

Resumo

O milho (*Zea mays L.*) vem sendo implantado em lavouras no sistema de plantio direto, onde seu uso tem trazido melhores resultados na produção devido ao menor revolvimento do solo, reduzindo assim o risco de erosões, mantendo as características naturais e melhora na retenção de água. O experimento foi semeado em área de lavoura comercial, caracterizado por Latossolo Vermelho Distrófico, no município de Capitão Leônidas Marques-PR, no ano agrícola 2008/2009. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cultura do milho, segundo os diferentes períodos de aplicação de nitrogênio, fornecido em forma de uréia, em sucessão a quatro diferentes coberturas de solo: a aveia preta (*Avena strigosa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), trigo (*Triticum spp.*) e a vegetação espontânea natural (pousio), juntamente com diferentes aplicações de N, dispostas da seguinte maneira (1/3 sulco + 2/3 com 8 folhas e 1/3 sulco + 1/3 com 4 folhas + 1/3 com 8 folhas). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, onde foram avaliados a altura de planta e da inserção da espiga, espessura de colmo e espiga e comprimento de espiga. Os resultados demonstram que as diferentes épocas de aplicação e as diferentes coberturas de solo não diferiram significativamente nos resultados obtidos.

Palavras-Chave: Plantas de cobertura; plantio direto; nutrientes.

Evaluación de los componentes de la cosecha del maíz en diferentes fechas de aplicación de nitrógeno en la sucesión de diferentes plantas de cobertura del suelo

Resumen

El maíz (*Zea mays L.*) ha sido cultivado en sistema de siembra directa, donde su uso ha traído mejores resultados en la producción debido a menor movimiento del suelo, lo que reduce el riesgo de erosión, con el mantenimiento de las características naturales y mejorada retención de agua. El experimento se plantó en el área de la agricultura comercial, que se caracteriza por Oxisol en el municipio de Capitão Leonidas Marques, PR, en la temporada 2008/2009. El objetivo de este estudio fue evaluar el desarrollo de maíz en diferentes períodos aplicación de nitrógeno suministrado en forma de urea, en la sucesión a cuatro diferentes cultivos de cobertura, y la avena (*Avena strigosa*), rábano (*Raphanus sativus*), trigo (*Triticum spp.*) y con vegetación espontánea y natural (barbecho), junto con las diferentes aplicaciones de N, dispuestas de la siguiente manera (1 / 3 surcos + 2 / 3 con 8 hojas y 1 / 3 surcos + 1 / 3 a 4 hojas + 1 / 3 con 8 hojas). El diseño experimental fue de bloques al azar donde fueron evaluados la altura de planta y de la inserción de la espiga, grosor de tallo y espiga y longitud de la espiga. Los resultados muestran que los tiempos de aplicación diferentes y diferentes coberturas de lo suelo no afectan significativamente las características evaluadas.

Palabras llave: Cultivos de cobertura; siembra directa; nutrientes.

Introdução

A produção mundial de milho (*Zea mays L.*) contabiliza cerca de 770 milhões de toneladas anualmente (PARANÁ, 2008). No Brasil é o cereal mais produzido, ocupando uma área de

aproximadamente 13 milhões de hectares, com uma produção média de 42 milhões de toneladas ao ano, resultando na média de 3,2 toneladas ha⁻¹. Entre alguns fatores para explicar essa baixa produtividade, destacam-se a falta de consumo e o uso e manejo

1 Engenheiro Agrônomo. Cascavel, PR. ielunelli@hotmail.com.

2 Prof, Adjunto Dr., CCA, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Marechal Cândido Rondon -Paraná- Brasil. Rua Pernambuco n. 1777- Centro-Marechal Cândido Rondon-Pr. CEP: 85960-000. E-mail: maritanep@yahoo.com.br

incorreto de nitrogênio (N), nutriente mais absorvido pela cultura e que mais influencia na resposta em produtividade de grãos (SILVA et al., 2008).

Para se obter bons rendimentos de grãos, é indispensável a aplicação de N muitas vezes em altas dosagens, sendo de formas variadas, ou seja, na semeadura, em cobertura e quando as plantas apresentam determinados números de folhas (4 à 8), pois os solos em geral não suprem totalmente a demanda de N para a exigente cultura do milho (PÖTTKER e WIETHÖLTER, 2004). A dinâmica do N no sistema solo-planta sofre influências do tipo de fertilizante utilizado, do sistema de cultivo, do manejo e de condições climáticas (SILVA et al., 2006).

Dessa forma, deve-se manter a planta do milho sempre bem nutrida de N, necessitando assim, estimar corretamente a quantidade que deverá fornecer ao solo. Algumas recomendações usam critérios da quantidade de matéria orgânica disponível no solo, e a expectativa de produção para se determinar as dosagens corretas (RAMBO et al., 2004).

O uso do sistema de plantio direto traz alterações quanto à manutenção de restos culturais sobre o solo. Há também a ocorrência de alterações na disponibilidade de nutrientes para a planta vindos do solo, inclusive com o N, devido ao aumento de matéria orgânica e a conservação de cobertura morta, levando ao aumento de atividade biológica (PAULETTI e COSTA, 2000).

Portanto, o sistema de plantio direto se resume na maior quantidade de massa vegetal para cobertura, o que acarreta em menores riscos de erosões, e na conservação das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (SILVA et al., 2006).

Requisitos básicos para o sucesso da implantação deste sistema são exigidos, como a rotação de culturas na lavoura, consorciando espécies que deixam boa cobertura ao solo como alguns cereais de inverno, como o trigo, a aveia-preta, o nabo forrageiro, entre outros, realizando assim a semeadura da cultura desejada sobre a palhada superficial no solo após a retirada das forrageiras (SILVA et al., 2007).

A aveia-preta (*Avena strigosa*) é a forrageira mais utilizada como cobertura de solo no Brasil. Porém, vem sendo diagnosticada certa redução na

absorção de N no início do ciclo do milho, devido a grande relação de carbono/nitrogênio que resíduos da aveia-preta geram. Estudos mostram que essa ocorrência é devida a certa imobilização no N disposto em razão da grande quantidade de carbono fornecida pela aveia-preta, aumentando a atividade microbiana (CERETTA et al., 2002).

Outra opção para o uso de cobertura de solo seria o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), o qual não possui boa capacidade de fixação de nitrogênio, porém com um ótimo sistema radicular, possui grande capacidade de reciclar esse nutriente de camadas bastante profundas do solo. Seu fator limitante na disposição do nitrogênio acompanha as leguminosas, ou seja, apresenta baixa relação carbono/nitrogênio, acelerando a decomposição da massa (SILVA et al., 2006).

Essa leguminosa desenvolve-se em solos de média fertilidade, podendo promover coberturas de 70% do solo logo aos primeiros 60 dias após o plantio. Além do seu emprego como cobertura, pode ser usado na alimentação de bovinos de leite e corte e na consorciação com aveia, centeio, ervilha, tanto para forragem como adubação verde (OHLAND et al., 2004).

Nota-se que o ideal seria o acompanhamento no desenvolvimento da cultura do milho, definindo assim, o potencial de cada espécie usada no consórcio neste sistema de produção agrícola (SILVA et al., 2006).

Hoje, sistemas agrícolas que possibilitem adições maiores que perdas, terão melhores desempenhos nos cultivos. No entanto, notam-se algumas preocupações por conta dos produtores, relacionadas aos efeitos de compactações de solo, originadas pelo sistema implantado, ao mesmo tempo em que apontamos o tráfego de máquinas e implementos agrícolas como o grande causador desta real preocupação dos agricultores (CONTE et al., 2008). Tais problemas podem ser controlados por redução do tráfego de máquinas em determinadas áreas, ou ainda, o uso de maquinários mais leves e rodados de maiores áreas de contato.

A maioria dos trabalhos vistos até o momento apresenta grandes variações na porcentagem de aproveitamento de N pela planta. De maneira geral, define-se a média de 65% de N presente nos grãos e

aproximadamente 35% nas demais partes da planta (SILVA et al., 2006).

A ciclagem do N é muito afetada quando não é realizado o revolvimento do solo, pois fatores como a imobilização, mineralização, lixiviação e volatilização são alterados (CABEZAS et al., 2000). Surge uma grande interrogação quanto à recomendação do uso do N, no caso de utilização em condições edafoclimáticas diferentes, taxas de acúmulo de palha diferentes e a variação de tempo na adoção do sistema de plantio direto. Isso porque cada fator apresenta diferentes níveis de dificuldade no momento da necessidade da recuperação do nitrogênio (FIGUEIREDO et al., 2005; CABEZAS et al., 2004).

A época de aplicação de fertilizantes nitrogenados varia muito sobre o aproveitamento do milho, porém, ainda não há definições exatas de qual seria a melhor aproveitada. Alguns experimentos mostram que a aplicação do N no sistema de plantio direto, leva vantagem quando realizada em pré-semeadura, enquanto outros mostram vantagens quando aplicado em grandes dosagens no plantio e o fornecimento do nutriente ao longo do ciclo, fornecendo em forma de cobertura (SILVA et al., 2006).

Um dos principais problemas do atual sistema de recomendação de adubação nitrogenada é que a determinação de dosagens é feita antes do plantio, não havendo um acompanhamento posterior sobre a emergência. Isso porque variações de clima e solo, juntamente aos fatores de lixiviação, volatilização, imobilização, nitrificação e mineralização podem sofrer grandes variações, conseqüentemente, influenciando no desenvolvimento das plantas. Com isso, pode ocorrer a subestimação ou superestimação das doses, refletindo em primeiro momento na perda de produção pelo agricultor ou num segundo, em gastos desnecessários no momento da adubação (RAMBO et al., 2004).

A aplicação em doses elevadas em apenas um período, seja somente pré-semeadura ou na semeadura, poderá resultar no acúmulo de N-NO_3^- no solo nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho, devido a sua demanda ser pequena. Já no período usual de aplicação de N em cobertura (4 à 8 folhas) a demanda de nitrogênio aumenta

(PÖTTKER e WIETHÖLTER, 2004).

Os mesmos autores relatam que a aplicação do N em diferentes estádios de desenvolvimento da planta tem por objetivo o fornecimento do nutriente especialmente para os estádios iniciais, para reduzir os efeitos de imobilização pelos microorganismos do solo ao decomporem resíduos culturais (PÖTTKER e WIETHÖLTER, 2004). Diferentes métodos são utilizados para a aplicação do nitrogênio, sendo os mais usados a incorporação na linha de plantio e a lança. Quando a fonte de N utilizada for a uréia, deve-se realizar o revolvimento do solo incorporando o adubo quando não ocorrer precipitação ao longo dos primeiros dias de aplicação, evitando assim a formação de amônia e sua liberação para a atmosfera.

Com o sistema de plantio direto, o teor de matéria orgânica e N no solo são maiores, especialmente com a introdução de leguminosas. Assim percebe-se a possibilidade de aplicar na própria forrageira escolhida parte do N a ser utilizado na cobertura do milho em sucessão (MAI et al., 2003)

Diante do exposto objetivou-se avaliar os componentes da planta do milho, como altura de planta, comprimento de espiga, espessura do colmo e da espiga e inserção da espiga, implantado sobre quatro diferentes tipos de cobertura vegetal e duas diferentes épocas de aplicações de nitrogênio.

Material e métodos

O experimento foi realizado numa propriedade particular, pertencente ao agricultor Ivone Marco Primo no município de Capitão Leônidas Marques-PR, contando com uma área total de 95 hectares, do qual 3080 m² foram ocupados por área experimental. A localidade está situada a aproximadamente 370 metros de altitude, em área sem irrigação e com um solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico em área de plantio direto.

Antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras de solo de cada parcela em camadas de 0 a 20 cm de profundidade, a fim de avaliar a fertilidade.

Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas subdivididas. A montagem do experimento consistiu na divisão de cinco blocos. Dentro de cada bloco foram

divididas aleatoriamente as parcelas experimentais, que consistiam de 7x14 metros. Para facilitar a identificação de coberturas e aplicações, foi deixado um carreador de 1 m de largura entre os blocos. A população de plantas foi de 60.000 plantas ha⁻¹ e espaçamento de 90 cm entrelinhas. A adubação foi realizada segundo dados da análise de solo.

Cada parcela era composta com uma espécie diferente de cobertura vegetal de solo (aveia, nabo, trigo e pousio), em que foram aplicadas duas doses de N em forma de uréia em diferentes épocas; no pré-plantio com a própria plantadora e nas coberturas realizada manualmente com auxílio de um dosador. A dosagem utilizada foi de 80 kg ha⁻¹ de N, distribuídas da seguinte forma, 1/3 sulco + 2/3 com 8 folhas e 1/3 sulco + 1/3 com 4 folhas + 1/3 com 8 folhas, sendo aplicado por linha de parcela 150 g de uréia.

O híbrido de milho utilizado foi o Agroeste 1570, um híbrido simples de ciclo precoce, de porte médio a alto, de alta tecnologia. Foram plantadas 5 a 6 sementes por metro.

Para a análise de todas as variáveis, foi utilizada uma fita métrica flexível, a qual permitiu avaliar de forma mais precisa quando se tratava de contornos, como por exemplo, as espessuras de colmo e espiga. Para a variável altura de planta o processo iniciou-se na base do colmo, percorrendo até seu ápice. Para a variável inserção de espiga o processo iniciou-se na base do colmo até a soltura do pedúnculo. E para a variável comprimento de espiga foi medida de forma retilínea sem qualquer intervalo ou interrupções. Foram feitas três repetições por parcela e as análises

realizadas ao final do ciclo da cultura, quando a mesma já se encontrava em condições de colheita. A análise estatística se deu por meio do *software* Sisvar e Tukey à 5%.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os resumos da análise de variância para os valores de F para altura de planta, comprimento de espiga, espessura do colmo e da espiga e inserção da espiga da cultura do milho, submetidas a diferentes coberturas de solo e épocas de aplicação de N.

Verifica-se pela Tabela 1, que não houve diferença significativa a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey para todas as variáveis, sendo elas altura de plantas, comprimento de espigas, espessura do colmo e da espiga e inserção de espigas.

Nota-se que, apesar de não haver significância para as diferenças gerais em todas as análises, o coeficiente de variação (CV) para as variáveis, altura de plantas, comprimento de espigas, espessura de espigas e inserção de espigas aponta baixa dispersão dos dados (conforme Tabela), tanto para o fator cobertura como para o fator época de aplicação. Enquanto a variável espessura de colmo apresentou média dispersão dos dados, com o CV equivalente ao valor de 11,11.

Na Tabela 2, observa-se que todos os parâmetros avaliados não apresentaram diferenças significativas em seus dados com relação às diferentes coberturas de solo. Porém, destacamos que os valores

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os valores de F para altura de plantas, comprimento de espiga, espessura do colmo e espiga e inserção da espiga na cultura do milho, submetidas a diferentes coberturas de solo e épocas de aplicação de N.

Causas de Variação	Valores de F				
	AP	CE	EP	EE	IE
Coberturas	1,39 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,71 ^{ns}	2,10 ^{ns}	1,67 ^{ns}
Épocas	0,429 ^{ns}	0,081 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,32 ^{ns}
C x E	0,242 ^{ns}	0,068 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,187 ^{ns}
CV1	4,40	8,11	11,11	4,45	4,44
CV2	5,21	9,45	9,82	5,85	4,21
MG	199,52	23,45	8,05	16,65	119,10

AP: altura de planta; CE: comprimento da espiga; EP: espessura do colmo; EE: espessura espiga; IE: inserção da espiga. C x E: cobertura x épocas de aplicação; MG: média geral.

CV 1= coeficiente de variação referente à cobertura; CV 2 = coeficiente de variação referente à épocas; ns: não significativo a 5% de probabilidade; *: significativo a 5% de probabilidade.

médios obtidos a partir da cobertura vegetal do trigo, conforme se pode observar na tabela 2, representando seus parâmetros respectivamente, apresentam um potencial pouco mais elevado de contribuição para desenvoltura do milho, ressaltando que, apesar de obter valores mais elevados em todas as variáveis não significa dizer que o resultado final esperado pela cultura seja maior.

Desta forma, levando em consideração que as variáveis analisadas que apresentaram as maiores médias serão aquelas que apresentarão maiores ou melhores resultados finais esperados pela cultura, as coberturas de Trigo e Aveia se sobressairiam. Lembrando que a última citada é a mais utilizada no Brasil (CERETTA et al., 2002).

Assim pode-se concordar com a idéia concluída por Lourente et al. (2007) quanto ao uso dessas culturas como cobertura vegetal, uma vez que proporcionam maior quantidade de resíduos orgânicos e menor taxa de decomposição, possibilitando maior proteção ao solo e melhor ciclagem de nutrientes.

Nota-se que o experimento pode ter sido favorecido devido ao híbrido utilizado ser de tecnologia alta e aplicadas as dosagens exigidas pela cultura, alguns fatores avaliados podem ter sofrido

influências da estiagem de curto período que se deu ao final do ciclo, podendo interferir nos resultados finais, como o equilíbrio de desenvolvimento dos aspectos físicos das plantas analisadas, contribuindo na ausência de significância.

Para as diferentes épocas de aplicação, o experimento não apresentou diferença significativa como mostrado na Tabela 3, apenas se percebe pequenas diferenças em cada variável analisada quanto às épocas de aplicações de N, estabelecidas pela diferença máxima de 2,15 cm para altura de plantas, portanto, a época de aplicação não interferiu nestes fatores.

Deste modo, concorda-se com os resultados obtidos por Silva et al. (2006), que cita que a época de aplicação de fertilizantes nitrogenados varia muito sobre o aproveitamento do milho, porém, ainda sem definições exatas de qual seria a melhor aproveitada. Ressaltando ainda, que alguns experimentos indicam que a aplicação do N no sistema de plantio direto, leva vantagem quando realizada em pré-semeadura, enquanto outros mostram vantagens quando aplicado em grandes dosagens no plantio e fornecimento ao longo do ciclo em forma de cobertura.

Conclusões

Tabela 2. Valores médios de altura de plantas, comprimento de espiga, espessura do colmo e da espiga e inserção da espiga para diferentes coberturas de solo em (cm).

Parâmetro	Coberturas				Média Geral
	Trigo	Nabo	Aveia	Pousio	
Altura de plantas	203,20 a	198,90 a	200,60 a	195,40 a	199,52
Comprimento de espiga	24,50 a	22,80 a	23,30 a	23,20 a	23,45
Espessura colmo	8,50 a	7,70 a	8,20 a	7,80 a	8,05
Espessura Espiga	16,80 a	16,40 a	17,10 a	16,40 a	16,67
Inserção espiga	121,90 a	117,20 a	119,70 a	117,60 a	119,10

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3. Valores médios de altura de plantas, comprimento de espiga, espessura do colmo e da espiga e inserção da espiga para diferentes épocas de aplicação de N em (cm).

Épocas de Aplicação	Altura de plantas	Comprimento de espiga	Espessura colmo	Espessura Espiga	Inserção espiga
1/3 sulco + 2/3 8 folhas	198,45 a	23,35 a	8,05 a	16,55 a	118,65 a
1/3 sulco + 1/3 4 folhas + 1/3 8 folhas	200,60 a	23,55 a	8,05 a	16,80 a	119,55 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não foram observadas diferenças significativas para as diferentes épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho.

Para coberturas, mesmo sem apresentar diferenças significativas, o trigo (*Triticum spp.*) foi o que mais contribuiu para o desenvolvimento da cultura para todas as variáveis analisadas.

Referências

Apresentadas no final da versão em inglês