

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO CURITIBANOS
RICARDO HENRIQUE RIBEIRO

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO EM
SUCESSÃO À AVEIA PRETA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Curitibanos

2016

RICARDO HENRIQUE RIBEIRO

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO EM
SUCESSÃO À AVEIA PRETA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao
Curso de Agronomia, do Centro Curitibanos da
Universidade Federal de Santa Catarina, como
requisito para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva

Curitibanos

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ribeiro, Ricardo Henrique

Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho em
sucessão à aveia preta em sistema plantio direto / Ricardo
Henrique Ribeiro ; orientador, Jonatas Thiago Piva -
Curitibanos, SC, 2016.

29 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos. Graduação em Agronomia.

Inclui referências

1. Agronomia. 2. Zea mays. 3. Avena strigosa. 4.
Rendimento. 5. Eficiência de uso do Nitrogênio. I. Piva,
Jonatas Thiago. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO CURITIBANOS
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulisses Gaboardi, km3 – Zona Rural – CEP: 89520-000 – Curitibanos/SC
CEP 89520-000 – Curitibanos – SC
TELEFONE: (48) 3721 -4168 Email: agronomia.cbs@contato.ufsc.br

Ricardo Henrique Ribeiro

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO EM
SUCESSÃO À AVEIA PRETA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção de título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitibanos SC 07 de Julho de 2016

Prof^o: Dr^o: Samuel Luiz Fioreze

Coordenador do Curso de Agronomia UFSC Curitibanos

Banca Examinadora:

Prof^o: Dr^o: Jonatas Thiago Piva

Presidente da Banca Examinadora

Prof^o: Dr^o: Samuel Luiz Fioreze

Membro da Banca

Prof^o: Dr^o: Eduardo Leonel Bottega

Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à toda minha família, em especial meus pais José Gaspar Ribeiro e Maria Aparecida Becher Ribeiro pelos ensinamentos, incentivo, apoio e confiança.

À todos os mestres e demais servidores da UFSC-Curitibanos pela competência e por terem participado efetivamente nessa conquista. Em especial ao meu orientador prof. Dr. Jonatas Thiago Piva pela parceria de 4 anos na pesquisa, pela amizade e ensinamentos. Foi uma imensa satisfação a realização desse trabalho.

Agradeço à minha namorada Marina Sbardella, pelo apoio e bons momentos compartilhados.

Aos colegas pela amizade e por todos os momentos compartilhados. Momentos esses que se tornaram ótimas lembranças.

Agradeço imensamente ao Grupo de Pesquisa em Manejo e Fertilidade do Solo pela ajuda na condução desse trabalho.

A todos vocês, muito obrigado!

Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho em sucessão à aveia preta em sistema plantio direto

Ricardo Henrique Ribeiro

Resumo

Dentre os principais fatores abióticos que determinam a produtividade do milho, destaca-se o nitrogênio (N), sendo o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura, interferindo diretamente na produtividade. O parcelamento da adubação nitrogenada é uma das possibilidades para melhorar a eficiência de utilização desse nutriente pelo milho. O presente trabalho buscou verificar a viabilidade da antecipação da adubação nitrogenada, sob o desempenho agrônômico de milho cultivado em sucessão à aveia preta. O experimento foi conduzido na UFSC – centro Curitibanos, num delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram diferentes manejos do N: (T1) testemunha sem aplicação, (T2) 2/3-1/3-00, (T3) 1/3-1/3-1/3, (T4) 00-1/3-2/3, cuja sequência corresponde a quantidade de N em pré-semeadura, semeadura e em cobertura, respectivamente. Os tratamentos foram avaliados durante três safras consecutivas de milho. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Para as variáveis avaliadas, o tratamento sem N, diferiu significativamente dos demais, apresentando os menores valores. Na safra de 2012-2013 não houve diferenças significativas entre as formas de parcelamento do N sobre a produtividade, resultando em uma média de 5.008 kg ha⁻¹, 124% superior à testemunha. Em 2013-2014, os tratamentos 3 e 4 foram significativamente semelhantes entre si e resultaram num maior rendimento do milho (12.466 kg ha⁻¹), 98% superior à testemunha, já o tratamento 2 resultou em 10.487 kg ha⁻¹. Na safra 2014-2015 os tratamentos 3 e 4 foram semelhantes entre si, apresentando produtividade média de 12.466 kg ha⁻¹, 18,8% superiores ao tratamento 2, já a testemunha resultou em produtividade de 3.817 kg ha⁻¹. A utilização de N, independentemente da forma de aplicação, incrementou a produtividade de milho. A adubação nitrogenada em pré-semeadura de milho associada à adubação na semeadura, somente é viável em condições de veranico. Em condições de pluviosidade adequada, durante o ciclo da cultura, a antecipação da adubação nitrogenada somente é eficiente quando associada à aplicação em semeadura e em cobertura no estágio V4.

Palavras-chave: *Zea mays*. *Avena strigosa*. Rendimento. Eficiência de uso do Nitrogênio.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 MATERIAL E MÉTODOS	8
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4 CONCLUSÕES	22
Abstract.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) é uma das mais difundidas em todo o mundo, possuindo um grande valor agregado, tanto para o homem, como para produção de ração para alimentação animal. No Brasil, é responsável por 40% de toda a produção de grãos (CONAB, 2015). A produtividade média de grãos de milho tem aumentado nos últimos anos, sendo que na safra de 2014/2015 a produtividade média foi de 5.255 kg ha⁻¹, cerca de 20% a mais que a safra 2010/2011 (CONAB, 2015).

O manejo da fertilidade do solo, principalmente a adubação nitrogenada, relacionado às condições climáticas e biológicas favoráveis bem como avanços genéticos, provenientes do melhoramento vegetal, estão entre os fatores responsáveis pelo aumento de produtividade do milho (FONTOURA, 2005). O nitrogênio (N) é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura, interferindo diretamente na composição do rendimento final de grãos (DUETE et al., 2008). Assim, quanto mais eficiente for a adubação nitrogenada, melhor será a resposta em incremento de produtividade. Porém, este investimento pode representar cerca de 15% do custo de produção da lavoura (PAVINATO et al., 2008).

Além do elevado custo que esse nutriente representa, alguns fatores como perdas de N por volatilização de amônia, lixiviação, escoamento superficial e imobilização pela biomassa microbiana, determinam a baixa eficiência desse nutriente (FANCELLI, 2010). A baixa eficiência do N também é observada pelos processos de nitrificação e a desnitrificação microbiana que ocorrem no solo, sendo oriundo desta reação a produção de óxido nitroso (N₂O), um dos três gases que compõem os gases de efeito estufa (ALMEIDA et al., 2015). Atualmente a preocupação com o uso correto do N não é só no sentido de elevar a produtividade, mas também do ponto de vista ambiental, em virtude da possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos, bem como a contaminação da atmosfera devido ao uso de doses excessivas.

Os aspectos econômicos e produtivos associados à preocupação com o meio ambiente são determinantes para o estudo de novas alternativas no manejo da adubação nitrogenada, objetivando a maximização na eficiência de uso e minimização nos riscos da utilização de nitrogênio (DUETE et al., 2008).

Dentre as estratégias, destaca-se o parcelamento da adubação nitrogenada, como uma das possibilidades para melhorar a eficiência de utilização desse nutriente pelo

milho além de otimizar a utilização de máquinas na propriedade (CANTARELLA, 2007; LANGE et al., 2008). Dessa maneira, pode-se realizar o parcelamento da dose em pré-semeadura, ao manejar a cultura de inverno, visando aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo durante os estágios iniciais de crescimento da cultura, bem como propiciar maior racionalização do uso das máquinas e de mão de obra na propriedade, desde que seja no máximo 10-12 dias antes da semeadura (FANCELLI, 2010). E mais comumente, o parcelamento da dose em cobertura no estágio V4.

A estratégia de adubação na pré-semeadura visa suprir a planta, principalmente no início do seu desenvolvimento, quando podem ocorrer expressivas perdas de N pelo processo de imobilização microbiana. Isso ocorre porque grande parte do milho é cultivado em sistema plantio direto (SPD), em sucessão a gramíneas de inverno, as quais apresentam alta relação C/N, fazendo com que o nitrogênio que está no solo seja imobilizado pelos microrganismos de forma que este não seja absorvido pela planta (PÖTTKER & WIETHÖLTER, 2004; LARA CABEZAS et al., 2007). Conforme reportado por Acosta et al. (2014), ao avaliar a decomposição de ervilha, nabo e aveia preta, encontraram maior tempo de decomposição do material residual da aveia preta, onde após 5 meses do manejo de dessecação, haviam sido decompostos menos de 50% do resíduo dessa gramínea.

O objetivo do trabalho foi estudar a antecipação da adubação nitrogenada, sobre o desempenho agrônômico de milho cultivado em sucessão à aveia preta em sistema plantio direto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, nas safras 2012/13, 2013/14 e 2014/15 na área experimental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), centro de Curitibanos, situada a 27°S latitude, 50°W longitude e 1050 m de altitude. O solo da área é um Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g kg⁻¹ de argila) (EMBRAPA, 2013). A área vinha sendo cultivada em sistema plantio direto a mais de cinco anos. O clima da região é classificado de acordo com Köppen como Cfb temperado. A precipitação média anual de 1500 mm, com temperatura média entre 15°C e 25°C. Os dados de precipitação e temperatura média do ar, durante os períodos de condução do experimento, nos três anos de estudo, encontram-se na Figura 1.

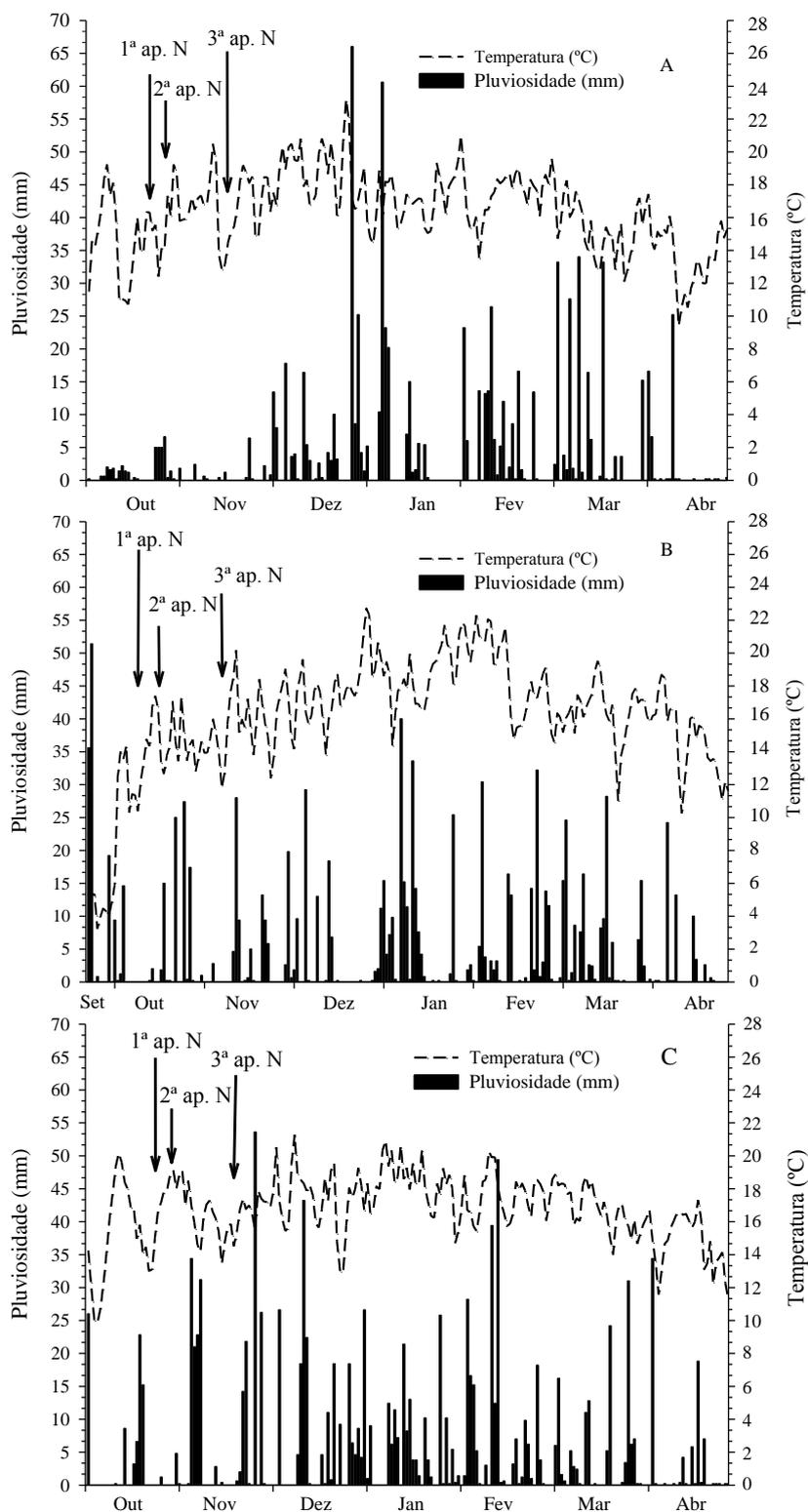


Figura 1. Pluviosidade (mm) e temperatura média do ar (°C), durante os períodos de avaliação do experimento em cada ano. Onde A= 2012/13; B= 2013/14; C= 2014/15. As setas indicam as épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram de 4x5 m, totalizando 20 m² por unidade experimental. Ao término do cultivo da aveia preta no período de inverno do primeiro ano, foi realizada uma análise do solo com o intuito de se definir a dose de nitrogênio a ser recomendada (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química da área na camada de 0-20 cm, antes da implantação do experimento. Curitiba - SC, 2016.

Profundidade	MO ⁽¹⁾	pH	P ⁽²⁾	K ⁺⁽²⁾	Ca ⁺²⁽³⁾	Mg ⁺²⁽³⁾	Al ⁺³⁽³⁾	V	m
cm	g dm ⁻³	CaCl ₂	mg dm ⁻³	-----	cmol _c	dm ⁻³	-----	-----	%-----
0,0 – 20,0	53,61	6,6	7,7	0,23	7,98	3,91	0,00	85,97	0,00

MO= Matéria orgânica; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Alumínio. . ⁽¹⁾ Walkley & Black (1934); ⁽²⁾ Mehlich-1; ⁽³⁾ KCl 1 mol L⁻¹; pH medido em solução de CaCl₂ 0.01 mol L⁻¹.

Nas três safras o milho foi cultivado em sucessão à aveia preta, com as parcelas no mesmo lugar. A aveia preta foi implantada em SPD no mês de maio de cada ano, numa densidade de 80 kg de sementes ha⁻¹. Não foram realizadas adubações na cultura. O manejo de dessecação da aveia foi realizado 20 dias antes da semeadura do milho.

Os tratamentos foram compostos épocas de aplicação de nitrogênio, da seguinte forma: (T1) testemunha sem aplicação de N, (T2) 2/3-1/3-00, (T3) 1/3-1/3-1/3, (T4) 00-1/3-2/3, cuja sequência corresponde ao parcelamento da quantidade de N em kg ha⁻¹, aplicado em pré-semeadura do milho (4 dias antes da semeadura), na semeadura do milho e em cobertura no estádio V4 do milho (RITCHIE et al., 1993), respectivamente. A dose de N utilizada foi de 130 kg de N ha⁻¹. A dose foi recomendada para obtenção de uma produtividade esperada de 8.000 kg de grãos. A fonte de N utilizada foi uréia, com 45 % de N.

Devido à disponibilidade de cultivares no mercado regional, foram utilizadas cultivares diferentes em cada ano, sendo todas caracterizadas pelo alto potencial produtivo, alta resposta a manejo de alta tecnologia e adubação, estabilidade produtiva e ciclo precoce. Na primeira safra, a semeadura do milho ocorreu em 25 de outubro de 2012, utilizando o híbrido Biogene 7046, na segunda safra a semeadura do milho foi no dia 8 de outubro de 2013, utilizando o híbrido DKB 245 e na terceira safra a semeadura

do milho foi realizada no dia 24 de outubro de 2014, utilizando o híbrido AS 1656 PRO3. O espaçamento entre linhas utilizado nas três safras foi de 0,50 m entrelinhas, mantendo-se uma densidade de plantas de 70.000 plantas ha⁻¹. Durante a condução do experimento foram realizados os tratos culturais (aplicação de herbicida, inseticida e fungicida) seguindo as recomendações técnicas de acordo com a necessidade da cultura.

Os parâmetros morfológicos da cultura foram avaliados no estágio R2 (RITCHIE et al., 1993). Foram amostradas cinco plantas por parcela, excetuando-se 2 linhas de bordadura, além de 1,0 m no início e 1,0 m no final da parcela. Foram avaliados: altura de planta, medida desde a superfície do solo até a bainha da folha bandeira com a utilização de uma trena (m); diâmetro do colmo, determinado a 20 cm de altura do solo, com o uso de um paquímetro (mm) a uma altura de 20 cm do solo; altura de inserção da espiga principal, avaliada desde a superfície do solo, até a inserção da espiga, com utilização de uma trena (m).

Os parâmetros de rendimento foram avaliados em ocasião da maturação fisiológica dos grãos, onde foram amostradas 10 espigas por parcela, excetuando-se 2 linhas de bordadura, além de 1,0 m no início e 1,0 m no final da parcela. Sendo avaliados: comprimento de espiga (cm), com auxílio de uma régua; número de fileiras por espiga, determinadas através da contagem dos grãos na circunferência da espiga; número de grãos por fileira, determinado através da media da contagem de grãos, no sentido longitudinal da espiga, com a media de quatro fileiras. Para determinação da massa de mil grãos foi realizada a contagem de 500 grãos por parcela, sendo posteriormente extrapolados para mil grãos. Para determinação de produtividade foi coletada uma área útil de 16 m², sendo extrapolado para hectares, corrigindo a umidade para 14%. O número de espigas por metro linear foi estimado a partir da divisão da massa colhida dentro da parcela útil pela massa de espiga (obtida pela massa de mil grãos e pelo número de grãos por espiga).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias das épocas de aplicação de N foram comparadas pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade, considerando para tanto efeito significativo na análise de variância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu efeito significativo ($p < 0,05$), da época de aplicação, apenas para as variáveis número de espigas por metro quadrado, em 2012 e 2013, número de fileiras por espiga em 2012, e massa de mil grãos em 2014 (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para componentes morfológicos e componentes de produção da cultura do milho, durante as safras 2012/13, 2013/14 e 2014,15. Curitiba, SC. 2016.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios									
		Alt (m)	AltE (m)	DC (cm)	NEM	CE (cm)	NFE	NGF	NGE	MMG (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
2012/13											
Época	3	0,07**	0,13**	12,62**	1,08 ^{ns}	22,81**	0,18 ^{ns}	41,64*	12922,21*	1692,56**	7718192,838*
Erro	33	0,01	0,00	1,71	0,64	0,04	0,24	7,78	2442,67	74,44	13177,28
Média		1,90	0,88	23,37	3,41	8,51	16,12	34,97	564,41	338,95	4315,00
CV (%)		4,69	7,17	4,96	23,51	2,25	3,00	7,98	8,76	2,55	2,56
2013/14											
Época	3	0,23**	0,12**	66,71**	1,38 ^{ns}	26,04**	0,47**	117,10**	34053,79**	1480,22*	272855618,64**
Erro	33	0,01	0,01	2,11	0,52	0,16	0,06	1,12	317,99	262,02	324998,04
Média		2,21	1,32	25,48	5,25	14,89	15,72	32,51	512,02	365,77	9063,94
CV (%)		2,82	3,02	5,70	13,70	2,65	1,57	3,25	3,48	4,43	6,29
2014/15											
Época	3	0,37**	0,21**	14,12**	10,46*	36,82**	1,45*	166,60**	56647,81**	411,96 ^{ns}	67718166,22**
Erro	33	0,09	0,02	0,55	1,64	1,13	0,35	7,19	2659,32	385,65	463098,69
Média		2,28	1,31	20,65	8,43	11,62	16,85	24,27	412,01	305,11	9809,58
CV (%)		7,19	5,73	3,59	15,21	9,17	3,52	11,05	12,51	6,44	6,94

Onde: Alt= altura de planta; AltE= altura de inserção de espiga; DC= diâmetro de colmo; CE= comprimento de espiga; NEM= número de espigas por metro linear; NFE= número de fileiras por espiga; NGF= número de grãos por fileira; NGE= número de grãos por espiga; MMG=massa de mil grãos; Prod= produtividade de grãos.

* significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ns= Não significativo.

Para altura de plantas (Tabela 3), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com aplicação de N, ocorrendo apenas comparação ao tratamento sem N. O mesmo comportamento foi observado para altura de inserção de espiga e para diâmetro de colmo (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros morfológicos da cultura do milho cultivado sob épocas de aplicação de N e em 3 anos agrícolas. Curitiba, SC. 2016.

Parcelamento	Ano		
	2012	2013	2014
Altura de plantas (m)			
Sem N	1,71 B	1,84 B	1,83 B
2/3-1/3-00	1,99 A	2,34 A	2,40 A
1/3-1/3-1/3	1,93 AB	2,31 A	2,51 A
00-1/3-2/3	1,95 A	2,33 A	2,37 A
Altura de inserção de espiga (m)			
Sem N	0,73 B	1,07 B	0,97 B
2/3-1/3-00	0,96 A	1,36 A	1,36 A
1/3-1/3-1/3	0,91 A	1,40 A	1,43 A
00-1/3-2/3	0,93 A	1,45 A	1,46 A
Diâmetro de colmo (mm)			
Sem N	23,80 B	19,40 B	17,90 B
2/3-1/3-00	27,65 A	27,22 A	21,10 A
1/3-1/3-1/3	26,60 A	28,20 A	21,50 A
00-1/3-2/3	27,45 A	27,10 A	21,10 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Plantas mais altas e com inserção de espigas também mais elevadas, apresentam vantagens na colheita. Segundo Possamai et al. (2001), as perdas e a pureza dos grãos na colheita mecanizada são influenciadas principalmente pela altura de inserção da espiga, que facilitam a colheita e diminuem as perdas, aumentando a produtividade da cultura. Resultados reportados por Santos et al. (2002), apontam que a estatura da planta

aumenta de acordo com a altura de inserção da espiga, corroborando com os dados observados no presente estudo.

O aumento em altura de plantas observado nos tratamentos com aplicação de N em comparação à testemunha, podem ser reflexos de uma planta com nutrição adequada em nitrogênio. O nitrogênio influencia diretamente na divisão e expansão celular e no processo fotossintético, favorecendo assim um maior desenvolvimento de área foliar e de sistema radicular (VARVEL et al., 1997), contribuindo para o aumento dessa variável. Podem-se relacionar a menor altura de plantas em 2012 às condições de seca nesse período, que duraram até o estágio v6, pois plantas de milho sobre deficiência hídrica, reduzem a alongação e divisão celular, expansão foliar, transpiração, atividade fotossintética e restringem a translocação de fotoassimilados na planta (SANGOI et al., 2010 b). Além disso, por se tratarem de híbridos diferentes em cada ano, a resposta pode ser diferente entre os materiais, mesmo submetidos à mesma dose de N (CARVALHO et al., 2011).

Dados similares foram encontrados por Schoninger et al. (2012) onde, testando épocas e fontes de N não encontram diferenças significativas entre as épocas, para altura de inserção de espiga, altura de plantas e para o diâmetro de colmo. Maiores valores de diâmetro de colmo são interessantes, pois dificultam o acamamento das plantas (SANGOI et al., 2001), podendo refletir diretamente na produtividade de grãos, desde que mantida boa densidade de plantas. Porém, os menores valores para diâmetro de colmo foram observados neste estudo no ano de maior produtividade de grãos (Figura 2), isso pode estar associado à maior translocação de sólidos solúveis para as espigas na formação de grãos (FANCELLI e DOURADO NETTO, 2000), visto que nesse ano houve a maior quantidade de espigas por metro linear (Quadro 3). Para o número de espigas por metro quadrado (Tabela 4), nos anos de 2012 e 2013 não foram observadas diferenças significativas entre as épocas de aplicação de N. Já para o ano de 2014 o tratamento sem aplicação de N, resultou na menor quantidade de espigas, sendo os demais tratamentos semelhantes entre si. Menores quantidades de espigas por metro, observadas nos anos de 2012 e 2013 (Tabela 4) estão relacionadas às menores temperaturas observadas nesse período (Figura 1 A e B), ocasionando assim falhas no stand de plantas. De acordo com a Reunião Técnica Anual de Pesquisa de Milho e Sorgo (2005), a semeadura do milho deve ser feita quando a temperatura do solo for igual ou superior a 16°C, para esses anos a temperatura do ar média de 30 dias antes da

semeadura foi de 15,4 e 14,3°C, respectivamente, enquanto que para 2014 a temperatura média nos 30 dias antecedentes à semeadura foi de 16,8°C (Figura 1 A, B e C). Temperatura do solo abaixo de 16°C aumenta a desuniformidade de emergência e reduz o estande final de plantas (SANGOI et al., 2010b), reduzindo assim o número de plantas por metro e conseqüentemente a quantidade de espigas. Além disso a baixa umidade do solo também pode ter afetado a germinação das sementes e posterior permanência das plântulas, reduzindo assim o stand final de plantas.

Tabela 4. Número de espigas por metro quadrado na cultura do milho cultivado sob épocas de aplicação de N e em 3 anos agrícolas. Curitiba, SC. 2016.

Tratamento/Ano	2012	2013	2014
Sem N	3,05 A	4,64 A	6,06 B
2/3-1/3-00	3,15 A	4,87 A	8,70 AB
1/3-1/3-1/3	3,25 A	4,62 A	9,44 A
00-1/3-2/3	4,17 A	5,87 A	9,50 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao comprimento de espiga independentemente do ano, a testemunha resultou em um comprimento de espiga significativamente inferior aos demais tratamentos (Tabela 5). O mesmo comportamento foi observado para número de fileiras por espiga, onde a testemunha resultou nos menores valores para essa variável (Tabela 5).

Tabela 5. Características de espigas da cultura do milho cultivado sob épocas de aplicação de N e em 3 anos agrícolas. Curitibaanos, SC. 2016.

Parcelamento	Ano		
	2012	2013	2014
Comprimento de espiga (cm)			
Sem N	4,92 B	11,12 B	7,30 C
2/3-1/3-00	9,62 A	15,52 A	11,90 B
1/3-1/3-1/3	9,72 A	16,42 A	13,47 A
00-1/3-2/3	9,75 A	16,50 A	13,95 A
Número de fileiras por espiga			
Sem N	15,87 A	15,40 A	15,95 B
2/3-1/3-00	16,32 A	15,60 A	17,20 A
1/3-1/3-1/3	16,02 A	15,67 A	17,15 A
00-1/3-2/3	16,27 A	16,20 A	17,10 A
Numero de grãos por fileira			
Sem N	30,35 B	24,62 B	14,90 B
2/3-1/3-00	37,82 A	33,32 A	25,17 A
1/3-1/3-1/3	36,22 A	36,20 A	29,02 A
00-1/3-2/3	35,47 A	35,90 A	27,97 A
Número de grãos por espiga			
Sem N	483,38 B	379,39 B	283,36 B
2/3-1/3-00	616,98 A	519,87 A	433,08 A
1/3-1/3-1/3	579,73 A	567,31 A	498,58 A
00-1/3-2/3	577,62 A	581,52 A	478,28 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de grãos por fileira aumentou de forma significativa ao aplicar nitrogênio, em todos os anos avaliados, sendo que as épocas de aplicação de N foram semelhantes entre si (Tabela 5). Comportamento semelhante foi observado para o número de grãos por espiga, onde independentemente do ano a testemunha resultou nos menores valores (Tabela 5).

Em função da aplicação de nitrogênio, o comprimento de espigas interferiu diretamente no número de grãos por fileiras (Tabela 5), estando de acordo com Soares (2003), que relata sobre a influência do N ocasionando efeitos positivos no aumento dessa variável e conseqüentemente resultando em maior quantidade de grãos por fileira e maior produtividade. Além disso, as outras variáveis também foram influenciadas positivamente pela aplicação de N, independentemente da época, dados esses que corroboram com os encontrados por Meira et al. (2009), que ao compararem épocas de aplicação de N também não observaram influência destas sobre as variáveis estudadas na cultura do milho.

Contudo, como relatado por Fancelli (2010), a planta de milho não possui capacidade compensatória, assim o comprimento de espiga tem pouca influência para a definição de produtividade, em condições com poucas espigas por área. O mesmo autor concluiu que o principal fator que define produção é o número de espigas e de grãos por área e não seu tamanho, sendo esses componentes influenciados pelo manejo adotado desde o estágio de V4 até o florescimento da cultura. Esse comportamento é evidenciado no presente estudo, onde em 2013 os componentes de espiga (Tabela 5) foram superiores ao ano de 2014, porém nesse último ano houve maior número de espigas por metro (Tabela 4), resultando em produtividade superior à 2013 (Tabela 6). Dados esses que corroboram com relato de Sangoi et al. (2010a), onde relatam que espigas grandes não são obrigatoriamente indicativas de elevada produtividade de grãos por área, sendo consequência de baixa densidade populacional.

A massa de mil grãos não foi influenciada pelas épocas de aplicação de N, porém nos anos de 2012 e 2013 a não aplicação de N resultou nos menores valores (Tabela 6).

Tabela 6 . Massa de mil grãos (g) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) da cultura do milho cultivado sob épocas de aplicação de N e em 3 anos agrícolas. Curitibaanos, SC. 2016.

Tratamento/Ano	2012	2013	2014
Massa de mil grãos (g)			
Sem N	309,00 B	340,30 B	299,65 A
2/3-1/3-00	345,65 A	384,50 A	293,60 A
1/3-1/3-1/3	345,22 A	362,52 AB	312,37 A
00-1/3-2/3	355,92 A	375,77 A	314,80 A
Produtividade (kg ha ⁻¹)			
Sem N	2235,75 B	5211,075 C	3817,15 C
2/3-1/3-00	4937,25 A	10407,05 AB	10487,85 B
1/3-1/3-1/3	5135,00 A	10896,00 A	12080,27 A
00-1/3-2/3	4315,00 A	9063,94 B	12853,15 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A não alteração na massa de mil grãos no ano de 2014 pode estar relacionada ao fato desta variável ser altamente dependente do fator genético e pouco afetada pelo ambiente, conforme mencionado por Borrás & Otegui (2001), os quais citam que a MMG é o componente da produção menos afetado por variações nas práticas de manejo e adubação. No entanto, em alguns trabalhos tem sido observada variação na MMG do milho em função de fatores como, ano de cultivo (Silva et al., 2005a) e doses de N (SORATTO et al., 2010), corroborando com os resultados encontrados nos anos de 2012 e 2013.

A produtividade de grãos de milho foi influenciada positivamente pela aplicação de N, onde independentemente do ano a testemunha foi significativamente inferior aos demais tratamentos (Tabela 6). No ano de 2012 não houve diferenças significativas entre as épocas de aplicação de N, sendo que a média entre esses tratamentos foi de 5.008 kg de grãos por hectare, sendo 124% superior à testemunha. Resultados semelhantes foram observados por Ceretta et al. (2002), os quais verificaram pouca diferença no rendimento do milho entre as épocas de aplicação de N. Isso ocorre, principalmente em solos argilosos e com um teor médio a alto de matéria orgânica, como o solo desse estudo. A não diferença entre esses tratamentos e a baixa

produtividade podem ser explicadas pelo déficit hídrico desse ano (Figura 1 A), o que pode ter reduzido o processo de mineralização da matéria orgânica no solo, afetando a disponibilização de N para a cultura (MAR et al., 2003). Além de que essa condição de deficiência hídrica, principalmente nos meses de setembro a novembro, com uma precipitação acumulada de 83,4mm, foi inferior às demandas da cultura reduzindo a taxa respiratória e área foliar, e conseqüentemente afetando a produtividade (SANGOI et al., 2010b).

No ano de 2013 o parcelamento do N em três épocas, resultou na maior produtividade da cultura (10.896 kg ha⁻¹), sendo semelhante ao tratamento com aplicação de N em pré-semeadura (10.407 kg ha⁻¹) e superior ao tratamento com aplicação de 2/3 do N em v4 (9.742 kg ha⁻¹) (Tabela 6). Os tratamentos com aplicação de N em duas épocas foram semelhantes entre si. Esse maior rendimento pode ser relacionado ao fato de que a absorção de N foi mais eficiente quando sua dose foi parcelada em três vezes. Resultados semelhantes foram encontrados por Basso & Ceretta (2000), que em anos com precipitação próxima do normal, a aplicação de N em pré-semeadura e em cobertura foi mais eficiente.

Em estudo realizado por Pottker & Wietholter (2004), parcelando a dose de N na cultura do milho encontraram que o parcelamento da dose de N em três épocas resultou nos maiores valores para rendimento de grãos, corroborando com os dados observados no presente estudo. Para Cruz et al. (2006), o déficit hídrico pode ocasionar danos em qualquer estágio de desenvolvimento, porém para esse ano a pluviosidade foi bem distribuída (Figura 1 B), sem longos períodos de estiagem, diferindo do cultivo em 2012. A menor produtividade do tratamento com 2/3 do N em v4 em relação aos demais tratamentos com N, está relacionada a maior ocorrência de chuvas e aumento na temperatura média do ar (Figura 1 B) nessa época, o que pode ter acentuado processos de perdas de N através da volatilização da amônia (VIERO et al., 2014), diminuindo a eficiência desse nutriente, e conseqüentemente reduzindo a produtividade do milho.

Em 2014 os dois tratamentos com aplicação de N em v4 não diferiram entre si, apresentando rendimento médio de 12.466 kg ha⁻¹, e foram 18,8% superiores ao tratamento com aplicação de N em pré-semeadura, que produziu 10.488 kg ha⁻¹ (Tabela 6). Esse comportamento demonstra que a falta de nitrogênio disponível para a planta no estágio v4, resulta em perdas de produtividade, pois esse é um dos estágios críticos da cultura, onde é definido o potencial produtivo no milho (MAGALHAES; DURÃES,

2006), corroborando com resultados encontrados em trabalho de Santos et al. (2010), ao aplicar N em pré-semeadura de milho encontraram menor produtividade em comparação à aplicação em V4. A menor produtividade de milho, quando 2/3 da dose foi aplicado em pré-semeadura, se deve às possíveis perdas desse nutriente por lixiviação do nitrato (SILVA et al., 2005 b), ocasionada pelo excesso de chuvas nesse período (Figura 1 C). A maior produtividade de milho dessa safra, pode estar relacionada, dentre outros fatores, ao aproveitamento do N da palhada das safras anteriores. Conforme Wisniewski e Holtz (1997), mesmo com mineralização lenta em palhadas de alta relação C/N, à exemplo da palhada de milho, ocorre o retorno de N ao solo pelos restos culturais, que pode ser aproveitado pelas culturas subsequentes.

A antecipação da adubação nitrogenada em pré-semeadura mostra-se como uma prática de risco caracterizada pelo baixo nível de previsibilidade. Pois muitos fatores que influenciam seu sucesso não podem ser efetivamente controlados, como por exemplo, a imobilização do N pelos microrganismos, relação C/N da palhada, tipo de solo e características climáticas da região, principalmente em função do regime de chuvas (FANCELLI, 2010). Fato esse que leva os agricultores a comumente não adotarem essa prática de adubação utilizando o método tradicional de manejo do N na cultura do milho, com a adubação em cobertura a partir de 4 folhas (FONTOURA e BAYER, 2009). Esses mesmos autores sugerem uma estratégia de manejo da adubação nitrogenada quando a cultura antecessora apresentar relação C/N alta. Essa estratégia consiste em aplicar doses mais elevadas de N em semeadura, dessa forma haverá N suficiente para acelerar a decomposição dos resíduos, diminuindo o período de imobilização microbiana e fornecendo a quantidade de N necessária para a cultura.

4 CONCLUSÕES

A utilização de N, independentemente da forma de aplicação, incrementou a produtividade de milho.

A adubação nitrogenada em pré-semeadura de milho associada à adubação na semeadura, somente é viável em condições de veranico.

Em condições de pluviosidade adequada, durante o ciclo da cultura, a antecipação da adubação nitrogenada somente é eficiente quando associada à aplicação em semeadura e em cobertura no estágio V4.

Management of nitrogen fertilization in maize in succession to black oats in no tillage system

Ricardo Henrique Ribeiro

Abstract

The nitrogen (N) is one of the main abiotic factors that determine the maize productivity. It is the most required nutrient in quantity by culture, interfering directly in the yield. The parceling of nitrogen fertilizer is one of the possibilities to improve the use efficiency of this nutrient by maize. This study want verify the viability of anticipated nitrogen fertilization under the agronomic performance of maize cultivated in succession to black oats. The experiment was conduct at UFSC - Curitibanos center, in an experimental design of randomized blocks with four treatments and four replications. The treatments were constitute in N managements: (T1) control without application, (T2) 2/3 - 1/3 - 00, (T3) 1/3 - 1/3 - 1/3, (T4) 00 - 1/3 - 2/3, whose sequence corresponds the amount of N, applied in pre-sowing, at sowing and in sidedress, respectively. The treatments were evaluate in three consecutive crops of corn. The results were submit to analysis of variance and means were compare by Tukey test in 5%. For the variables evaluated, treatment without N, significantly differed from the others, providing the lowest values. In the season 2012-2013 there were no significant differences between the forms of N parceling to productivity, resulting in an average of 5,008 kg ha⁻¹, 124% higher than the control. In 2013-2014, treatments 3 and 4 were significantly similar to each other and resulted in a higher yield of maize (12,466 kg ha⁻¹), 98% higher than the control, while this treatment 2 resulted in 10,487 kg ha⁻¹. In 2014-2015, the treatments 3 and 4 were similar to each other, with average production of 12,466 kg ha⁻¹, 18.8% higher than treatment 2, otherwise the control resulted in productivity of 3,817 kg ha⁻¹. Using N, regardless of the form of application, increasing maize productivity. Nitrogen fertilization in pre-sowing associated with fertilizer at sowing was only viable in dry periods conditions. In conditions of adequate rainfall during the crop cycle, the anticipation of nitrogen fertilization was only effective when combined with application of N in sowing and in sidedress.

Key words: *Zea mays*. *Avena strigosa*. Yield. Nitrogen use efficiency.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, J.A.A.; AMADO, T.J.C; SILVA, L.S.; SANTI, A.; WEBER M.A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.5, 2014.
- ALMEIDA, R.F.; NAVES, E.R.; SILVEIRA, C.H.; WENDLING, B. Emissão de óxido nitroso em solos com diferentes usos e manejos: uma revisão. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.8, n.2, p. 441-461, 2015.
- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.4, p.905-915, 2000.
- BORRÁS, L.; OTEGUI, M.E. Maize kernel weight response to postflowering source-sink ratio. **Crop Science**, v. 41, n. 6, p. 1816-1822, 2001.
- CANTARELLA, H. Nitrogenio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J. C. L. (ed.) **Fertilidade do Solo**. 1ª edição. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 376-449.
- CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; FLECHA, A. M. T.; PAVINATO, P. S.; VIEIRA, F. C. B.; MAI, M. E. M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n.1, p.163-171, 2002.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F.; SANTANA, D.P. **Manejo da cultura do Milho**. 1ª edição. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular técnica, 87).
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2014/15, Décimo levantamento**, v. 2, n. 10 , Brasília, p. 1-109, 2015.
- DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C.; TRIVELIN, P.C.O.; AMBROSANO, E.J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (¹⁵N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 161-171, 2008.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: 2013.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FANCELLI, A.L. Milho. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Eds). **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes: Culturas**. v.3 Piracicaba: IPNI, 2010. p. 43-89.

FONTOURA, S.M.V. **Adubação nitrogenada na cultura do milho em Entre Rios, Guarapuava, Paraná**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2005. 94p.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. **Manejo e fertilidade de solos em Plantio Direto**. 2ª ed. Guarapuava: Fundação Agraria de Pesquisa Agropecuária, 2009. 232 p.

LANGE, A.; LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O. Recuperação do nitrogênio das fontes sulfato e nitrato de amônio pelo milho em sistema semeadura direta. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 123-130, 2008.

LARA CABEZAS, W.A.R.; ARRUDA, M.R.; CANTARELLA, H.; PAULETTI, V.; TRIVELIN, P.CO.; BENDASSOLLI, J.A. Imobilização de nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n. 2, p.739-752, 2007.

MAGALHAES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas Embrapa Milho e Sorgo. 2006 (Circular Técnica Nº 76).

MAR, G. D.; MARCHETTI, M.E.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 267-274, 2003.

MEIRA, F.A.; BUZZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; ANDRADE, J.A.C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina Ciências Agrárias**, v. 30, n. 2, p. 275-284, 2009.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.

POSSAMAI, J.M.; SOUZA, C.M.; GALVÃO, J.C.C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, v.60, n.2, p.79-82, 2001.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.4, 2004.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e sorgo**. Porto Alegre: Fepagro/ Emater-RS/ Ascar. 2005. 155p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. Special Report,, 48.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; LECH, V. A.; GRACIETTI, L.C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F., da; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de planta para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010 a. 64 p.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F., da; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010 b. 87 p.

SANTOS, P.A.; JULIATTI, F.; BUIATTI, A.L.; HAMAWAKI, O.T. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 597-602, 2002.

SANTOS, M. M.; GALVAO, J. C.C.; SILVA, I. R.; MIRANDA, G. V.; FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15N) na planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1185 -1194, 2010.

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, n. 3, p. 353- 362, 2005 a.

SILVA, E.C.; FERREIRA, S.M.; SILVA, G.P.; ASSIS, R.L. & GUIMARÃES, G.L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n.5, p.725-733, 2005 b.

SCHONINGER, E.L.; SILVA, A.F.; CAIONE, G.; LANGE, A.; CARVALHO, M.A.C. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio na cultura do milho. **Revista Agrarian**, Dourados, v.5, n.18, p.365-372, 2012.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (Zea mays L.)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), 2003. 97p.

SORATTO, R.P.; PEREIRA, M.; COSTA, T.A.M.; LAMPERT, V.N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 4, p. 511-518, 2010.

VARVEL, G.E.; SCHPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, n. 4, p. 1233-1239, 1997.

VIERO, F.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; MORAES, R.P. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers in no-till wheat and maize in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p.1515-1525, 2014.

WALKLEY, A. & BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37:29-38, 1934.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G.P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.1191-1197, 1997.