. Em trabalhos de Assmann et al. (2003), verificou-se que o fator pastejo foi determinante para a manutenção e, ou, elevação do N no solo. Maiores quantidades de NO_3^- , originário do N aplicado como tratamento de inverno, foram encontradas nas áreas pastejadas.

Segundo Primavesi et al. (2001), apesar da média de perda de 28% de N por volatilização de amônia, as parcelas não apresentaram redução no teor de NO_3^- , atribuindo a isso participação complementar do N microbiano da mineralização de matéria orgânica do solo, oriundo da decomposição do tecido vegetal, morte de biomassa microbiana e dos dejetos animais presentes na área, que constituem fonte de N.

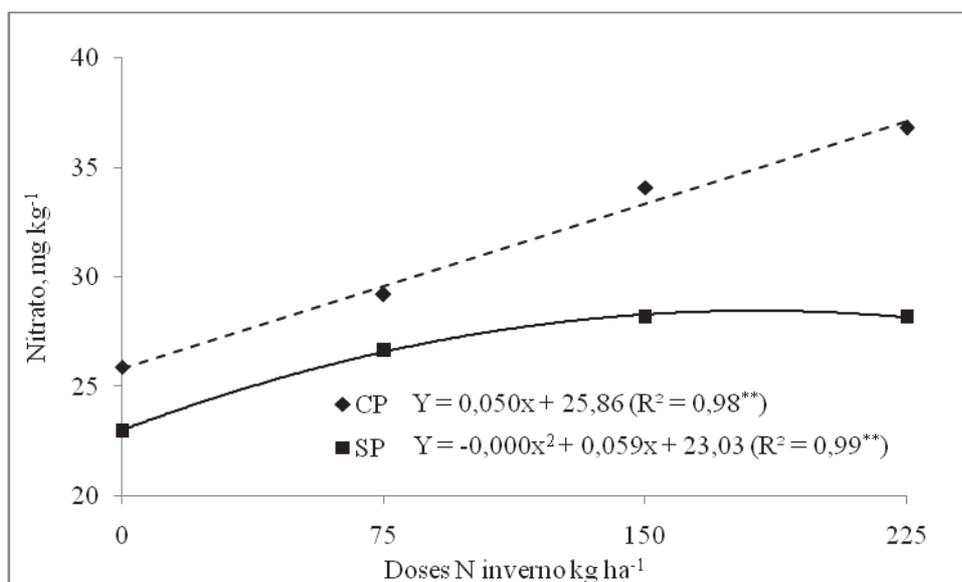


Figura 45. Nitrato do solo na presença (CP) e ausência (SP) de pastejo frente as doses de N aplicadas na pastagem. Guarapuava, 2012.

	Índice espigas	Rendimento de grãos	Peso de mil grãos	Grãos ardidos	Altura inserção	Altura planta	Fileira	Gr/fileira	Gr/espiga	N Foliar	CI A	CI B	CI Total	IAF
Índice espigas	1,00													
Rendimento de grãos	0,15	1,00												
Peso de mil grãos	0,06	0,76	1,00											
Grãos ardidos	0,12	-0,49	-0,32	1,00										
Altura inserção	-0,38	0,66	0,45	-0,46	1,00									
Altura planta	0,05	0,83	0,58	-0,36	0,76	1,00								
Fileira	0,38	0,52	0,28	-0,43	0,25	0,39	1,00							
Gr/fileira	0,25	0,87	0,65	-0,49	0,54	0,73	0,57	1,00						
Gr/espiga	0,29	0,86	0,62	-0,52	0,53	0,72	0,72	0,98	1,00					
N foliar	0,27	0,86	0,80	-0,41	0,41	0,60	0,39	0,75	0,73	1,00				
CI A	0,74	0,48	0,33	-0,02	-0,10	0,36	0,45	0,57	0,59	0,51	1,00			
CI B	0,15	0,69	0,49	-0,37	0,60	0,59	0,47	0,69	0,70	0,59	0,57	1,00		
CI total	0,53	0,65	0,46	-0,20	0,25	0,53	0,52	0,71	0,72	0,62	0,90	0,87	1,00	
IAF	0,23	0,91	0,77	-0,43	0,55	0,72	0,47	0,84	0,82	0,87	0,60	0,79	0,77	1,00

Figura 46. Correlação linear entre as variáveis analisadas. 0 - 0,75: indica fraca correlação linear; 0,75-0,90: indica média correlação linear e 0,90-1,00: indica forte correlação linear.

6. CONCLUSÕES

- O pastejo, em sistema de integração lavoura pecuária, influencia no rendimento de grãos da cultura do milho, pois disponibiliza nutrientes mais rapidamente quando comparado as áreas não pastejadas.
- O rendimento de grãos é influenciado pela adubação nitrogenada realizada na pastagem, caracterizando efeito residual do nitrogênio. Essas respostas são maiores nas áreas que são pastejadas no inverno.
- Em doses elevadas de N no verão, 225 e 300 kg ha⁻¹, não se verificou efeito residual do nitrogênio aplicado no inverno.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C. **Encarte de Informações Agronômicas**, nº 114, Santa Maria, RS, 2006.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe agropecuário sobre milho**. EMBRAPA, 2004.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Circular Técnica**, n.80, Sete Lagoas, MG, 2006.
- ALVES, S. J.; RICCE, W. da S.; ALVES, R. M. L. Adubação nitrogenada de milho implantado em sucessão a área pastejada em diferentes alturas no período de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária. In: XXVII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO: AGROENERGIA, PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DESAFIOS PARA MILHO E SORGO. **Anais...** Londrina: ABMS/IAPAR/Embrapa Milho e Sorgo, 2008. CD-ROM.
- ALVES, S. J.; TORMENA, C. A.; RICCE, W. S.; ALVES, R. M. L. **Integração lavoura-pecuária intensiva: fatores de sucesso**. In: Diversidades e Inovações na Cadeia Produtiva de Milho e Sorgo na Era dos Transgênicos. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, Campinas, 2012.
- ALVIM, M. J.; MARTINS, C. E.; BOTREL, M. de A.; CÓSER, A. C. Efeito da fertilização nitrogenada sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) nas condições da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 16, n.6, p. 606-615, 1987.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. 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.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; ZOLDAN, S. M.. 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.
- ANDREOLLA, V. R. M. Integração lavoura-pecuária: atributos físicos do solo e produtividade das culturas do feijão e milho. 2010. 139f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, PR.
- ARAÚJO, L. A. N. de; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.771-777, 2004.
- ARGENTA, G. Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho. **Tese de doutorado**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 112p., 2001.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R.;

AGOSTINETTO, D. 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.; RONZELLI JÚNIOS, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A. L.; KOEHLER, H. S.; SANDINI, I. 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**, v.27, n.4, p.675-683, 2003a.

ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37- 44, 2003b.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; CASSOL, L. C.; LUSTOSA, S. B. C. **Experiências em integração lavoura-pecuária em propriedades familiares no estado do Paraná**. CR-ROM. Simpósio Internacional em Integração Lavoura-Pecuária, Curitiba-PR, 2007.

ASSMANN, A. L. Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção de pastagem e animal em área de integração lavoura-pecuária. 2002. **Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal)** - Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. 1995. **Official methods of analysis**. Official methods of analysis of the A.O.A.C. International. 16. ed. Arlington, 1995. 2000p.

BAETHGEN, W. E. 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, PR.

BALBINOT JUNIOR, A.A.et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação do uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**. In press, 2009.

BATLLE--BAYER, L.; BATJES, N.H.; BINDRABAN, P.S. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.137, p.47-58, 2010.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, 2004.

BONA FILHO, A.; PELISSARI, A. Integração lavoura-pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Scientia Agraria**, v.4, n.1-2, p.81-96, 2003.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1101-1106, 2001.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; SOARES, J. A. D.; REINERT, D. J.; SEQUINATO, L.; KAIZER, D. R. Relações entre quantidade de palha existente sobre o solo e a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, Santa Maria, 2004. **Anais...** Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2004. CD-ROM.

BRUM, A. L. et al. A competitividade do trigo brasileiro diante da concorrência argentina. O comércio internacional e a competitividade pelo custo de produção. **Revista Galega de Economia**, Santiago de Compostela, v.14, n.1-2, p.1-15, 2005.

BÜLL, L. T. **Nutrição mineral do milho**. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H., eds. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.63-146.

CARDOSO, E. G.; SILVA, J. M. **Silos, silagem e ensilagem**. Campo Grande, MS, 1995.

CASSOL, L. C. Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. 2003. 114 p. **Tese de Doutorado em Ciência do Solo**, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COIMBRA, C. H.; SOUZA, M. L. P.; MORAES, A. Avaliação do efeito do impacto do animal no solo em áreas de plantio direto envolvidos na integração lavoura pecuária. **Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais**. Maringá, p. 129-150, 1996.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005.

CORRÊA, J. C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso de pastagens sobre propriedades de um latossolo amarelo da Amazônia central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p. 107-114, 1995.

CORSI, M.; NASCIMENTO JR, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados ao manejo das pastagens. In: PASTAGENS - FUNDAMENTOS DA EXPLORAÇÃO RACIONAL, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p 15 – 47.

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, G. J.; ARAÚJO, S. A. C.; CHAMBELA NETO, A.; OLIVEIRA, V. C.; LIMA, E. S. Silagem de milho - Características agrônomicas e considerações. **Revista Eletrônica de Veterinária**. ISSN: 1695-7504 Vol. 10, Nº 7, jul-2009. Em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070709/070903.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2011.

DOAK, B.W. Some chemical changes in the nitrogenous constituents of urine when voided on pasture. **Journal Agriculture Science**, v. 42, p. 162-171, 1952.

DOURADO-NETO, D.; TERUEL, D. A.; REICHARDT, K.; NIELSEN, D. R.; FRIZZONE, J. A.; BACCHI, O. O. S. Principles of crop modeling and simulation. I. Uses of mathematical models in agricultural science. **Scientia Agricola**, v.55, p.46-50, 1998.

DYNIA, J.F.; SOUZA, M.D. de.; BOEIRA, R.C.. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.855-862, 2006.

ESPECIAL Embrapa: integração lavoura, pecuária e floresta. 2009. Disponível em: <www.cnpq.org.br/arquivos/integravpecflo.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2013.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L.; TRIVELIN, P. C. O. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho e utilização do N residual pela sucessão aveia preta – milho. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1138-1141, 2008.

FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de; PERREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A.A Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p. 131-138, 2001.

FILHO, R. C. C.; QUADROS, F. L. F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural. **Ciência Rural**, v.25, n.2, p.289-293, 1995.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1721-1732, 2009.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F. J.; SKORUPA, L. A.; WINK, N. N.; GUISSOLPHI, I. J.; CAUMO, A. L.; HATORI, T. **Integração lavoura-pecuária**: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 20p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 77).

GONÇALVES, S. L.; FRANCHINI, J. C. **Integração lavoura-pecuária**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 7p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 44).

GOMES, R.F. et al. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p. 931-938, 2007.

HAYNES, H.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pastures ecosystem. **Adv. Agronomy** 49, p.119-149, 1993.

HENRY, F.; NGUYEN, C.; PATERSON, E.; SIM, A.; ROBIN, C. How does nitrogen availability alter rhizodeposition in *Lolium multiflorum* Lam. during vegetative growth? **Plant and Soil**, Volume 269, Numbers 1-2, February 2005, pp. 181-191(11).

INTEGRAÇÃO Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). **Especial Embrapa, 2009**. Disponível

em: <http://www.cnpq.org.br/arquivos/integravpecflo.pdf>>.

JADOSKI, S. O.; SAITO, L. R.; PRADO, C.; LOPES, E. C.; SALES, L. L. S. R. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.3, n.1, 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 570 p., 2003.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. **N uptake and distribution in plant canopies**. In: Diagnosis of the nitrogen status in crops. G. LEMAIER (Ed.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1997. Cap. 1, p 3-43.

LOPES, M. L.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; CASSOL, J. P. Sistemas de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria. In press, 2009.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; DOS ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1269-1276, 2011.

LUGÃO, S. M. B.; RODRIGUES, L. R. de A.; ABRAHÃO, J. J. dos S.; MALHEIROS, E. B.; MORAES, A de. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (Acesso BRA-OO6998) adubadas com nitrogênio. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.2, p. 371-379, 2003.

LUNARDI et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.795-801, 2008.

LUSTOSA, S. V. C. Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema de plantio direto. Curitiba, 1998. 84 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo)** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1998.

MACARI, S.; ROCHA, M. G.; RESTLE, J. Avaliação da mistura de cultivares de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.910-915, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional da planta - princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para o Estudo da Potassa e do Fósforo, 1997. p.58-67.

MELLO, F. A. de; SOBRINHO, M. D. C. de ARZOLLA, S. SILVEIRA, R. I., NETTO, A. C.; KIEHL, J. C. de. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1989.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Integração lavoura-pecuária. **Boletim técnico**. Brasília, DF, 2007.

MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: **Anais do**

14º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds). FEALQ. Piracicaba-SP, p. 55-81, 1997.

MORAES et al. Integração agropecuária em sistema plantio direto: integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 9., 2004, Chapecó. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2004. p.19-22.

MORAES, A. et al. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: I ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. **Anais...**, Pato Branco: CEFET – PR, 2002. p.3-42.

MORAES, A. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária no Sub-trópico da América do Sul: Exemplos do Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais.** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.

MORAES, A. Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens* stent).Azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetidas a diferentes pressões de pastejo. 1991. 220 f. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

MORIZET, J.; TOGOLA, D. Effect et arrière-effect de la sécheresse sur la croissance de plusieurs génotypes de maïs. In: CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE, 1984, Versailles. **Les besoins en eau des cultures.** Paris: INRA, 1984. p.351-360.

MOTT, G. E.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. **Proceedings International Grassland Congress**, p.1380, 1952.

NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M. R.; ZANETTE, P. M.; UENO, R. K.; MARAFON, F.; SOUZA, M. P. Aplicação de procedimentos técnicos na ensilagem do milho visando maior desempenho animal. In: IV SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2011, Maringá. **Anais...** 292 p. ISBN 978-85-63633-09-5 Maringá-PR, 2011.

NEWMAN, Y. C.; SOLLENBERGER, L. E. Grazing management and nitrogen fertilization effects on vaseygrass persistence in limpgrass pastures. **Crop Science**, Madison, v.45, n.5, p.2038-2043, 2005.

NICOLOSO, R. S.; LANZANOVA, M. E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; LANZANOVA, M.E. Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2425-2433, 2008.

NUSSIO, L. G. Produção de silagem de alta qualidade. In: REUNIÃO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria de Agricultura

e Abastecimento, 1992. p.155-175.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P. de; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 2001. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p. 127-145. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/Silagens-de-milho-qualidade.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

PAULETTI, V.; COSTA, L. C. Épocas de aplicação de nitrogênio no milho cultivado em sucessão à aveia preta no sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, v.30, p.599-603, 2000.

PEREIRA, J. C. As pastagens no contexto dos sistemas de produção de bovinos. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 287-330, 2004a.

PEREIRA, M. N. Proteína não degradável no rúmen e síntese de proteína no leite. Disponível em:

http://www.milkpoint.com.Br/mn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&área=17&área_desc=Nutri%26ccdil%3B%26atilde%3bo&id_artigo=20446&perM=10&pêra=2004. **Milkpoint**, 2004b.

PESSOA, M. C. P. Y.; LUCHIARI JUNIOR, A.; FERNANDES, E. N.; LIMA, M. A. de. **Principais modelos matemáticos e simuladores utilizados para a análise de impactos ambientais das atividades agrícolas**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 83p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 8).

POWELL, J. M.; IKPE, F. N.; SOMDA, Z. C.; FERNÁNDEZ-RIVERA, S. Urine effects on soil chemical properties and the impact of urine and dung on pearl millet yield. **Experimental Agriculture**, v. 34, n. 3, p. 259-276, 1998.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C. et al. Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *Coastcross*: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42p. (**Circular Técnica, 30**)

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1637-1645, 2004.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; BAYER, C.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; SILVA, A.A. 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.

RIOS, E. M. Pastejo e adubação nitrogenada na qualidade biológica e estrutural em latossolo bruno sob sistema de integração lavoura-pecuária. 2010. 124f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, PR.

ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D.; LOBATO, P. N. Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 2010. Goiânia. **Resumos...** Goiânia: ABMS, 2010. Disponível em: <<http://www.abms.org.br/cn%5Fmilho/trabalhos/0568.pdf> >.

Acesso em: 22 nov. 2011.

ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. 2. Produtividade animal e retorno econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.a1, p. 85-93, 2000.

SALET, R. L.; VARGAS, L. K.; ANGHINONI, I.; KOCHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; CONTI, E. Por que a disponibilidade de nitrogênio é menor no sistema plantio direto? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, **Anais...** Passo Fundo, 1997. p.297.

SANDINI, I. E.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.1315-1322, 2011.

SANGOI, L.; VARGAS, V. P.; SCHMITT, A.; PLETSCH, A.; VIEIRA, J.; SIEGA, E.; CARNIEL, G.; MENGARDA, R. A disponibilidade de nitrogênio afeta a sobrevivência e a contribuição dos perfilhos ao rendimento de grãos do milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. Viçosa, v.35, p.183-191, 2011.

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.

SEAB – Estimativa de Safra do Paraná (Safra 2010/2011). Curitiba, Paraná, 2011.

SEMPLE, A. T. **Avanços em pasturas cultivadas naturais**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1974. 504 p.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.353-362, 2005.

SILVA, A. A. 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.928-935, 2007.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

SILVEIRA, E. R. População de artrópodos e produtividade de milho em sistema de integração lavoura-pecuária. Curitiba. 2007. 62f. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SOUZA, G. B., BERNARDI, A. C. C.; MONTE, M. B. M.; PAIVA, P. R. P. Produtividade e qualidade da silagem de milho adubado com a mistura de uréia e zeólita. In.: **Fertibio 2008. Resumos...** Londrina, 2008.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

TOLLENAAR, M. **Is low plant density a stress in maize?** *Maydica*, v.37, p.305-311, 1992.

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated croplivestock system in Illinois. **Crop Science**, v.48, p.1211-1218, 2008.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991. Disponível em: <<http://webpages.icav.up.pt/PTDC/CVT/098487/2008/Van%20Soest,%201991.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2011.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES I. D.; RESENDE A. V. de. Produtividade e qualidade de silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n2/07.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2011.

YOKOYAMA, L. P.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, I. P. de; BARCELLOS, A. de O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. Editora Pillares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.8, 1999.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; COELHO, P. H. M.; FONTES, R. L. F.; ÁVILA, V. T.; KAWAMURA, I. K. Severidade da mancha-marrom em trigo cultivado com diferentes formas de nitrogênio e doses de manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1199-1206, 2009.

ZINSELMEIER, C.; WESTGATE, M. E.; JONES, R. J. Kernel set at low water potential does not vary with source/sink ratio in maize. **Crop Science**, v.35, p.158-163, 1995.

WILLIAMS, P. H.; HEDLEY, M. J.; GREGG, P. E. H. Effect of dairy cow urine on potassium absorption by soil. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.32, p.431-438, 1989.

WHITEHEAD, D.C. Volatilization of ammonia. In: WHITEHEAD, D.C. (Ed.) **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, p.152-179, 1995.

WIT, C. T. de. **Simulation of assimilation, respiration, and transpiration of crops**. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1978. 141p.

