

**ADUBAÇÃO NITROGENADA, DENSIDADE DE
SEMEADURA E ESPAÇAMENTO ENTRE
FILEIRAS NA CULTURA DO MILHO EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

MARTIN REINALDO GROSS

2005

MARTIN REINALDO GROSS

**ADUBAÇÃO NITROGENADA, DENSIDADE DE SEMEADURA E
ESPAÇAMENTO ENTRE FILEIRAS NA CULTURA DO MILHO EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como exigência do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho

**Lavras
Minas Gerais - Brasil
2005**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Gross, Martin Reinaldo

Adubação nitrogenada, densidade de sementeira e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto / Martin Reinaldo Gross. – Lavras : UFLA, 2005.

68 p. : il.

Orientador: Renzo Garcia von Pinho

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Adubação. 3. Sementeira. 4. Plantio direto. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.1558

MARTIN REINALDO GROSS

**ADUBAÇÃO NITROGENADA, DENSIDADE DE SEMEADURA E
ESPAÇAMENTO ENTRE FILEIRAS NA CULTURA DO MILHO EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como exigência do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 27 de junho de 2005.

Dr. Élberis Pereira Botrel – EPAMIG/MG

Prof. Dr. Antônio Alves Soares – DAG/UFLA

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho
UFLA
(Orientador)

Lavras
Minas Gerais - Brasil
2005

Aos meus avós, pais e familiares

Aos meus irmãos, Cristina e Jorge

A República Mata Burro

A minha namorada, Adelita

OFEREÇO

Pelo amor e dedicação, aos meus pais,

Wolmar e Sônia

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, proteção, força e guia de todas as horas.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Renzo Garcia Von Pinho, pela orientação, apoio e amizade.

Aos professores, pesquisadores e funcionários do Setor de Grandes Culturas e do Departamento de Agricultura, pelo aprendizado, colaboração e convivência amigável.

Aos colegas e amigos do curso de pós-graduação, Gustavo, Dé, Cebola, Marcelo, Bus e Sirlei, pela amizade e coleguismo.

Aos integrantes da República Mata Burro, Jacobs, Véio, Dedé, Busca, Cezinha, Filó, Paulão, Quexada, Glauco, Bizonho, Fernando, Bruno, Leandro e Everton, pela amizade e convivência na casa.

Aos amigos do Grupo do Milho, Iran, Caju, André Brito, André Brunhera, Baiano, Mococa, Zé, Zóio, Marcinho, Marcelo, Max, Tárique, Goianinho e demais integrantes do grupo.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Arranjo de plantas.....	3
2.1.1 Densidade de semeadura	4
2.1.2 Espaçamento entre fileiras.....	9
2.2 Adubação nitrogenada.....	12
2.2.1 Formas e transformações do nitrogênio no solo.....	13
2.2.2 Resposta do milho ao parcelamento da adubação nitrogenada.....	15
2.3 Sistema de plantio direto.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Material genético.....	23
3.2 Caracterização das áreas experimentais.....	23
3.3 Instalação e condução dos experimentos	27
3.4 Delineamento experimental.....	28
3.5 Características avaliadas	28
3.1 Análises estatísticas.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Experimento na Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO.....	32
4.1.1 Altura de plantas e de espigas.....	34
4.1.2 Plantas acamadas e quebradas.....	37
4.1.3 Produtividade de grãos.....	38
4.2 Experimento na Universidade Federal de Lavras, MG.....	43
4.2.1 Altura de plantas e de espigas.....	45
4.2.2 Plantas acamadas e quebradas.....	48
4.2.3 Produtividade de grãos.....	50
5 CONCLUSÕES	53
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
7 ANEXOS	64

RESUMO

GROSS, Martin Reinaldo. **Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto**. 2005. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Entre as práticas e técnicas empregadas para obtenção de maior produtividade de milho, a escolha do arranjo de plantas e a época de aplicação da cobertura nitrogenada estão entre as decisões mais importantes, associados à escolha do híbrido e ao sistema de cultivo. Desse modo, vários trabalhos têm sido realizados no Brasil, visando esclarecer estes aspectos. O objetivo desse trabalho foi estudar, em sistema plantio direto, o comportamento de duas cultivares de milho, sob quatro épocas de aplicação da adubação nitrogenada, associadas a três densidades de semeadura e dois espaçamentos entre fileiras. Os experimentos foram instalados em dois locais (Lavras, MG e Dianópolis, TO). Em cada local a área disponível para o cultivo foi dividida em duas glebas. Na primeira, instalou-se um experimento com espaçamento de 0,45 m e, na segunda, outro experimento com 0,90 m de espaçamento. Para cada experimento, foram avaliados os desempenhos dos híbridos P 30K75 e TORK, sob três densidades (55 mil, 70 mil e 85 mil plantas.ha⁻¹) e quatro épocas de aplicação da adubação nitrogenada: 40 kg.ha⁻¹ de N aplicados por ocasião da semeadura, sem cobertura nitrogenada; 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N aplicados em cobertura, logo após a semeadura a 20 cm das fileiras; 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg.ha⁻¹ de N em cobertura no estádio de 4 a 5 folhas + 60 kg.ha⁻¹ de N em cobertura no estádio de 7 a 8 folhas a 20 cm das fileiras; 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N em cobertura no estádio de 6 a 7 folhas a 20 cm das fileiras. Independente do local, híbrido, espaçamento e densidade, o parcelamento da adubação de cobertura nitrogenada contribuiu decisivamente para o aumento da produtividade de grãos. Em Dianópolis, TO, constatou-se aumento linear na produtividade de grãos em função do aumento na densidade de plantas, o que não ocorreu no experimento conduzido em Lavras, MG. O espaçamento de 0,45 m proporciona maior produtividade de grãos em Dianópolis, TO. A cultivar P 30K75 foi a mais produtiva em Dianópolis, TO; em Lavras, MG, as duas cultivares tiveram comportamento semelhante para esta característica.

¹Orientador: Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho – Universidade Federal de Lavras

ABSTRACT

GROSS, Martin Reinaldo. **Nitrogen fertilization, sowing rate and interrow spacing in corn crop in no-tillage system.** 2005. 68 p. Dissertation (Master in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.¹

Among the practices and techniques employed for obtaining higher corn yield, the choice of the plant arrangement and the time of nitrogen topdressing are among the most important decisions associated with the choice of the hybrid and cropping system. Thus, a number of trials has been accomplished in Brazil aiming to clarify these issues. The objective of this work was to investigate in no-tillage system the behavior of two corn cultivars during four times of nitrogen application associated with three sowing rates and two inter row spacing. The experiments were established in two sites (Lavras, MG and Dianópolis, TO), in each place the available area for cultivation was divided into two glebes, where in the first one, an experiment was established the spacing of 0.45 m and, the second one with 0.90 m of spacing. For each experiment, the performances of two corn hybrids P 30K75 and TORK were evaluated under three rates (55 thousand, 70 thousand and 85 thousand plants.ha⁻¹) and four times of application of nitrogen fertilization: 40 kg.ha⁻¹ of N applied on the occasion of sowing without any nitrogen topdressing; 40 kg.ha⁻¹ of N at sowing + 120 kg.ha⁻¹ of N top dressed, soon after the sowing at 20 cm from the rows; 40 kg.ha⁻¹ of N at sowing + 60 kg.ha⁻¹ of N top dressed at the stage of 4 to 5 leaves + 60 kg.ha⁻¹ of N top dressed at the stage of 7 to 8 leaves at 20 cm from the rows; 40 kg.ha⁻¹ of N at sowing + 120 kg.ha⁻¹ of N top dressed at the stage of 6 to 7 leaves at 20 cm from the rows. Without considering place, hybrids, spacing and density, the application of nitrogen fertilization in parts precisely contribute to the increase of grain productivity. In Dianópolis, TO, it was found a linear increase in grain productivity due to the increase of plants density, what didn't happen in Lavras, MG. The 0,45 m spacing provide higher grain productivity in Dianópolis, TO. The P 30K75 cultivar is more productive in Dianópolis, TO than in Lavras, MG, both cultivars had a similar behavior to this characteristic.

¹Adviser: Professor Dr. Renzo Garcia Von Pinho – Federal University of Lavras.

1 INTRODUÇÃO

Com uma agricultura voltada ao manejo sustentável do solo, tem-se notado um grande aumento das práticas conservacionistas do solo e uma delas é o sistema de plantio direto. Este sistema vem trazendo grandes benefícios aos produtores e ao meio ambiente, com inúmeras qualidades, como a maior resistência do solo à erosão eólica e pluvial, o aumento da infiltração de água, a diminuição do assoreamento de rios e lagos e o aumento da matéria orgânica do solo entre outras.

O plantio direto de milho é uma realidade e um aspecto prático importante no sistema refere-se ao manejo da adubação nitrogenada. Existem muitas controvérsias quanto à época ideal de aplicação de nitrogênio (N), havendo poucas informações disponíveis sobre o assunto. Considerando que as cultivares atuais possuem, na sua grande maioria, ciclo mais precoce, o que diminui o tempo de duração da fase de crescimento vegetativo da cultura, o N aplicado na semeadura e em cobertura poderia não estar disponível satisfatoriamente na fase de maior demanda da cultura, comprometendo a maximização da produtividade de grãos e dos lucros. Desse modo, a concentração da adubação nitrogenada mais próxima à semeadura poderia não comprometer estes aspectos e ainda minimizar problemas como a disponibilidade de tempo e de maquinário para a execução da operação.

Outras práticas empregadas para a obtenção de maior produtividade de milho seriam a escolha da densidade adequada de semeadura e do melhor arranjo. Em função disso é que se procura diminuir os espaços entre as fileiras de plantas e aumentar a quantidade de plantas por área, buscando aumentar a produtividade de grãos. Para aumentar a densidade de semeadura, tem-se também que observar alguns fatores como a cultivar, o nível de fertilidade, a umidade do solo e o grau de tecnologia a ser usado. Em relação à

cultivar, vai depender da finalidade da cultura, do porte e da arquitetura da planta, pois cultivares mais precoces, de menor porte e de folhas mais eretas, permitem um maior número de plantas por unidade de área, sendo mais favoráveis ao aproveitamento da luz devido ao menor sombreamento.

Outro item relacionado com o aumento do número de plantas por unidade de área é a redução do espaçamento entre fileiras. A diminuição do espaçamento entre as linhas de plantas está diretamente relacionada com a competição com as plantas daninhas, em que o menor espaçamento entre linhas irá dificultar sua germinação e estabelecimento. A redução do espaçamento também permite melhor arranjo e distribuição espacial das plantas, possibilitando assim, melhor absorção de nutrientes e melhor absorção de água.

Para as condições da Chapada do Gerais (oeste da BA, sudeste do TO, sul do PI e sul do MA) e do sul de Minas Gerais, existem poucas informações sobre a avaliação da redução do espaçamento entre linhas, o aumento da densidade de plantas e as épocas de aplicação da cobertura nitrogenada para a cultura do milho. Desse modo, é importante a realização de trabalhos enfocando estes temas, para que se possa dar informações ao produtor, visando o aumento da produção de grãos.

O objetivo deste trabalho foi estudar em sistema plantio direto, o efeito de duas cultivares de milho, em quatro épocas de aplicação da adubação nitrogenada, associadas a três densidades de semeadura e dois espaçamentos entre fileiras, em dois locais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Arranjo de plantas

As várias alternativas de combinações de espaçamentos e densidades de plantas podem ser definidas como “arranjo de plantas”, ou seja, é a forma como as plantas estão distribuídas na área, o espaçamento entre linhas e a distribuição de plantas na linha. Teoricamente, o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na linha de semeadura, possibilitando melhor utilização da luz, água e nutrientes (Rizzardi et al., 1994). Segundo Sangoi (2001), plantas espaçadas equidistantemente competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores.

Por meio de um melhor aproveitamento da luz, pode-se ter um acréscimo da produtividade com o aumento da densidade de plantas e redução do espaçamento entre linhas de semeadura, otimizando a eficiência de interceptação da luz pelo aumento da área foliar por unidade de área, mesmo nos estágios fisiológicos iniciais, reduzir a competição inter e intra-específica por luz, água e nutrientes, aumentar a qualidade da luz interceptada pelas plantas e obter aumento no conteúdo de matéria seca e grãos (Molin, 2000).

A definição do melhor arranjo de plantas passa pela escolha da cultivar que possuir características que permitam melhorar a distribuição dos indivíduos na área. Oliveira (1984) relata que a população ideal de plantas está relacionada com a finalidade da cultura (grãos ou forragem) e com as características do híbrido. Os híbridos de ciclo normal, de porte alto que produzem muita massa, geralmente não se beneficiam do melhor arranjo dentro da área. Pelo grande desenvolvimento vegetativo, logo no início do ciclo, podem sombrear o espaço entre fileiras. Já os híbridos de menor porte, com pouco desenvolvimento de massa, demoram muito a fechar os espaços entre as linhas e,

muitas vezes, nem conseguem sombrear toda a área. Plantas de milho com estas características de precocidade e menor porte são as que mais se beneficiam do uso de menores espaçamentos (Mundstock, 1978).

O aumento da população de plantas, por meio de alterações no espaçamento e ou densidade, pode aumentar a produção até o ponto em que a competição por nutrientes, água, luz e CO₂ passa a limitar o processo. Elevando-se o nível de nutrientes no solo é possível cultivar numa área, maior número de plantas, desde que os outros fatores não sejam limitantes (Paiva, 1992).

2.1.1 Densidade de sementeira

Entre os fatores que afetam a produtividade do milho está a densidade de sementeira. Alguns estudos vêm sendo realizados por empresas privadas e instituições públicas, com o intuito de verificar qual a densidade de sementeira ideal para essa cultura, em diferentes condições de cultivo.

A população ideal de plantas está relacionada com a finalidade da cultura e com as características da cultivar (Oliveira, 1984).

O aumento da densidade populacional na cultura do milho é um dos fatores que podem contribuir para a correta exploração do ambiente e do genótipo com conseqüências na maior produtividade de grãos (Merotto et al., 1996). Entretanto, pode provocar maior competição entre plantas por nutrientes, água, luz e CO₂, sendo a disponibilidade dos dois primeiros o que oferece maiores limitações para o emprego de grandes populações. Segundo Viana et al. (1983), as cultivares precoces toleram maior densidade de sementeira do que as tardias, em razão de possuírem menor estatura e massa vegetativa, proporcionando uma maior eficiência no aproveitamento da luz.

A definição da população ótima para uma determinada cultivar seria aquela com menor número de plantas por área, capaz de dar a maior produção,

em um solo com determinado nível de fertilidade (Viana et al., 1983). O estabelecimento da população ideal de plantas proporciona uma alta produção de matéria seca por hectare, devido a uma maximização do aproveitamento dos elementos de produção (Fonseca, 2000). É evidente, portanto, que para cada região ou época de semeadura, com sua fertilidade natural ou artificial, haja uma densidade de semeadura ótima. Como as cultivares variam quanto as suas exigências, a densidade de semeadura ótima ficará para um determinado tipo de solo, na dependência da cultivar de que o agricultor dispõe.

Assim, a produtividade do milho tende a aumentar linearmente com a elevação do número de plantas por área, até um determinado ponto que é considerado a densidade ótima de semeadura. A partir desse ponto, a produtividade decresce com o aumento da densidade. Em menores populações, há uma maior compensação da prolificidade (número de espigas por planta), que faz com que a diferença em produtividade não seja tão acentuada quando se comparam diferentes densidades de semeadura (Pereira Filho et al., 1993).

Sangoi (2001) observou que a prolificidade foi afetada pelo número de plantas por área no período de safrinha. Os menores índices foram encontrados nas maiores populações de plantas. Fornasier Filho (1992) cita que altas densidades populacionais podem causar alterações morfológicas e fisiológicas, entre elas, o aumento do número de plantas sem espiga.

Com o aumento da densidade de plantio, as espigas ficam menores e o índice de espigas por planta também diminui, mas há uma compensação na produção, em relação ao aumento do número de plantas na área (Embrapa, 1996). As altas populações favorecem o acamamento e promovem igualmente uma diminuição da produção pela existência de espigas pequenas, além de eventualmente atrasarem o florescimento feminino, prejudicando a polinização (Argenta, 2001).

No Brasil, rendimentos elevados de milho têm sido obtidos com a utilização de 55.000 a 72.000 plantas.ha⁻¹, adotando-se de 3,5 a 5 plantas por metro, arrançadas adequadamente para evitar a competição por fatores de produção (Fancelli, 2000).

Merotto Junior (1997), utilizando população de 81 mil plantas.ha⁻¹, não obteve menos de uma espiga por planta, demonstrando, assim, que a cultivar utilizado possui uma boa prolificidade e capacidade de suportar altas populações.

A relação entre o número de plantas por unidade de área e a produtividade de grãos seus componentes é uma função complexa, condicionada por vários fatores. De acordo com as condições de solo, umidade do solo, clima, práticas culturais e cultivares utilizadas, pode-se estabelecer um número de plantas por unidade de área considerado ideal e que determina uma produção máxima. A não concorrência das plantas pelos nutrientes, água e luz pode ser considerada como limite para a utilização de um número máximo de plantas. O uso de cultivares que possuam características adequadas, em solos corretamente fertilizados e com disponibilidade de água, permite a obtenção da produção máxima (Barbosa, 1995).

A interação entre híbridos e densidades de semeadura tem um efeito menor na determinação da produção quando comparadas com fatores ambientais (Fancelli, 2000).

A planta de milho é altamente exigente em nitrogênio. Assim, com o aumento na densidade de plantas, deve-se aumentar também o fornecimento de nitrogênio, tanto na adubação de base quanto na adubação de cobertura (Fancelli, 2000).

A interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelas culturas exerce grande influência na produtividade do milho quando os outros fatores ambientais são favoráveis (Ottman & Welch, 1988). Destaca-se o grande potencial de resposta da planta de milho à radiação solar, em termos de

incrementos na taxa fotossintética, devido ao seu mecanismo C₄ de fixação de carbono (Moss, 1961).

À medida em que aumenta a densidade de plantas, a área foliar de cada uma delas, individualmente, é diminuída, embora em proporção menor do que em relação ao acréscimo devido ao maior número de plantas, o que resulta em aumento do índice de área foliar (Diniz, 1996). Machado et al. (1982) obtiveram aumento no índice de área foliar com o aumento da população de plantas de milho por área. A competição pela luz na cultura de milho, é estabelecida entre folhas de uma mesma planta, entre plantas na linha de plantio e entre linhas, sendo a competição entre linhas menor, permitindo aumentar a população de plantas por meio de sulcos mais próximos.

Com o surgimento de cultivares de milho de ciclo mais precoce ou superprecoce, porte mais baixo, folhas em menor número e mais eretas, o potencial de resposta ao aumento da densidade tem sido maior (Dwyer et al., 1991).

Com uma boa fertilidade do solo e disponibilidade de elementos nutritivos e de água, as baixas populações promovem a produção de espigas maiores e, eventualmente, duas em cada planta, o que caracteriza a prolificidade do híbrido.

Uma espiga de tamanho regular pesa, em média, 200 gramas, dando 160 gramas de grãos. O tamanho das espigas tende a diminuir com o plantio mais denso. Já com o plantio menos adensado, o tamanho aumenta e se o milho for prolífico, tende a produzir mais de uma espiga por planta (Paterniani, 1988).

França (1990), estudando o comportamento de três cultivares precoces em quatro populações (40, 60, 80 e 100 mil plantas.ha⁻¹), em condições irrigadas, encontrou interação significativa entre cultivares x populações para o rendimento de grãos, verificando, assim, que a resposta ao aumento da população de plantas depende da cultivar utilizada.

Penariol et al. (2002) observaram, que a menor população de plantas apresentou menor média de produtividade nos três experimentos que conduziu. A população de 60.000 plantas.ha⁻¹ apresentou média significativamente maior que a população de 80.000 plantas.ha⁻¹ apenas no primeiro experimento (safrinha 2000). As possíveis diferenças ocorridas entre as populações podem ser atribuídas ao híbrido empregado.

Analisando o rendimento de grãos proporcionado pelas diferentes populações de plantas, Bortolini (2002) verificou que os maiores rendimentos foram obtidos na população de 65.000 plantas.ha⁻¹. Dozza (1997) obteve redução de 38% e 17% na produtividade de grãos, quando reduziu a densidade de 50.000 plantas.ha⁻¹ para 25.000 e 37.500 plantas.ha⁻¹.

Quando foram utilizadas as densidades de 20.000 e 60.000 plantas.ha⁻¹, Pereira Filho et al. (1993) obtiveram produtividades médias de 4.844 kg.ha⁻¹ e 6.242 kg.ha⁻¹, respectivamente. Nesse trabalho não foi constatado aumento na produtividade de grãos a partir de 60.000 plantas.ha⁻¹. Isto pode ter ocorrido em função da não variação no arranjo das plantas na área. Já Resende (2003) observou que as densidades de 70 e 90 mil plantas.ha⁻¹ são mais promissoras para produção de grãos, em relação à densidade de 55 mil plantas.ha⁻¹, independente do espaçamento utilizado

Existem diferenças genotípicas com relação à resposta ao aumento da densidade. O efeito primário do aumento da densidade de semeadura sob adequado suprimento de água e nutrientes é o aumento da competição inter-específica entre plantas (Ribeiro, 1998).

O comportamento de uma cultivar de milho submetida a diferentes populações de plantas, evidenciou intensa redução no rendimento de grãos nas densidades de 80, 100 e 120 mil plantas ha⁻¹, em função da competição intraespecífica (Oliveira, 1990).

2.1.2 Espaçamento entre fileiras

O uso de alta tecnologia é uma constante em países com agricultura mais desenvolvida e a utilização de espaçamentos menores e densidade de plantio maiores tem proporcionado rendimentos de até 20% superiores (Almeida et al., 2000).

A elevação da produtividade de grãos com a redução do espaçamento entre linhas é atribuída à melhor eficiência na interceptação da radiação solar e ao decréscimo de competição entre plantas de milho por luz, água e nutrientes, em virtude da distribuição mais equidistante das plantas (Johnson et al., 1998). Barbosa (1995) observou uma resposta linear do espaçamento sobre a produtividade de grãos, aumentando a produção de grãos à medida que diminuiu o espaçamento.

Diversos trabalhos de pesquisa têm mostrado uma tendência de maiores produções de grãos em espaçamentos mais estreitos, principalmente com o milho de porte baixo. Isto porque, além dos benefícios citados por Molin (2000), do ponto de vista dos agricultores, reduzir o espaçamento propicia uma maior eficiência no uso dos equipamentos, principalmente semeadoras, pois estas são utilizadas em outras culturas, como a soja, o feijão e o algodão, evitando-se, assim, constantes modificações nas linhas de plantio (Pioneer Sementes, 2005).

A redução do espaçamento entre linhas promove uma distribuição mais equidistante das plantas na área, o que pode aumentar a eficiência da utilização da radiação fotossinteticamente ativa, água e nutrientes, levando a um incremento na produtividade de grãos (Rossmann & Cook, 1966; Schubeck & Young, 1970; Paszkiewicz, 1996; Johnson et al., 1998 e Bortolini, 2002). Permite ainda uma rápida ocupação dos espaços vazios pela cultura, reduzindo não só o período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura, mas também a erosão hídrica na superfície do solo (Pendleton, 1965).

Utilizando os espaçamentos entre linhas de 0,40, 0,60 e 0,80 m e três densidades de semeadura 40, 60 e 80 mil plantas.ha⁻¹, Penariol (2002), verificou que o espaçamento entre linhas de 0,40 m proporcionou a maior produtividade, tanto nas safrinhas de 2000 e 2001, quanto na safra de 2000/01.

Vazquez (2002), também utilizando espaçamentos entre linhas de 0,46, 0,71, 0,82 e 0,93 m observou um acréscimo de produção de 19,4%, quando reduziu o espaçamento entre linhas de 0,82 m para 0,46 m entre linhas. Entretanto, Resende (2003), utilizando espaçamentos entre linhas de 0,45, 0,70 e 90 m, obteve maiores produtividades no espaçamento de 0,70 m.

Borges (2003), estudando os espaçamentos entre linhas de 0,45 e 0,80 m, em diferentes sistemas de plantio, observou que, no sistema plantio direto a produtividade de grãos foi maior quando adotou-se o espaçamento de 0,45 m. Já no sistema de cultivo convencional ocorreu o inverso, ou seja, a produtividade foi maior no espaçamento de 0,80 m.

Como toda e qualquer prática de manejo, a redução de espaçamento requer, por parte dos produtores, análise prévia, observando se essas mudanças são viáveis em função das características do maquinário disponível e dos problemas existentes na propriedade.

Por outro lado, existem autores que não obtiveram incrementos significativos na produtividade de grãos de milho com a distribuição mais uniforme ou equidistante de plantas na linha de semeadura (Sangoi, 1990; Rizzardi et al., 1994; Rizzardi & Pires, 1996).

O espaçamento reduzido permite que a cultura ocupe mais rapidamente os espaços disponíveis, reduzindo a duração do período crítico de competição das invasoras com o milho e contribuindo para a redução da erosão promovida pelo escoamento superficial (Pendleton, 1965).

Além dos efeitos observados na cultura do milho, a redução do espaçamento entre linhas pode aumentar sua competitividade com as plantas daninhas, a partir da maior quantidade de luz que é interceptada pelo dossel da cultura (Teasdale, 1995).

Pereira Filho, citado por Barbosa (1995), observou que as cultivares de milho precoce, de porte baixo e mais eretas, possibilitam o cultivo em densidades mais elevadas e espaçamentos menores. Usando fileiras simples e duplas semeadas a 0,25 m uma da outra, com espaçamentos de 0,75 e 0,90 m e densidades de 40, 60, 80 e 100 mil plantas.ha⁻¹, obteve a maior produção em menores espaçamentos. Verificou também que as cultivares de ciclo curto e arquitetura ereta apresentavam, em média, um rendimento de grãos 20% superior àqueles de ciclo e arquitetura normais, o que representa um ganho de 1.825 kg.ha⁻¹. Também foi observada uma resposta linear do espaçamento sobre o rendimento de grãos, que aumentou o rendimento de grãos à medida que diminuiu o espaçamento (Barbosa, 1995).

Amaral Filho (2002), trabalhando com redução de espaçamentos entre linhas e aumento na densidade populacional e doses de nitrogênio em sistema plantio direto, observou maior produção no espaçamento de 40 cm entre linhas, com a densidade de 80 mil plantas.ha⁻¹ e com 150 kg.ha⁻¹ de nitrogênio.

Usando três cultivares, quatro espaçamentos e três densidades, Morais (1991) concluiu que, ao aumentar o espaçamento, independente da cultivar e densidade usadas, tem-se um maior peso de espigas, porém, menor produção de massa verde e menor tombamento de plantas de milho.

Em virtude das modificações introduzidas nas cultivares de milho mais recentes, tais como menor estatura da planta e altura da inserção de espiga, menor esterilidade de plantas, menor duração do subperíodo pendocimento-espigamento, plantas com folhas de angulação mais ereta e elevado potencial

produtivo, torna-se necessário reavaliar as recomendações de densidade de plantas e espaçamento para a cultura do milho (Argenta, 2001).

2.2 Adubação nitrogenada

O nitrogênio é o nutriente que se destaca dos demais, por apresentar acentuado dinamismo no sistema solo e por ser, normalmente, o nutriente exigido em maiores quantidades pelas culturas (Guilherme et al., 1995).

As exigências de nitrogênio variam com os estádios de desenvolvimento da planta de milho, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando um pico durante o período compreendido entre o início do florescimento e o início da formação de grãos. Entretanto, o conteúdo porcentual do nitrogênio nos tecidos jovens de milho é maior que nas outras fases do ciclo de crescimento (Arnon, 1975).

As necessidades nutricionais do milho, assim como de qualquer planta, são determinadas pelas quantidades totais de nutrientes absorvidas. Conhecendo estas necessidades, pode-se estimar as taxas que serão exportadas pela colheita dos grãos e as que poderão retornar ao solo pela incorporação dos restos culturais (Cantarella, 1993a). As quantidades extraídas variam em função da produção obtida, que depende de fatores como cultivar, nível de disponibilidade de nutrientes, manejo da cultura, condições climáticas, entre outros (Tabela 1).

TABELA 1. Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem para diferentes níveis de produtividade.

Tipo de exploração	Produção t/ha	Nutrientes extraídos (kg.ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	17	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
		Exportação pelos grãos (%)				
		70-77	77-86	26-43	3-7	47-69
Silagem (matéria seca)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

Fonte: Coelho & França (1995).

O aproveitamento do N fertilizante pelas plantas é relativamente baixo, chegando, em muitos casos, a menos de 50% (Rao et al., 1997). Segundo Ivanko (1972), a eficiência de utilização do fertilizante nitrogenado pelo milho, em trabalhos de campo, nunca excedeu a 60%. Isto se deve a perdas por imobilização, denitrificação, lixiviação e volatilização, podendo esta última também ocorrer por meio do desprendimento de gás NH₃ pelas plantas para a atmosfera (Harper & Sharpe, 1995).

2.2.1 Formas e transformações do nitrogênio no solo

A dinâmica do N no solo é bastante complexa se consideradas as formas químicas do elemento, as reações e os processos aos quais este nutriente está sujeito. A fonte primária do nitrogênio no solo é o N do ar (N₂), sendo transferido para o solo através do N elementar, na forma de óxidos, por

descargas elétricas ou por fixação biológica e industrial (Raij, 1991). A quase totalidade do N presente no solo está na forma orgânica como aminoácidos, proteínas, aminoaçúcares, amidos, ácidos nucléicos e outros compostos de complexidade variada (Tisdale et al., 1993). Apenas 2% a 3% do N total do solo se encontra na forma inorgânica ou mineral, representada principalmente pelos íons amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), que são prontamente disponíveis para as plantas (Lopes, 1989). O íon amônio, sendo um cátion, permanece na forma trocável, já o nitrato é repellido pela superfície das partículas e permanece em solução susceptível à lixiviação (Raij, 1991).

O maior reservatório de N no solo está ligado às cadeias carbônicas, constituindo a matéria orgânica, em formas não diretamente disponíveis para as plantas (Coelho & Verlengia, 1973; Jorge, 1983; Tisdale et al., 1993; Sá, 1997). Portanto, para estar prontamente disponível para as plantas, o N orgânico precisa ser transformado em formas inorgânicas ou minerais pelos processos da mineralização e imobilização por meio da fixação simbiótica (Raij, 1991; Tisdale et al., 1993). O processo pelo qual o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio mineral é denominado mineralização e deve-se à ação dos microrganismos heterotróficos, os quais requerem carbono orgânico como fonte de energia (Guilherme et al., 1995). A mineralização ocorre em duas fases constituídas pela aminação e amonificação (Tisdale et al., 1993).

Vários fatores influenciam a quantidade de N a ser mineralizada e, entre eles estão a quantidade e a natureza do material orgânico (relação C/N), temperatura do solo, umidade, aeração e pH do solo (Mary et al., 1996), sendo o pH o fator mais importante a condicionar a mineralização. O período de duração da mineralização pode variar de um a dois meses (Malavolta, 1981), em função da relação C/N do material em decomposição, da quantidade de resíduos adicionada ao solo e das condições ambientais (Lopes, 1989; Camargo et al., 1997).

Os microrganismos heterotróficos do solo que decompõem a matéria orgânica necessitam de nitrogênio e de outros nutrientes prontamente disponíveis (Guilherme et al., 1995). Portanto, há, inicialmente, um consumo do nitrato e do amônio existentes no solo, que é incorporado ao protoplasma dos microrganismos, sendo este processo denominado de imobilização (Raij, 1991). Durante o processo de imobilização, os microrganismos competem efetivamente com as plantas por NH_4^+ e NO_3^- , podendo resultar em deficiência de nitrogênio, sendo necessário maior suprimento de nitrogênio mineral na adubação para compensar a imobilização e o requerimento pela cultura (Melo, 1983; Tisdale et al., 1993).

Estes processos, mineralização e imobilização, são influenciados pelo tipo de resíduo cultural (relação C/N), manejo do resíduo (incorporado/superfície), temperatura do solo, regime de água/aeração (Aulakh et al., 1991), pH e pelo teor de nutrientes no solo (Aita, 1997).

2.2.2 Resposta do milho ao parcelamento da adubação nitrogenada

Atualmente, discute-se muito sobre a época de aplicação do N na cultura do milho e, mesmo, sobre a necessidade do parcelamento para os híbridos modernos. França et al. (1994) relataram que o parcelamento indiscriminado do N, sem levar em consideração fatores como a produtividade esperada, demanda da cultura, textura do solo e outros, pode comprometer os efeitos da adubação.

A concentração da adubação nitrogenada o mais próximo possível do plantio tem sido muito pesquisada atualmente para os híbridos tropicais modernos. Ritchie et al. (1993) afirmam que, apesar de serem pequenas as exigências nutricionais do milho nos primeiros estádios de desenvolvimento, altas concentrações na zona radicular são benéficas, pois promovem um bom arranque inicial, já que neste período ocorre a diferenciação de várias partes da

planta. Observando dois híbridos de clima tropical e temperado, Osaki (1995) constatou que a absorção de N pelo primeiro, cultivado no verão, encerrou-se em torno de 60 dias após a emergência, enquanto que no segundo, a absorção continuou até os 110 dias.

Yamada (1995) citou que há boa probabilidade de respostas ao uso de 30-40 kg ha⁻¹ de N na adubação de sementeira, com cobertura nitrogenada feita logo após a sementeira e sendo recomendável uma segunda cobertura em solos de textura mais arenosa, visando assim, menores perdas e, conseqüentemente, maior disponibilidade de N para as plantas. Corroborando com essas afirmações, Souza (2002), estudando sistemas de cultivo e doses de nitrogênio na sementeira, na produção de grãos de milho em Lavras, MG, verificou que a adubação de sementeira utilizando 40 kg de N. ha⁻¹ proporcionou maior produtividade de grãos no sistema plantio direto. Resultados semelhantes também foram obtidos por Scherer (2001).

Souza (1999) observou que o parcelamento de N não apresentou aumento substancial no rendimento de grãos, embora a aplicação de 40 kg.ha⁻¹ de N na sementeira mais duas aplicações de 55 kg.ha⁻¹ de N nos estádios de 4 e 8 folhas tenha proporcionado maior produtividade de grãos.

É relevante salientar que a maioria das cultivares disponíveis atualmente no mercado são de ciclo precoce ou superprecoce, com florescimento ocorrendo entre 50 e 65 dias após a emergência, enquanto a maioria das pesquisas com adubação nitrogenada no Brasil foi realizada com cultivares de ciclo mais tardio. Yamada (1996) relata que mesmo para híbridos de ciclo mais curto, as curvas de absorção mostram que a maior absorção ocorre entre 30 e 60 dias após emergência. Como parte do N aplicado no solo é imobilizada primeiro pelos microrganismos e só depois de duas a três semanas é liberada na solução do solo, o autor questiona se as adubações em cobertura não estariam sendo realizadas tardiamente, comprometendo a eficiência da adubação.

Por outro lado, trabalhos têm demonstrado a pouca ou nenhuma contribuição do parcelamento da adubação de cobertura com N. As aplicações das doses de 80 e 160 kg.ha⁻¹ de N, de forma integral, nos estádios de 4-5, 6-7 e 8-9 folhas e, também, em duas aplicações parceladas (40 e 80 kg.ha⁻¹), nos estádios de 4-5, e 6-7, 4-5 e 8-9, e 6-7 e 8-9 folhas, não proporcionaram aumentos no rendimento de grãos de milho (Escosteguy et al., 1997).

Coutinho et al. (1987) verificaram que a cobertura nitrogenada, realizada por meio de duas aplicações (30 e 50 dias), não proporcionou aumento na produção de grãos de milho, comparada a uma única aplicação aos 40 dias, quando aplicaram doses de 50 e 100 kg.ha⁻¹ de N. Já Marcano & Ohep (1997) encontraram superioridade da aplicação fracionada do nitrogênio (metade da dose aos 18 dias e a outra aos 35 dias) em relação à aplicação de toda a dose aos 18 dias, quando o milho foi cultivado em solo de baixa CTC e conteúdo de matéria orgânica.

O uso da adubação nitrogenada em cobertura logo após o plantio pode ser interessante para o manejo da cultura do milho. Fancelli et al. (1995) constataram uma nítida tendência de que o uso de nitrogênio tardiamente na cultura do milho, mesmo em doses consideradas adequadas, determina a redução do índice de área foliar (IAF) e do número de grãos por espiga, com conseqüente perda do potencial produtivo da cultura.

Fernandes et al. (2002) não encontraram diferença entre a aplicação de N realizada totalmente na semeadura ou em cobertura, ou, ainda, entre as aplicações parceladas na semeadura e em cobertura, ressaltando ainda que o ano agrícola foi excelente em termos de quantidade e distribuição de chuvas durante o período de cultivo do milho. Isto pode ter contribuído significativamente para os resultados encontrados.

Scherer (2001) reafirmou estas observações e concluiu também que, em anos com precipitações pouco intensas e bem distribuídas, a adubação

nitrogenada aplicada na semeadura do milho é tão eficiente quanto a aplicação parcelada; em anos com muita chuva e alta intensidade de precipitação, o parcelamento da adubação nitrogenada é recomendável; já em anos com déficit hídrico e distribuição irregular de chuva, a adubação nitrogenada em cobertura poderá ter sua eficiência reduzida.

Borges (2003), trabalhando com solos de textura argilosa (45% de argila) e de textura média (22% de argila), concluiu que, em ambas as classes de solo, a antecipação da cobertura nitrogenada logo após a semeadura proporciona produtividade de grãos semelhantes às obtidas quando esta é aplicada em outros estádios fenológicos do milho.

Souza et al. (2002b), em experimento conduzido no município de Sacramento, MG, no ano agrícola 1999/2000, em solo de textura argilosa (46% de argila), verificaram que a cobertura nitrogenada feita logo após o plantio proporcionou um acréscimo de 15% em relação à testemunha sem cobertura, enquanto que, para a cobertura na época normal (25 dias após emergência) o incremento foi de 7%. A grande vantagem da antecipação da adubação nitrogenada está relacionada com áreas grandes onde não há tempo suficiente para terminar a cobertura se esta for realizada na época convencional. Trabalhos recentes têm demonstrado não ser significativa a interação entre fonte de nitrogênio e época de aplicação da cobertura nitrogenada (Borges, 2003, Souza et al., 2002a e Scherer, 2001).

Outra possibilidade é a aplicação de N em pré-semeadura na cultura do milho. Basso et al. (1998), em anos de elevada precipitação, constataram que a aplicação de parte do N antes da semeadura do milho (logo após o manejo da cultura de cobertura) pode reduzir o rendimento da cultura. Na safra de 1997/1998, em que ocorreram elevadas precipitações pluviais, a melhor forma de aplicação de N foi 25% na base 75% em cobertura.

Fancelli (2000), afirma que o parcelamento da adubação nitrogenada será necessário se a cultura for instalada em solo com teor de argila inferior a 30%, quando a época for favorável à lixiviação (período chuvoso) e quando a quantidade de nitrogênio a ser utilizada for superior a 100 kg.ha⁻¹. Porém, para determinar o número de adubações de coberturas a serem realizadas na cultura do milho, deve-se levar em consideração a textura do solo, clima (pluviosidade) e técnica utilizada na produção (Tabela 2).

TABELA 2. Recomendação do parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura.

Condição	Número de aplicações	Época de aplicação
Solo argiloso em período de baixa pluviosidade	1	Quarta a sexta folha
Solos arenosos com condições favorável à lixiviação de nitrogênio	2	1 ^a – terceira a quarta folha 2 ^a – sexta a sétima folha
Sistema de produção sob agricultura irrigada	3	1 ^a – quarta folha 2 ^a – sétima a oitava folha 3 ^a – décima a décima segunda folha

Fonte: Fancelli (2000).

A antecipação da aplicação do fertilizante nitrogenado tem como vantagens potenciais ao produtor de milho que adota o sistema de plantio direto, um maior arranque inicial das plantas, maior período para execução da operação e maior praticidade (Sá, 1998, 1997). Por outro lado, a supressão da cobertura nitrogenada pode favorecer a ocorrência de perdas de N, principalmente por lixiviação, em função do menor volume de raízes da cultura, de sua baixa demanda por N e da pequena capacidade de absorção do nutriente nas fases iniciais do ciclo (Sangoi et al., 2002).

2.3 Sistema plantio direto

Em função dos crescentes problemas de erosão observados no preparo de solo denominado convencional, surgiu a necessidade de se adotar novos sistemas de manejo de solo, que fossem mais racionais e que causassem menos danos. Assim, na década de 70, surgiu o sistema plantio direto (SPD). O estado do Paraná, devido ao grande problema de degradação ambiental, foi o pioneiro na utilização desse sistema (Derpsch et al., 1992).

Segundo Salton et al. (1996), a partir do final da década de 80 houve grande evolução na indústria de máquinas e de herbicidas voltadas para o sistema plantio direto, inicialmente na região sul e, mais recentemente, no centro-oeste, o que permitiu o aumento da área plantada com esse sistema. Na safra 2003/2004, segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP) (2005), a área cultivada com o SPD no Brasil situou-se acima de 20 milhões de hectares.

O plantio direto, caracterizado pela ausência de preparo de solo e pela presença de palha na superfície, aliado à rotação de culturas, contribui para a melhoria dos atributos químicos e físicos do solo, o aumento da produtividade das culturas e menor uso dos insumos, além da melhoria do equilíbrio e da diversidade biológica.

Os sistemas de preparo do solo influenciam a distribuição do nitrogênio por meio do seu perfil. Assim, sistemas que apresentam pouca movimentação do solo, como o plantio direto, apresentam, normalmente, maiores acúmulos de nitrogênio na camada superficial, quando comparados a sistemas de preparo que envolvem movimentação do solo (Diniz, 1999).

O efeito do plantio direto sobre a produtividade das culturas depende do local, das condições de clima e solo, do tempo de implantação, ocorrendo grandes variações entre os resultados de pesquisas. O maior ou menor efeito

direto sobre o desenvolvimento e a produtividade das culturas dependem da adequação de sua implementação (Cruz, 1999). Devido à menor disponibilidade de nitrogênio sob plantio direto, Fink & Wesley (1974) indicaram a necessidade de maiores doses de fertilizantes nitrogenados nesses sistemas.

Segundo Sá (1998), nos primeiros anos de adoção do plantio direto, é comum observa-se deficiência de N para culturas mais exigentes, como o milho, devido à imobilização do N aplicado por meio de fertilizantes. Neste caso doses mais altas que as tradicionais têm sido necessárias. Com o passar dos anos, um novo equilíbrio entre a fração orgânica de N e a mineral é atingido, e a quantidade de fertilizante necessária para manter uma mesma produção tende a cair.

Após cinco anos de utilização do sistema plantio direto, foi observada a redução da necessidade de N pelas culturas do trigo, milho e sorgo, mantendo a produção de grãos e indicando que o aumento da matéria orgânica na camada superficial do solo estaria proporcionando maior estoque de N disponibilizado para as culturas, de acordo com o processo de mineralização (Sá, 1998). Estes resultados corroboram com os obtidos por Waggoner & Denton (1992), quanto à produção média de grãos avaliada durante cinco anos de pesquisas em diferentes classes de solos dos Estados Unidos. Isto pode ser atribuído à maior disponibilidade de água neste sistema, sobretudo nos períodos de estiagem, devido à maior cobertura vegetal superficial que favoreceu a infiltração de água no solo.

Em experimento conduzido em Dourados, MS, o plantio direto foi o sistema mais eficaz no controle das perdas de solo e água por erosão e aquele que proporcionou os maiores rendimentos de grãos de soja e de trigo, cultivados em sucessão, quando comparados, com o sistema de gradagem pesada mais niveladores, que apresentou-se menos eficaz e a escarificação mais gradagem niveladora, que apresentou comportamento intermediário (Hernani et al., 1997).

Devido ao crescimento de sistema plantio direto no Brasil, ocupando cerca de mais de 50 % da área plantada, pesquisas para definição das épocas de aplicação mais corretas de fertilizantes nitrogenados tornam-se necessárias.

A cada ano, novos híbridos com diferentes características agronômicas são lançados no mercado. Isso demanda um esforço conjunto dos pesquisadores em ajustar o melhor espaçamento entre fileiras, densidade de semeadura e melhor época de aplicação da adubação nitrogenada, de forma a maximizar a produtividade de grãos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material genético

Foram utilizadas duas cultivares comerciais com diferentes características (Tabela 3).

TABELA 3. Características das cultivares utilizados nos experimentos.

Cultivares	Base genética	Ciclo	Grão	Porte	Empresa
P 30K75	Híbrido simples	Semi-precoce	Duro	Baixo/médio	Pioneer
TORK	Híbrido simples	Precoce	Duro	Baixo/médio	Syngenta

3.2 Caracterização das áreas experimentais

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (DAG/UFLA), localizada em Lavras, MG e na Fazenda Agropecuária Gross, localizada em Dianópolis, TO.

O município de Lavras, MG, está situado a 21°14'30'' de latitude sul e 45°00'10' de longitude oeste, a uma altitude de 920 m e possui topografia caracterizada pela dominância de um relevo colinoso. O clima da região é, segundo a classificação de Köppen, mesotérmico, apresentando verões brandos e chuvosos (Cwb). As médias térmicas anuais mostram-se em torno de 19,3°C, com máximas de 27,8°C e mínimas de 13,5°C. A precipitação média é da ordem de 1.411 mm, estando 65% a 70% desse total concentrados de dezembro a março

(Sebrae-MG, 1998). A área onde foram instalados os experimentos sob sistema plantio direto possui um latossolo vermelho escuro, textura argilosa. Os resultados da análise química do solo da respectiva área estão apresentados na Tabela 4.

A Fazenda Agropecuária Gross está situada nas coordenadas geográficas 11°50'66'' S e 46°14'62'' W, a uma altitude 864 m, fazendo parte da Chapada do Gerais (oeste da BA, sudeste do TO, sul do PI e sul do MA). O clima da região é bastante heterogêneo, devido à grande extensão territorial, entretanto, a maior parte é classificada, segundo W. Köppen, como clima Aw-quente e úmido (clima tropical de savana) com uma longa estação seca, com duração de cinco a seis meses por ano (Lopes, 1989). A pluviosidade anual varia de 750-800 mm na parte mais seca desta região até 2.000 mm, sendo que em 86% da região chove entre 1.000 e 2.000 mm. A área onde foram instalados os experimentos sob sistema plantio direto possui um latossolo de textura média e vem sendo cultivada sob este sistema há três anos com a cultura da soja. Os resultados da análise química do solo da área também estão apresentados na Tabela 4.

A condução dos experimentos deu-se em período de ocorrência de temperaturas, intensidade e distribuição de chuvas favoráveis ao cultivo do milho (Figuras 1 e 2).

TABELA 4. Resultados da análise de amostras de solo (0-20 cm de profundidade) dos dois locais onde foram conduzidos os experimentos (Lavras, MG e Dianópolis, TO).

Caraterísticas	Unidade	Lavras-MG	Dianópolis-TO
pH em água	mg/dm ³	6,1	5,1
P (fósforo Mehlich)	mg/dm ³	7,8	29,2
K (potássio Mehlich)	mg/dm ³	59,0	23,0
Ca (cálcio)	cmol _c /dm ³	2,4	1,3
Mg (magnésio)	cmol _c /dm ³	1,5	0,4
Al ³⁺ (alumínio)	cmol _c /dm ³	0,1	0,0
H+Al (acidez potencial)	cmol _c /dm ³	2,9	1,7
SB (soma de Bases)	cmol _c /dm ³	4,1	3,5
T (CTC efetiva)	cmol _c /dm ³	4,1	3,5
m (saturação/alumínio)	%	2,0	0,0
V (saturação de bases)	%	52,3	53,0
Ca/T	%	34,3	37,6
Mg/T	%	21,4	11,6
Matéria orgânica	dag/kg	2,4	1,0
Boro (água quente)	mg/dm ³	0,2	0,1
Zinco	mg/dm ³	4,7	5,5
Cobre	mg/dm ³	2,2	1,8
Manganês	mg/dm ³	8,8	3,2
Ferro	mg/dm ³	32,2	49,0
S	mg/dm ³	13,8	7,5
Areia	dag/kg	35,0	74,0
Silte	dag/kg	24,0	8,0
Argila	dag/kg	41,0	18,0
Classe textural		Argilosa	Textura Média

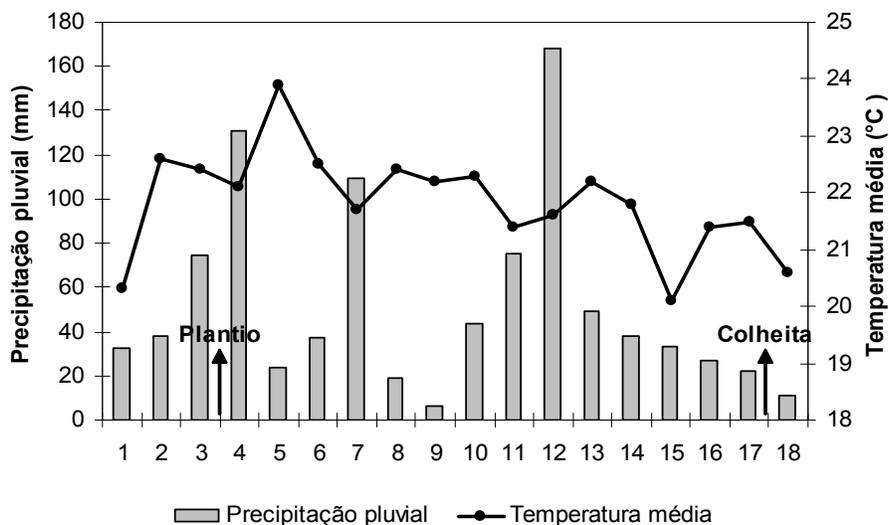


FIGURA 1. Dados médios de temperatura e precipitação pluvial por decêndio, em Lavras, MG, de 01/11/2003 a 28/04/2004. Dados obtidos no setor de Bioclimatologia da UFLA, Lavras, MG, 2005.

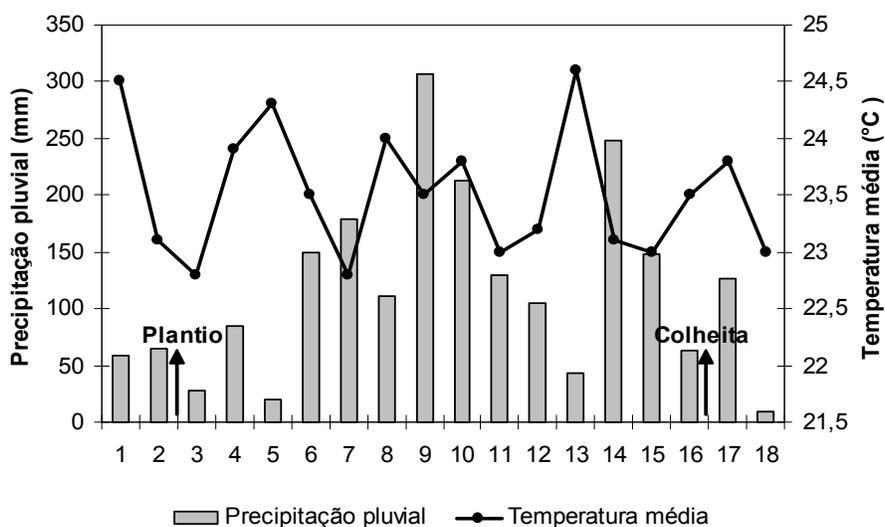


FIGURA 2. Dados médios de temperatura e precipitação pluvial por decêndio, de 01/11/2003 a 28/04/2004. Dados obtidos em Dianópolis, TO, 2005.

3.3 Instalação e condução dos experimentos

Em cada local foram instalados dois experimento em sistema plantio direto; o primeiro no espaçamento de 0,45 m e o segundo no espaçamento de 0,90 m. Em cada experimento, foram avaliados duas cultivares de milho (P 30K75 e TORC), três densidades de semeadura (55 mil, 70 mil e 85 mil plantas.ha⁻¹) e quatro épocas de aplicação da adubação nitrogenada, definidas a seguir:

- 1) 40 S + 0 → 40 kg.ha⁻¹ de N aplicados por ocasião da semeadura no sulco de plantio, sem nenhuma cobertura nitrogenada;
- 2) 40 S + 120 AS → 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N aplicados em cobertura, logo após a semeadura;
- 3) 40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F) → 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg.ha⁻¹ de N em cobertura, no estágio de 4 a 5 folhas + 60 kg.ha⁻¹ de N em cobertura, no estágio de 7 a 8 folhas;
- 4) 40 S + 120 (6-7 F) → 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N em cobertura, no estágio de 6 a 7 folhas.

O adubo nitrogenado uréia foi utilizado como fonte de N. As adubações nitrogenadas de cobertura foram realizadas manualmente, a 20 cm das fileiras de plantas e incorporadas a 3,0 cm de profundidade, de acordo com a descrição dos tratamentos.

Para todos os experimentos foram utilizados 500 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16, mais 0,5% de zinco.

No estágio de 5 a 6 folhas totalmente expandidas, todas as parcelas receberam também 80 kg.ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio.

No preparo das áreas experimentais foi realizada dessecação com herbicida Roundup (Glyphosate), na dosagem de 4,0 l.ha⁻¹ e sulcamento para o plantio, por meio de semeadoras de plantio direto. Em pós-emergência (15 dias

após a emergência do milho) foi aplicado o herbicida Extrazin (atrazine + simazina) na dosagem de 6 l.ha⁻¹ do produto comercial.

As sementeiras para ambos os locais foram realizadas manualmente, nos dias 30/11/2003 no campus da UFLA e 22/11/2003 na Fazenda Agropecuária Gross. O desbaste foi realizado quando as plantas se encontravam com 3 a 4 folhas totalmente expandidas, deixando-se 55, 70 ou 85 mil plantas.ha⁻¹, conforme o tratamento.

Para o controle de pragas de parte aérea, foram realizadas pulverizações foliares com inseticidas, quando necessário.

3.4 Delineamento experimental

Cada experimento foi conduzido sob o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3x4, com três repetições, sendo as duas cultivares, as três densidades de sementeiras e as quatro épocas de aplicações da adubação nitrogenada. A parcela experimental foi constituída de 4 fileiras de 5 m de comprimento e a área útil foram as duas linhas centrais, onde foram coletados todos os dados experimentais antes e durante a colheita.

3.5 Características avaliadas

Foram avaliadas as características descritas a seguir:

- **Altura de planta:** tomada do ponto de inserção da folha bandeira até o solo, medindo-se em metros, quatro plantas por área útil da parcela, após a maturidade fisiológica do grão;

- **Altura de espiga:** tomada da inserção da espiga superior até o solo, medindo-se em metros, quatro plantas por área útil de parcela, após a maturidade fisiológica do grão;

- **Plantas acamadas e quebradas:** obtido somando-se na área útil da parcela, as plantas inclinadas formando um ângulo superior a 20° com o solo, mais o número de plantas quebradas abaixo da espiga. Este somatório foi expresso em porcentagem do estande observado na área útil da parcela;

- **Produtividade de grãos:** a produtividade de grãos das parcelas experimentais foi transformada para kg.ha⁻¹. Os dados foram corrigidos para a umidade padrão de 13%, utilizando-se a seguinte expressão:

$$P_{13\%} = PC \times \left(\frac{1 - (U/100)}{0,87} \right)$$

Em que:

P_{13%} = produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) corrigida para a umidade padrão de 13%;

PC = produtividade de grãos sem correção (kg.ha⁻¹);

U = umidade dos grãos observada no campo (%).

3.6 Análise estatística

Inicialmente, foram realizadas análises individuais para cada experimento conduzido. Posteriormente, foi realizada uma análise de variância conjunta para espaçamentos, envolvendo os dois experimentos conduzidos em cada local (Lavras, MG e Dianópolis, TO).

A análise de variância conjunta de cada local foi realizada de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{kmlji} = \mu + b_k + a_m + h_l + d_j + c_i + (ah)_{ml} + (ad)_{mj} + (ac)_{mi} + (hd)_{lj} + (hc)_{li} + (dc)_{ji} + (ahd)_{mlj} + (ahc)_{mli} + (hdc)_{lji} + (ahdc)_{mlji} + e_{mljik}$$

em que:

Y_{kmlji} : valor observado do bloco k, do espaçamento m, da cultivar l, da densidade j, da época de adubação nitrogenada i;

μ : efeito da média geral;

b_k : efeito do bloco k, para k = 1,2,3;

a_m : efeito do espaçamento m, para m = 1,2;

h_l : efeito da cultivar l, para l = 1,2;

d_j : efeito da densidade j, para j = 1,2,3;

c_i : efeito da época da adubação nitrogenada i, para i = 1,2,3,4;

$(ah)_{ml}$: efeito da interação espaçamento m com cultivar l;

$(ad)_{mj}$: efeito da interação espaçamento m com densidade j;

$(ac)_{mi}$: efeito da interação espaçamento m com época de adubação nitrogenada i;

$(hd)_{lj}$: efeito da interação cultivar l com densidade j;

$(hc)_{li}$: efeito da interação cultivar l com época de adubação nitrogenada i;

$(cd)_{ij}$: efeito da interação época de adubação nitrogenada i com densidade j;

$(ahd)_{mlj}$: efeito da interação do espaçamento m, com a cultivar l, com a densidade j;

$(ahc)_{mli}$: efeito da interação do espaçamento m, com a cultivar l, com a época de adubação nitrogenada i;

$(hdc)_{lji}$: efeito da interação da cultivar l, com a densidade j, com a época de adubação nitrogenada i;

$(ahdc)_{lmji}$: efeito da interação do espaçamento m , com a cultivar l , com a densidade j , com a época de adubação nitrogenada i ;

e_{mljik} : efeito do erro experimental da observação referente ao espaçamento m , da cultivar l , da densidade j , da época de adubação nitrogenada i e do bloco k .

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Os dados obtidos, após serem submetidos a análise de variância e quando verificadas diferenças estatísticas, foram submetidos a teste de médias ou análises de regressão. Aplicou-se teste de médias (Scott e Knott, a 5% de probabilidade) quando as variáveis avaliadas foram de natureza qualitativa (cultivar, época de aplicação do N e espaçamentos) e análise de regressão quando as variáveis foram de natureza quantitativa (densidade de plantas).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento na Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO.

O resumo das análises de variância conjunta está apresentado na Tabela 5. Para a altura de plantas e altura de espigas, foram observados efeitos significativos para espaçamento entre linhas, densidade de plantas e épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. A altura de plantas também obteve efeito significativo para cultivares.

Em relação à porcentagem de plantas acamadas e quebradas, foram observado efeitos significativos para cultivares, épocas de aplicação da cobertura nitrogenada e para a interação cultivares x épocas de aplicação da cobertura nitrogenada.

A produtividade de grãos foi influenciada pelos espaçamentos, cultivares, densidade de plantas e épocas de aplicação da cobertura nitrogenada.

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (C.V.) variou entre os caracteres com valores inferiores a 18,0%, com exceção da variável porcentagem de plantas acamadas e quebradas, que apresentou valor de C.V. muito elevado. Isto ocorreu devido ao fato de várias parcelas terem apresentado valores nulos para esta característica.

TABELA 5. Resumo da análise de variância conjunta dos experimentos de Dianópolis, TO, envolvendo os dois espaçamentos, para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA) em porcentagem e produtividade de grãos (prod.) em kg.ha⁻¹. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Fonte de variação	GL	QM			
		AP	AE	PA	Prod.
Blocos	2	2,212 ^{NS}	0,010 ^{NS}	13,425 ^{NS}	4119085,46*
Espaçamentos(E)	1	8,410*	6,043*	0,069 ^{NS}	26815999,17**
Cultivares (C)	1	29,521**	4,731 ^{NS}	476,040**	4732169,38*
Densidades (D)	2	5,864*	5,145*	3,770 ^{NS}	10527231,94**
Época Cob. (N)	3	17,573**	7,399**	67,410**	34126083,09**
E*C	1	0,321 ^{NS}	0,478 ^{NS}	7,014 ^{NS}	310966,09 ^{NS}
E*D	2	5,203 ^{NS}	0,793 ^{NS}	2,281 ^{NS}	2741125,66 ^{NS}
E*N	3	4,484 ^{NS}	0,828 ^{NS}	8,949 ^{NS}	1964223,44 ^{NS}
C*D	2	0,810 ^{NS}	0,701 ^{NS}	7,106 ^{NS}	1326756,94 ^{NS}
C*N	3	1,284 ^{NS}	1,264 ^{NS}	30,332*	993348,72 ^{NS}
D*N	6	0,598 ^{NS}	0,805 ^{NS}	9,530 ^{NS}	2585450,29 ^{NS}
E*C*D	2	5,600 ^{NS}	1,338 ^{NS}	14,402 ^{NS}	382554,09 ^{NS}
C*D*N	6	2,681 ^{NS}	1,062 ^{NS}	11,029 ^{NS}	1109882,35 ^{NS}
E*D*N	6	3,571 ^{NS}	0,453 ^{NS}	24,756 ^{NS}	777011,35 ^{NS}
E*C*N	3	1,257 ^{NS}	1,452 ^{NS}	2,930 ^{NS}	450845,23 ^{NS}
E*C*D*N	6	2,129 ^{NS}	0,824 ^{NS}	5,225 ^{NS}	1852534,99 ^{NS}
Erro	94	1,727	1,336	8,181	1178127,69
CV (%)		7,35	13,33	75,05	17,40
Média Geral		1,79	0,87	3,81	6238,20

** P≤0,01; * P≤0,05; ^{NS} Não significativo.

A seguir são apresentados os resultados considerando as características que mostraram significância das fontes de variação na análise conjunta.

4.1.1 Altura de plantas e de espigas

No espaçamento de 0,90 m obteve-se uma maior média de altura de plantas e de espigas (Tabela 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Penariol (2002) que, avaliando três espaçamentos entre linhas (0,40, 0,60 e 0,80 m), obteve maiores médias para altura de plantas no maior espaçamento entre linhas.

A cultivar TORK obteve uma maior média de altura de plantas que a cultivar P 30K75 (Tabela 7). A cultivar TORK é precoce e a cultivar P 30K75 é mais tardia, o que contraria os resultados obtidos por Oliveira (1990), que observou que materiais mais tardios apresentam maior altura de plantas, quando comparados a materiais mais precoces.

TABELA 6. Médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, em função de dois espaçamentos entre linhas considerando duas cultivares, três densidades de plantas e quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Espaçamentos (m)	AP	AE
0,90	1,81 a	0,89 a
0,45	1,76 b	0,85 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de F ($P < 0,05$).

TABELA 7. Médias de altura de plantas (m), em função de duas cultivares, considerando dois espaçamentos entre linhas, três densidades de plantas e quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Cultivares	Médias
TORK	1,83 a
P 30K75	1,74 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de F ($P < 0,01$).

Foi encontrada relação linear entre a altura de plantas e a altura de espigas com a densidade de plantas utilizada (Figuras 3 e 4). Pelas equações de regressão, constatou-se, para ambas as características, que para um aumento de 1.000 plantas na densidade, foi verificado um acréscimo de 0,2 cm na altura média de plantas e de espigas. Nos resultados encontrados por Penariol (2002), que avaliou três espaçamentos entre linhas (0,40; 0,60 e 0,80 m) e três densidades populacionais (40, 60 e 80 mil plantas.ha⁻¹) houve maiores médias para altura de plantas e de espigas no maior espaçamento entre linhas e na maior densidade de plantas.

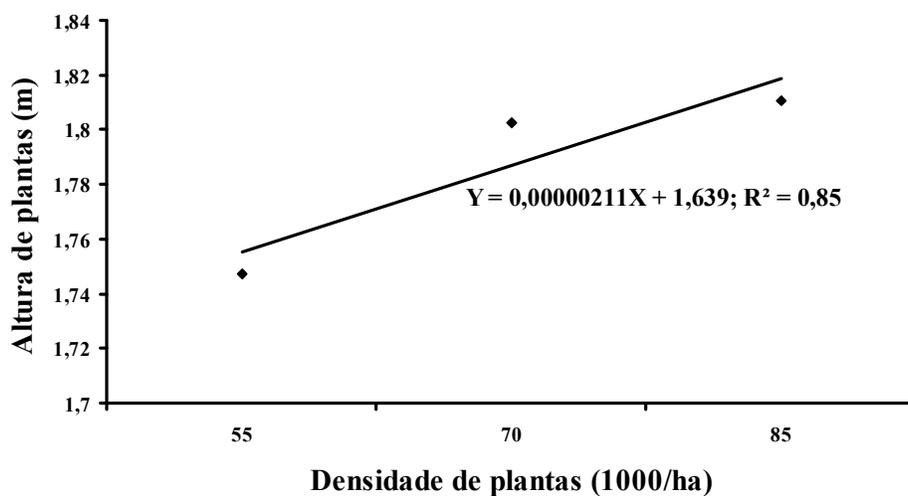


FIGURA 3. Representação gráfica da equação de regressão para a altura de plantas, em função das densidades de plantas. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

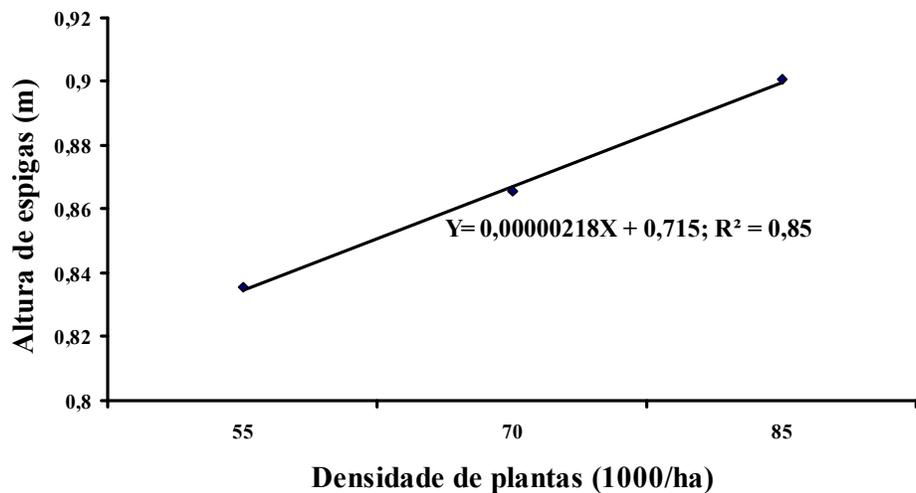


FIGURA 4. Representação gráfica da equação de regressão para a altura de espigas em função das densidades de plantas. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Quanto à época de aplicação da cobertura nitrogenada, não houve diferenças nas médias para altura de plantas e espigas entre tratamentos com 120 kg.ha⁻¹ de N aplicados logo após a semeadura (40 S + 120 AS), parcelado em duas aplicações (40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)) e tudo aplicado em uma única vez (40 S + 120 (6-7 F)). Todavia, foram verificadas menor altura de plantas e menor altura de espigas quando não foi realizada a adubação de cobertura (Tabela 8).

TABELA 8. Médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, em função de quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, considerando dois espaçamentos entre linhas, duas cultivares e três densidades de plantas. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Época de aplicação da cobertura nitrogenada *	AP	AE
40 S + 120 (6-7 F)	1,83 a	0,88 a
40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)	1,83 a	0,90 a
40 S + 120 AS	1,81 a	0,89 a
40 S + 0	1,68 b	0,80 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

* 40 S + 0 = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura, sem nenhuma cobertura; 40 S + 120 AS = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N após a semeadura; 40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg.ha⁻¹ de N com 4 a 5 folhas + 60 kg.ha⁻¹ de N com 7 a 8 folhas; 40 S + 120 (6-7 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N com 6 a 7 folhas.

4.1.2 Plantas acamadas e quebradas

Para a cultivar TORC, não ocorreu diferença na porcentagem de plantas acamadas e quebradas em relação às épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, porém, para a P 30K75, houve diferença. Para o tratamento em que não foi feita a adubação de cobertura nitrogenada (40 S + 0), a porcentagem de plantas acamadas e quebradas foi maior. Entre as cultivares, não houve diferença na porcentagem de plantas acamadas e quebradas mas apenas para o tratamento em que a adubação de cobertura foi em uma única vez após o plantio (40 S + 120 (6-7 F)). Nos demais tratamentos, a TORC obteve um a menor porcentagem de plantas acamadas e quebradas (Tabela 9).

TABELA 9. Médias de porcentagem de plantas acamadas e quebradas (%) das cultivares de milho, em função de quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, considerando dois espaçamentos entre linhas e três densidades de plantas. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Época de aplicação da cobertura nitrogenada *	TORK	P 30K75	Médias
40 S + 120 (6-7 F)	1,49 aA	3,60 aA	2,54
40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)	1,19 aA	4,91 aB	3,05
40 S + 120 AS	2,74 aA	5,26 aB	4,00
40 S + 0	2,55 aA	8,75 bB	5,65
Médias	1,99	5,63	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha diferem entre si, pelo teste de “F” ($P \leq 0,01$).

* 40 S + 0 = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura, sem nenhuma cobertura; 40 S + 120 AS = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N após a semeadura; 40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg.ha⁻¹ de N com 4 a 5 folhas + 60 kg.ha⁻¹ de N com 7 a 8 folhas; 40 S + 120 (6-7 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N com 6 a 7 folhas.

4.1.3 Produtividade de grãos

A cultivar P 30K75 foi mais produtiva que a TORK (Tabela 10). O espaçamento de 0,45 m proporcionou maior produtividade de grãos que o de 0,90 m (Tabela 11). Para uma mesma densidade de plantas de milho, o espaçamento entre linhas de 0,45 m proporciona uma distribuição mais equidistante das plantas na área em relação ao de 0,90 m e as plantas espaçadas equidistantemente competem menos por nutrientes, água, luz e outros fatores, podendo proporcionar maiores produtividades de grãos (Sangoi, 2001).

Esses resultados concordam com os obtidos por Borges (2003) que, em sistema plantio direto, obteve um acréscimo de produtividade de 9,0% quando

reduziu o espaçamento de 0,8 para 0,45 m. Bortolini (2002), trabalhando com espaçamentos de 0,45, 0,70 e 0,90 m em três densidades, observou aumento médio de 26%, quando reduziu o espaçamento de 0,90 para 0,45 m. Vazquez (2002), usando o espaçamento de 0,46 m, também observou aumento de produção (19,4%) quando reduziu o espaçamento de 0,82 m para 0,46 m.

TABELA 10. Médias de produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em função de duas cultivares, considerando dois espaçamentos entre linhas, três densidades de plantas e quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Cultivares	Médias
P 30K75	6419,48 a
TORK	6056,92 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de “F” ($P \leq 0,05$).

TABELA 11. Médias de produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em função de dois espaçamentos entre linhas, considerando duas cultivares, três densidades de plantas e quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Espaçamentos (m)	Médias
0,45	6669,74 a
0,90	5806,67 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de “F” ($P \leq 0,01$).

Foi encontrada relação linear entre a produtividade de grãos ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) com a densidade de plantas utilizadas (Figura 5). Pela equação de regressão, constata-se que para um aumento de 1.000 plantas na densidade, foi verificado um acréscimo de 30,4 kg na produtividade média de grãos.

Esses resultados concordam com os obtidos por Resende (2003) que, utilizando as densidades 55, 70 e 90 mil plantas. ha^{-1} , obteve a maior produtividade de grãos na densidade de 90 mil plantas. ha^{-1} . Penariol et al.

(2002), utilizando as densidades de 40, 60 e 80 mil plantas.ha⁻¹, também obtiveram maior produtividade de grãos na densidade maior. Almeida et al. (2000), constataram incrementos na produtividade de grãos quando aumentou a densidade de plantas. Alterando a densidade de 35 mil plantas.ha⁻¹ para 80 mil plantas.ha⁻¹, observaram a redução no número de espigas por planta, mas, em compensação o maior número de plantas resultou em aumento da produtividade de grãos.

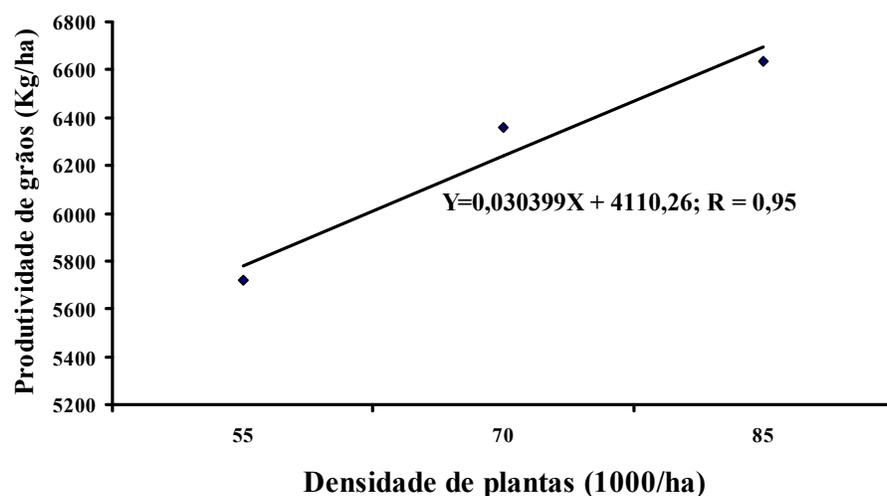


FIGURA 5. Representação gráfica da equação de regressão para a produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) em função das densidades de plantas. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

A menor produtividade de grãos foi obtida na ausência da cobertura nitrogenada (40 S + 0) e a maior produtividade nas adubações de cobertura feitas após o plantio, divididas em duas aplicações (40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)) ou tudo aplicado de uma única vez (40 S + 120 (6-7 F)) (Tabela 12).

Assim, nas condições ambientais em que foi realizado o trabalho, é inviável a não aplicação da cobertura nitrogenada e sua aplicação não deve ocorrer por ocasião da semeadura. Esses dados diferem dos obtidos por Borges (2003), que verificou que a antecipação da cobertura nitrogenada para logo após a semeadura proporciona produtividades de grãos semelhantes às obtidas quando esta é aplicada em outros estádios fenológicos do milho. Vale ressaltar que durante a condução dos experimentos de Borges (2003), as precipitações foram bem distribuídas e em intensidades suficientemente adequadas para o bom desenvolvimento da cultura do milho. Por outro lado, os resultados obtidos nesse trabalho concordam com os de Sousa (1999), que observou que a antecipação da adubação de cobertura no plantio proporciona rendimentos menores do que quando parcelada em uma ou duas vezes.

Vale ressaltar que o nitrogênio presente na solução do solo na forma de nitrato é consideravelmente lixiviado sob condições de excesso de precipitação e de solos de textura média (18% de argila). Bortolini et al. (2001), cultivando milho com e sem excesso hídrico e altas doses de nitrogênio, verificaram maior perda de N por lixiviação quando aplicaram água em excesso na cultura (lâmina d'água 50% superior à considerada adequada), simulando os efeitos da ocorrência de chuvas intensas. Scherer (2001) conclui que, em anos com precipitações pouco intensas e bem distribuídas, a adubação nitrogenada aplicada na semeadura do milho é tão eficiente quanto à aplicação parcelada; em anos com bastante chuva e alta intensidade de precipitação, o parcelamento da adubação nitrogenada é recomendável; já em anos com déficit hídrico e distribuição irregular de chuva, a adubação nitrogenada em cobertura poderá ter sua eficiência reduzida.

A textura média (18% de argila), a alta adubação nitrogenada (160 kg.ha^{-1}) e a alta pluviosidade pluvial no período em que foi instalado os experimentos, confirmam a recomendação de Fancelli (2000). Esse autor,

recomenda o parcelamento da adubação nitrogenada quando a cultura for instalada em solo com teor de argila inferior a 30%, quando a época for favorável à lixiviação (período chuvoso) e quando a quantidade de nitrogênio a ser utilizado for superior a 100 kg.ha⁻¹.

TABELA 12. Médias de produtividade de grãos (kg.ha⁻¹), em função de quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, considerando dois espaçamentos entre linhas, duas cultivares e três densidades de plantas. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Época de aplicação da cobertura nitrogenada *	Médias
40 S + 120 (6-7 F)	7129,80 a
40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)	6881,81 a
40 S + 120 AS	5948,21 b
40 S + 0	4992,99 c

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

* 40 S + 0 = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura, sem nenhuma cobertura; 40 S + 120 AS = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N após a semeadura; 40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg.ha⁻¹ de N com 4 a 5 folhas + 60 kg.ha⁻¹ de N com 7 a 8 folhas; 40 S + 120 (6-7 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N com 6 a 7 folhas.

4.2 Experimento na Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

O resumo das análises de variância conjunta está apresentado na Tabela 13. Para altura de plantas e altura de espigas, foram observados efeitos significativos para épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. Além disso, considerando a altura de plantas, obteve-se efeito significativo para espaçamentos e para interação cultivares x épocas de aplicação da cobertura nitrogenada e para a altura de espigas também obteve-se efeito significativo para cultivares.

A porcentagem de plantas acamadas e quebradas foi influenciada pelas densidades e pelas interações densidades x espaçamentos e épocas de aplicação da cobertura nitrogenada x espaçamentos.

Para a produção de grãos, foram observadas efeitos significativos para épocas de aplicação da cobertura nitrogenada e para a interação épocas de aplicação da cobertura nitrogenada x espaçamentos.

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (C.V.) variou entre as características com valores sempre inferiores a 16,0% com exceção da variável porcentagem de plantas acamadas e quebradas, que apresentou valor de C.V. muito elevado. Isto ocorreu pelo fato de várias parcelas apresentarem-se com valores nulos para esta característica.

TABELA 13. Resumo da análise de variância conjunta dos experimentos de Lavras, MG, envolvendo os dois espaçamentos, para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA) em porcentagem e produtividade de grãos (prod.) em kg.ha⁻¹. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fonte de variação	GL	QM			
		AP	AE	PA	Prod.
Blocos	2	2,076 ^{NS}	2,934 ^{NS}	5,006 ^{NS}	4382806,30*
Espaçamento(E)	1	5,720*	4,101 ^{NS}	3,340 ^{NS}	1129416,31 ^{NS}
Cultivar (C)	1	1,120 ^{NS}	4,951*	5,637 ^{NS}	25167,71 ^{NS}
Densidade (D)	2	0,833 ^{NS}	1,584 ^{NS}	703,417**	3029849,45 ^{NS}
Época Cob. (N)	3	65,453**	50,795**	67,410 ^{NS}	100730987,96**
E*C	1	2,481 ^{NS}	3,210 ^{NS}	1,183 ^{NS}	174684,99 ^{NS}
E*D	2	3,538 ^{NS}	0,027 ^{NS}	36,123**	85248,22 ^{NS}
E*N	3	1,179 ^{NS}	0,603 ^{NS}	29,592**	4223995,00*
C*D	2	1,033 ^{NS}	0,054 ^{NS}	73,684 ^{NS}	114119,17 ^{NS}
C*N	3	10,970*	2,700 ^{NS}	2,739 ^{NS}	956473,68 ^{NS}
D*N	6	3,328 ^{NS}	1,079 ^{NS}	7,376 ^{NS}	494225,72 ^{NS}
E*C*D	2	0,153 ^{NS}	0,894 ^{NS}	1,430 ^{NS}	490029,35 ^{NS}
C*D*N	6	10,207 ^{NS}	1,235 ^{NS}	4,078 ^{NS}	683169,35 ^{NS}
E*D*N	6	19,160 ^{NS}	2,358 ^{NS}	11,044 ^{NS}	1899188,54 ^{NS}
E*C*N	3	3,984 ^{NS}	2,500 ^{NS}	7,526 ^{NS}	711046,77 ^{NS}
E*C*D*N	6	7,530 ^{NS}	1,439 ^{NS}	5,093 ^{NS}	683169,35 ^{NS}
Erro	94	90,887	1,146	7,258	1192548,36
CV (%)		4,97	10,39	47,36	15,73
Média Geral		1,98	1,03	5,69	6941,10

** P≤0,01; * P≤0,05; ^{NS} Não significativo.

A seguir são apresentados os resultados considerando as características que mostraram significância das fontes de variação na análise conjunta.

4.2.1 Altura de plantas e de espigas

No espaçamento de 0,90 m obteve-se uma maior altura de planta que o de 0,45 m (Tabela 14). Esse resultado concorda com o obtido por Manfron (1985), que avaliando os espaçamentos de 0,70 m, 0,90 m e 1,10 m, encontrou as maiores alturas de planta, no maior espaçamento. Resende (2003), utilizando os espaçamentos de 0,45 m, 0,70 m e 0,90 m, chegou a resultados semelhantes.

TABELA 14. Médias de altura de plantas (m), em função de dois espaçamentos entre linhas, considerando duas cultivares, três densidades de plantas e das quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Espaçamentos (m)	Médias
0,90	2,00 a
0,45	1,96 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de “ F” ($P \leq 0,05$).

Na Tabela 15 estão relatados as médias de altura de plantas em função das épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. Para a cultivar TORK ocorreu diferença significativa para a altura de plantas, considerando as épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. As maiores médias ocorreram quando foram realizadas duas aplicações com 4-5 folhas e 7-8 folhas ou quando toda a cobertura foi aplicada quando a planta estava com 6-7 folhas. Para a cultivar P 30K75, também houve diferença significativa, tendo a menor média de altura de planta sido obtida no tratamento com ausência de aplicação da adubação de cobertura e a maior, quando a adubação de cobertura foi feita após o plantio, quando a planta estava com 6-7 folhas. Houve diferença significativa entre as cultivares somente quando as adubações de cobertura foram feitas após o plantio (duas aplicações com 4-5 folhas e 7-8 folhas e quando a planta estava com 6-7 folhas).

TABELA 15. Médias de altura de plantas (m) de cultivares de milho em função de quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada considerando dois espaçamentos entre linhas e três densidades de plantas. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Época de aplicação da cobertura nitrogenada *	TORK	P 30K75	Médias
40 S + 120 (6-7 F)	2,11 aA	2,12 aB	2,12
40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)	2,12 aA	2,02 bB	2,07
40 S + 120 AS	1,88 bA	1,93, cA	1,91
40 S + 0	1,84 bA	1,82 dA	1,83
Médias	1,99	1,97	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha, diferem entre si, pelo teste de “F” ($P \leq 0,05$).

* 40 S + 0 = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura, sem nenhuma cobertura; 40 S + 120 AS = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N após a semeadura; 40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg.ha⁻¹ de N com 4 a 5 folhas + 60 kg.ha⁻¹ de N com 7 a 8 folhas; 40 S + 120 (6-7 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N com 6 a 7 folhas.

Quanto à altura de plantas, a cultivar TORK mostrou uma maior altura de espigas que a cultivar P 30K75. Vale ressaltar que a cultivar TORK é precoce e a cultivar P 30K75 é semi-precoce (Tabela 16). Esse resultado contraria os obtidos por Oliveira (1989) que observou que cultivares mais tardias apresentam maior altura de espigas, quando comparadas a materiais mais precoces.

TABELA 16. Médias de altura de espigas (m), em função de duas cultivares, considerando dois espaçamentos entre linhas, três densidades de plantas, das quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Cultivares	Médias
TORK	1,05 a
P 30K75	1,01 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de F ($P < 0,01$).

Os dados relativos aos efeitos da cobertura nitrogenada sobre altura de espigas são mostrados na Tabela 17. A maior média de altura de espigas foi obtido no tratamento com a adubação de cobertura feita após o plantio, quando a planta estava com 6-7 folhas e as menores médias com ausência de aplicação de adubação em cobertura e quando a adubação nitrogenada foi aplicada por ocasião da semeadura.

TABELA 17. Médias de altura de espigas (m), em função de quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, considerando dois espaçamentos entre linhas, duas cultivares e três densidades de plantas. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Época de aplicação da cobertura nitrogenada *	Médias
40S + 120 (6-7 F)	1,14 a
40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)	1,12 b
40 S + 120 AS	0,97 c
40 S + 0	0,90 c

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

* 40 S + 0 = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura, sem nenhuma cobertura; 40 S + 120 AS = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N após a semeadura; 40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg.ha⁻¹ de N com 4 a 5 folhas + 60 kg.ha⁻¹ de N com 7 a 8 folhas; 40 S + 120 (6-7 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N com 6 a 7 folhas.

4.2.2 Plantas acamadas e quebradas

Foi encontrada uma relação linear entre a porcentagem de plantas acamadas e quebradas com a densidade de plantas utilizadas, nos dois espaçamentos (Figura 6). No espaçamento de 0,45 m constatou-se que, para um aumento de 1.000 plantas.ha⁻¹ na densidade, foi verificado um acréscimo de 0,198 unidade na porcentagem de plantas acamadas e quebradas. Pela equação obtida para o espaçamento de 0,90 m detectou-se que, para um aumento de 1.000 plantas.ha⁻¹ na densidade, foi verificado um acréscimo de 0,31 unidade na porcentagem de plantas acamadas e quebradas.

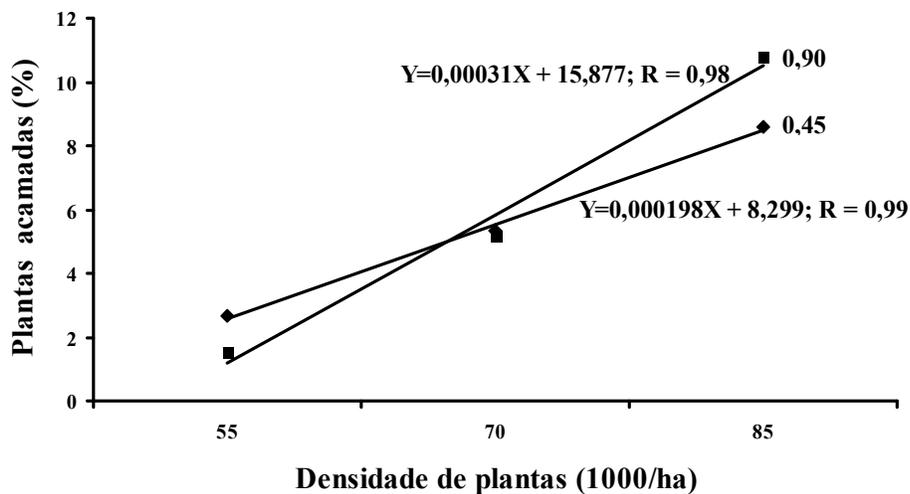


FIGURA 6. Representação gráfica da equação de regressão para plantas acamadas e quebradas (%), em função das densidades de plantas, nos dois espaçamentos. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Para o espaçamento de 0,45 m não ocorreu diferença na porcentagem de plantas acamadas e quebradas, nas diferentes épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. No espaçamento de 0,90 m, houve diferença significativa e, quando a adubação de cobertura foi feita em duas aplicações com 4-5 folhas e 7-8 folhas

ou tudo aplicado quando a planta estava com 6-7 folhas, a porcentagem de plantas acamadas e quebradas foi maior que nos demais tratamentos. Entre os espaçamentos, houve apenas diferença significativa na porcentagem de plantas acamadas e quebradas para o tratamento no qual a adubação de cobertura foi feita em duas aplicações com 4-5 folhas e 7-8 folhas (Tabela 18).

TABELA 18. Médias de plantas acamadas e quebradas (%), em dois de espaçamento entre linhas de milho, em função de quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, considerando duas cultivares e três densidades de plantas. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Época de aplicação da cobertura nitrogenada *	0,45	0,90	Médias
40 S + 120 (6-7 F)	6,05 aA	7,16 aA	6,61
40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)	4,48 aA	6,96 aB	5,72
40 S + 120 AS	6,12 aA	4,89 bA	5,51
40 S + 0	5,49 Aa	4,34 bA	4,91
Médias	5,54	5,84	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha, diferem entre si, pelo teste de "F" ($P \leq 0,05$).

* 40 S + 0 = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura, sem nenhuma cobertura; 40 S + 120 AS = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N após a semeadura; 40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg.ha⁻¹ de N com 4 a 5 folhas + 60 kg.ha⁻¹ de N com 7 a 8 folhas; 40 S + 120 (6-7 F) = 40 kg.ha⁻¹ de N na semeadura + 120 kg.ha⁻¹ de N com 6 a 7 folhas.

4.2.3 Produtividade de grãos

No espaçamento de 0,45 m, a menor produtividade foi obtida na ausência da cobertura nitrogenada; já no espaçamento de 0,90 m, a menor produtividade foi obtida na ausência da cobertura nitrogenada e na adubação nitrogenada de cobertura feita por ocasião da semeadura. As maiores produtividades de grãos em ambos os espaçamentos foram obtidas nas adubações de cobertura feitas após o plantio, isto é, duas aplicações de cobertura com 4-5 folhas e 7-8 folhas (40S + 60 (4-5F) + 60 (7-8F)) e apenas uma aplicação com 6-7 folhas (40S + 120 (6-7F)) (Tabela 19). Entre os espaçamentos, houve diferença significativa na produtividade de grãos apenas no tratamento em que houve ausência de adubação nitrogenada em cobertura.

Assim, nas condições ambientais em que foi realizado o trabalho, são inviáveis a não aplicação da cobertura nitrogenada e a aplicação de toda a cobertura nitrogenada por ocasião da semeadura. Esses dados diferem dos obtidos por Borges (2003), que verificou que a antecipação da cobertura nitrogenada para logo após a semeadura proporciona produtividades de grãos semelhantes às obtidas quando esta é aplicada em outros estádios fenológicos do milho. Vale ressaltar que, durante a condução dos experimentos de Borges (2003), as precipitações foram bem distribuídas e em intensidades suficientemente adequadas para o bom desenvolvimento da cultura do milho. Por outro lado, os resultados obtidos neste trabalho concordam com os de Sousa (1999), que observou que a antecipação da adubação de cobertura no plantio, proporciona rendimentos menores que quando parcelada em uma ou duas vezes.

Vale ressaltar que o nitrogênio presente na solução do solo na forma de nitrato é consideravelmente lixiviado sob condições de excesso de precipitação. Bortolini et al. (2001), cultivando milho com e sem excesso hídrico e altas doses de nitrogênio, verificaram maior perda de N por lixiviação quando aplicaram

água em excesso na cultura (lâmina d'água 50% superior à considerada adequada), simulando os efeitos da ocorrência de chuvas intensas.

TABELA 19. Médias de produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em dois espaçamentos entre linhas de milho, em função de quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, considerando duas cultivares e três densidade de plantas. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Época de aplicação da cobertura nitrogenada *	0,45	0,90	Médias
40 S + 120 (6-7 F)	8454,27 aA	8562,95 aA	8508,61
40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F)	8521,11 aA	7910,32 aA	8215,57
40 S + 120 AS	5815,59 bA	5965,45 bA	5890,51
40 S + 0	4619,17 cB	5680,21 bA	5149,69
Médias	6852,54	7029,66	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha, diferem entre si, pelo teste de "F" ($P \leq 0,05$).

* 40 S + 0 = 40 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N na semeadura, sem nenhuma cobertura; 40 S + 120 AS = 40 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N na semeadura + 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N após a semeadura; 40 S + 60 (4-5 F) + 60 (7-8 F) = 40 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N na semeadura + 60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N com 4 a 5 folhas + 60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N com 7 a 8 folhas; 40 S + 120 (6-7 F) = 40 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N na semeadura + 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N com 6 a 7 folhas.

Não foram observadas diferenças significativas na produtividade de grãos entre as densidades de 55, 70 e 85 mil plantas. ha^{-1} (Tabela 20). Resende (2003), avaliando três densidades de semeadura, 55, 70 e 90 mil plantas. ha^{-1} em dois anos agrícolas, observou que, no ano agrícola de 2000/01, não foram houve diferenças para produtividade de grãos entre as densidades utilizadas, porém, no ano agrícola de 2001/02, as densidades de 70 e 90 mil plantas. ha^{-1} foram as mais promissoras para produtividade de grãos.

Também não foram encontradas diferenças significativas entre as cultivares TORC e 30K75 (Tabela 21).

TABELA 20. Médias de produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em função três densidade de plantas, considerando dois espaçamentos entre linhas, duas cultivares e quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Densidades	Médias
55 mil	6659,43 a
70 mil	7142,11 a
85 mil	7021,75 a

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de F ($P<0,05$).

TABELA 21. Médias de produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em função de duas cultivares, considerando dois espaçamentos entre linhas, três densidades de plantas e quatro épocas de aplicação da cobertura nitrogenada. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Cultivares	Médias
P 30K75	6954,32 a
TORK	6927,88 a

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de F ($P<0,05$).

Em estudos de espaçamento entre fileiras, densidade de plantas e época de aplicação de adubação nitrogenada em milho, observam-se, freqüentemente, resultados contraditórios e pouco conclusivos, pois são acentuadamente afetados pelas condições ambientais. Assim, trabalhos de pesquisa nessas áreas dificilmente poderão ser extrapolados para outras regiões, além daquela onde foram realizados.

5 CONCLUSÕES

Independente do local, híbrido, espaçamento e densidade, o parcelamento da adubação de cobertura nitrogenada contribui decisivamente para o aumento da produtividade de grãos.

Em Dianópolis, TO, constatou-se aumento linear na produtividade de grãos em função do aumento na densidade de plantas, o que não ocorreu no experimento conduzido em Lavras, MG.

O espaçamento de 0,45 m proporciona maior produtividade de grãos em Dianópolis, TO.

A cultivar P 30K75 foi mais produtiva em Dianópolis, TO. Já em Lavras, MG, as duas cultivares tiveram comportamento semelhante para esta característica.

A ausência da adubação nitrogenada de cobertura reduz a altura de plantas.

Em Dianópolis, TO, maior densidade de semeadura e redução de espaçamento proporcionou maior altura de plantas e espigas.

Em Lavras, MG, maiores espaçamento entre fileiras de plantas proporciona maior altura de plantas e, independentemente do espaçamento e híbridos, ocorre uma maior porcentagem de plantas acamadas e quebradas, com o aumento da densidade de plantas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. (Coord.). **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Pallotti, 1997. p. 76-111.

ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JUNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIGDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1. p. 23-29, jan./mar. 2000.

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; BARBOSA, J. C. Influência do espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada nas características produtivas em cultura do milho sob alta tecnologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002. 1 CD-ROM.

ARGENTA, G. S.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; NETO, V. B. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 1-78, jan. 2001.

ARNON, I. **Mineral nutrition of mayze**. Bern: Intemational Potash Institute, 1975. 452 p.

AULAKH, M. S.; DORAN, J. W.; WALTERS, D. T. et al. Crop residue type and placement effects on denitrification and mineralization. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 55, n. 4, p. 1020-1025, July/Aug. 1991.

BARBOSA, J. A. **Influência de espaçamento e arquitetura foliar no rendimento de grãos e outras características agronômicas do milho (*Zea mays* L.)**. 1995. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BORGES, I. D.; **Avaliação de épocas de aplicação de cobertura nitrogenada, fontes de nitrogênio e de espaçamentos entre linhas na cultura do milho**. 2003. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; MARCOLAN, A. L.; DURIGON, R. Manejo do nitrogênio do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de solo no inverno, no sistema de plantio direto. In: FERTIBIO, 1998, Caxambu. **Anais...** Caxambu: [s. n], 1998. p. 145.

BORTOLINI, C. G. Influência do espaçamento entre linhas e do estande de planta de milho sobre o rendimento de grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2002. 1 CD-ROM.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F. da; 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**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1101-1106, set. 2001.

BROWN, R. H.; BEATY, E. R.; ETHREDGE, W. J.; HAYES, D. D. Influence of row width and population on yield of two varieties of corn (*Zea mays* L.) **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, n. 6, p. 767-770, Nov./Dec. 1970.

CAMARGO, F. A. O.; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Potencial de mineralização do nitrogênio em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 575-579, out./dez. 1997.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1993a. p. 147-196.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. Nutrição e adubação: seja doutor do seu milho. **Arquivo do Agrônomo Potafos**, Piracicaba, n. 2, set. 1995.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro do Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

COUTINHO, E. L. M.; JÚNIOR, A. F.; SOUZA, E. C. A.; CARNIER, P. E. Aplicação de uréia na cultura do milho: efeitos de doses, modo de aplicação e parcelamento. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 239-246, dez. 1987.

CRUZ, J. C. Manejo de solos em sucessão de culturas. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 5., 1999, Barretos. **Anais...** Barretos: CATI/IEA, 1999. p. 39-49.

DERPSCH, R. **Controle da erosão no Paraná, Brasil:** sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Rossdorf: Verlagsgesellschaft, 1992. 268 p.

DINIZ, W. R. **Efeitos de cultivares, espaçamentos e níveis de potássio no rendimento de massas e qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.).** 1996. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DINIZ, J. A. **Desempenho de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em áreas de plantio convencional e direto, sob diferentes densidades de semeadura.** Jaboticabal, 1999. 117 p.

DOZZA, M. **Influência da densidade de semeadura na seleção e expressão dos caracteres prolificidade e produção de grãos na população de milho (*Zea mays* L.) CMS – 39.** 1997. 67 p. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DWYER, L. M.; STEWART, D. W. Changes in plant density dependence of maize (*Zea mays* L.) hybrids, 1959 to 1988. **Canadian Journal Plant Science**, Quebec, v. 71, n. 1, p. 1-11, Jan. 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. (Brasília, DF). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** 2. ed. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 204 p.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de N em cobertura na cultura do milho em 2 épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 71-7, jan./mar. 1997.

FANCELLI, A. L. **Fisiologia da produção do milho.** Piracicaba: Aldeia Norte, 1995.

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

FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2005. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br>>. Acesso em: 05 junho. 2005.

FERNANDES, R. N.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E, BUZETTI, S.; ANDRADE, J. A. C.; AGUIAR, E. C. Manejo do Solo e Época de Aplicação de Nitrogênio no Desenvolvimento e Rendimento do Milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002. 1 CD-ROM .

FERREIRA, D. F.; **SISVAR: Sistema de análise de variância**. Versão 3.04, Lavras/DEX, 2000.

FINK, R. J.; WESLEY, D. Corn yield as affected by fertilization and tillage system. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, n. 1, p. 70-71, Jan./Feb. 1974.

FONSECA, A. H. **Características químicas e agronômicas associadas a degradabilidade da silagem de milho**. 2000. 93 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273 p.

FRANÇA, G. E.; REZENDE, M.; ALVES, V. M. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Comportamento de cultivares de milho sob irrigação com diferentes densidades de plantio e doses de nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 1990, Vitória. **Resumos...** Vitória, 1990. p. 106

FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M.; RESENDE, M.; BAHIA FILHO, A. F. C. Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho irrigado. In: CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO. **Relatório anual**: 1992-1993. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1994. p. 28-30.

GUILHERME, L. R. G.; VALE, F. R.; GUEDES, G. A. **Fertilidade do solo**: Dinâmica e disponibilidade de nutrientes. Lavras: ESAL/FAEPE, 1995. 171 p.

HARPER, L. A.; SHARPE, R. R. Nitrogen dynamics in irrigated corn: Soil-plant nitrogen and atmospheric ammonia transport. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 4, p. 669-675, July/Aug. 1995.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. D.; FABRÍCIO, A. D.; DEDECEK, R.; ALVES JUNIOR, M. perdas por erosão e rendimentos de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo de um latossolo roxo de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 667-676, out./dez 1997.

IVANKO, S. Recent progress in the use of ^{15}N in research on nitrogen balance studies sin soiplant relationship. In: IAEA. **Isotope and radiation in soil-plant relationship includid forestry**. Vienn, 1972. p. 483-497.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, Jan./Feb. 1998.

JORGE, J. A. **Solo** – manejo e adubação. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 307 p.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFÒS, 1989. 153 p.

MACHADO, E.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V.; SILVA, W. J.; TEIXEIRA, J. P. F. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 6, p. 825-833, jun. 1982.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola** – adubos e adubação. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MANFRON, P. A. **Análise quantitativa do crescimento do cultivar AG 401 (*Zea mays* L.) sob diferentes sistemas de preparo do solo e população de plantas**. 1985. 120 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MARCANO, F.; OHEP, C. Respueta del cultivo de maiz a tres practicas de labranza, dos fuentes nitrogenadas y tres formas de aplicacion del nitrogeno. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 47, n. 1, p. 61-85, ene./mar. 1997.

MARY, B.; RECOUS, S.; DARWIS, D.; ROBIN, D. Interactions between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 181, n. 1, p. 71-82, Apr. 1996

MELO, F. A. F. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p.

MEROTTO Jr., A.; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. Aumento do rendimento de grãos de milho proporcionado pelo aumento na população de plantas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 194.

MEROTTO Jr., A.; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 23-29, out./dez. 1997.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura do milho**. Castro: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 2000. p. 1-2.

MORAIS, A. R. de **Efeitos de cultivares, espaçamentos e densidades no rendimento forrageiro visando a produção de silagem de milho (*Zea mays* L.)**.1991. 97 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MOSS, D. N.; MUSSGRAVE, R. B.; LEMON, E. R. Photosynthesis under field conditions. III. Some effects of light, carbon dioxide, temperature and soil moisture on photosynthesis, respiration and transpiration of corn. **Crop Science**, Madison, v. 1, p. 83-87, Jan./Feb. 1961.

MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamento entre linhas e de populações de plantas de milho (*Zea mays* L.) de tipo precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agrônômica**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 13-17, 1978.

OLIVEIRA, M. D. X. **Comportamento da cultura do milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas de semeadura nas regiões centro e norte de Mato Grosso do Sul**. 1990. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, J. M. VAZ. **O milho**. Lisboa: Clássica Editora, 1984. 218 p.

OSAKI, M. Comparison of productivity between tropical and temperate maize. 2. parameters determining the productivity in relation to the amount of nitrogen absorbed. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 41, n. 3, p. 451-459, Sept. 1995.

OTTOMAN, M. J.; WELCH, L. F. Supplemental radiation effects on senescence, plant nutrients and yield of field grown corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 4, p. 619-626, July/Aug. 1988.

PAIVA, L. E. **Influência de Níveis de Nitrogênio, espaçamento e densidade no rendimento forrageiro e qualidade da silagem milho (*Zea mays* L.)**.1992.

81 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PASZKIEWICZ, S. Narrow row spacing influence on corn yield. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 51., 1996, Chicago. **Proceedings...** Chicago, IL, 1996. p. 130-138.

PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. rev. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FARINELLI, R.; FORNASIERI FO, D. Comportamento de genótipos de milho em função do espaçamento e da densidade de populacional nos períodos de safrinha e safra. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2002.

PENDLETON, J. Cultural practices: plant density and row spacing for corn. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 20., 1965, Chicago. **Proceedings...** Chicago, IL, 1965. p. 51-58.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Práticas culturais do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. p. 134-204.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. P. Produtividade e prolificidade de três cultivares de milho em sistema de consórcio com o feijão comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 745-751, maio 1993.

PIONEER SEMENTES. Disponível em: <<http://www.pioneer.com/brasil>>. Acesso em: 22 de fevereiro. 2005.

RAO, T. P.; ITO, O.; MATSUNAGA, R.; YONEYAMA, T. Kinetics of ¹⁵N-Labelled nitrate uptake by maize (*Zea mays* L.) Root Segments. **Soil Science of Plant Nutrition**, Tokyo, v. 43, n. 3, p. 491-498, Sept. 1997..

RAIJ, B. V. Nitrogênio. In: **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafós, 1991. Cap. 9, p. 163-179.

RESENDE, S. G.; **Alternativas de espaçamentos entre fileiras e densidades de plantas no cultivo do milho.** 2003. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIBEIRO, P. H. E. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do Estado de Minas Gerais.** 1998. 126 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corns plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension service, 1993. 21 p. (Special Report ; n. 48).

RIZZARDI, M. A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R. C. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 29, n. 8, p. 1231-1236, ago. 1994.

RIZZARDI, M. A.; PIRES, J. L. Resposta de cultivares de milho à distribuição de plantas na linha, com e sem controle de plantas daninhas. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 13-17, jan./mar. 1996.

ROSSMANN, E. C.; COOK, R. L. Soil preparation and date, rate and pattern of planting. In: PIERRE, W. H.; ALDRICH, S. A.; MARTIN, W. P. (Ed.). **Advances in corn production, principles and practices.** Iowa: State University Press, 1966. p. 53-101.

SÁ, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: FERTIBIO, 1998, Caxambu. **Anais...** Caxambu: [s. n], 1998. p. 32.

SÁ, J. C. M. Parâmetros para recomendação de calagem e adubação no sistema de plantio direto. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Pato Branco. **Resumos...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997. p. 63-81.

SALTON, J.; HERNANI, K. C.; FONTES, S. Z. **Sistema de plantio direto.** Coleção 500 perguntas e 500 Respostas. EMBRAPA-CPAO. Anais. Dourados, MS, 1996. 40 p.

SANGOI, L. Arranjo de plantas e características agronômicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 25, n. 7, p. 945-953, jul. 1990.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: Na important issue to maximize grain yeld. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, jan./fev. 2001.

SANGOI, L.; LECH, V.A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C. Acumulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 259-267, mar. 2002

SCHERER, E. E. Avaliação de fontes e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do milho no sistema de plantio direto. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 48-53, jan./mar. 2001.

SCHULEECK, F. E.; YOUNG, H. G. Equidistant corn planting. **Crop Soils Magazine**, Madison, v. 22, n. 6, p. 12-14, Nov./Dec. 1970.

SILVA, B. G.; CORRÊA, L. A. Cultivares de milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 13-14, 1990.

SOBRINHO, J. S. **Comportamento da cultura de milho (*Zea mays* L.) Piranão em diferentes níveis de nitrogênio, espaçamento e densidades.** 1981. 110 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUSA, L. O. V. **Sistemas de cultivo, épocas de semeadura e doses de nitrogênio na produção de grãos de milho.** 2002. 44 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, J. A.; PAES, J. M. V.; ZITO, R. Efeito da época de realização da cobertura nitrogenada com sulfato de amônio e uréia na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2002a. 1 CD-ROM.

SOUZA, J. A.; TEIXEIRA, M. R.; PAES, J. M. V.; ZITO, R. Efeito da época de aplicação e do parcelamento do nitrogênio no rendimento do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2002b. 1 CD-ROM.

SOUZA, A. C. **Parcelamento e época de aplicação de nitrogênio e seus efeitos em características agrônômicas de milho.** 1999. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TEASDLE, J. R. Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. **Weed Technology**, Lawrence, v. 9, n. 1, p. 113-118, Jan./Mar 1995.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers**. 5. Ed. New York, 1993. 634 p.

VASQUEZ, G. H.; SILVA, M. R. R. Influência de espaçamento entre linhas de semeadura em híbrido simples de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2002. 1 CD-ROM.

VIANA, A. C.; SILVA, A. F. da; MEDEIROS, J. B. de; CRUZ, J. C.; CORREA, L. A. Práticas culturais. In: EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Cultura do Milho**. Brasília, 1983. p. 87-89.

WAGGER, M. G.; DENTON, H. P. Crop and tillage rotations - grain-yield, residue cover, and soil-water. **Soil Science society of America Journal**, Madison, v. 56, n. 4, p. 1233-1237, July/Aug. 1992.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 71, p. 1-3, set. 1995.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho: quanto, como e quando aplicar. **Informações Agronômicas Potafos**, Piracicaba, n. 74, p. 1-5, dez, 1996.

7 ANEXOS

ANEXO A

	Página
TABELA 1A. Resumo da análise de variância envolvendo o experimento de 0,45 m para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA), em porcentagem e produtividade de grãos (Prod.), em kg.ha ⁻¹ . Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.	65
TABELA 2A. Resumo da análise de variância envolvendo o experimento de 0,90 m para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA), em porcentagem e produtividade de grãos (Prod.), em kg.ha ⁻¹ . Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.	66
TABELA 3A. Resumo da análise de variância envolvendo o experimento de 0,45 m para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA), em porcentagem e produtividade de grãos (Prod.), em kg.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras, MG, 2005.	67
TABELA 4A. Resumo da análise de variância envolvendo o experimento de 0,90 m para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA), em porcentagem e produtividade de grãos (Prod.), em kg.ha ⁻¹ . UFLA, Lavras, MG, 2005.	68

TABELA 1A. Resumo da análise de variância envolvendo o experimento de 0,45 m para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA), em porcentagem e produtividade de grãos (Prod.), em kg.ha⁻¹. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Fonte de variação	GL	QM			
		AP	AE	PA	Prod.
Blocos	2	2,323 ^{NS}	0,195 ^{NS}	4,789 ^{NS}	2874947,80 ^{NS}
Cultivares (C)	1	11,842 [*]	1,100 ^{NS}	299,309 ^{**}	3734639,95 ^{NS}
Densidades (D)	2	0,394 ^{NS}	0,340 ^{NS}	1,145 ^{NS}	2973320,87 ^{NS}
Época Cob. (N)	3	16,773 ^{**}	6,107 ^{NS}	62,056 ^{**}	20586058,00 ^{**}
C*D	2	2,349 ^{NS}	1,098 ^{NS}	3,253 ^{NS}	317461,98 ^{NS}
C*N	3	2,098 ^{NS}	2,880 ^{NS}	20,831 ^{NS}	842035,99 ^{NS}
D*N	6	1,391 ^{NS}	3,295 ^{NS}	29,690 ^{**}	530747,89 ^{NS}
C*D*N	6	3,344 ^{NS}	2,288 ^{NS}	7,892 ^{NS}	1309976,55 ^{NS}
Erro	46	1,984	2,430	8,713	1486611,52
CV (%)		7,78	17,79	77,00	18,28
Média Geral		1,81	0,88	3,83	6669,74

** P≤0,01; * P≤0,05; ^{NS} Não significativo.

TABELA 2A. Resumo da análise de variância envolvendo o experimento de 0,90 m para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA), em porcentagem e produtividade de grãos (Prod.), em kg.ha⁻¹. Fazenda Agropecuária Gross, Dianópolis, TO, 2005.

Fonte de variação	GL	QM			
		AP	AE	PA	Prod.
Blocos	2	0,340 ^{NS}	0,430 ^{NS}	9,085 ^{NS}	1619013,41 ^{NS}
Cultivares (C)	1	18,000 ^{**}	1,100 ^{NS}	183,744 ^{**}	1308495,52 ^{NS}
Densidades (D)	2	10,494 ^{**}	4,953 [*]	4,906 ^{NS}	10295036,74 ^{**}
Época Cob. (N)	3	5,285 [*]	2,400 ^{NS}	14,303 ^{NS}	15504248,54 ^{**}
C*D	2	4,062 ^{NS}	1,640 ^{NS}	18,254 ^{NS}	391849,06 ^{NS}
C*N	3	2,756 ^{NS}	2,177 ^{NS}	12,431 ^{NS}	602157,97 ^{NS}
D*N	6	0,464 ^{NS}	0,283 ^{NS}	4,596 ^{NS}	831713,75 ^{NS}
C*D*N	6	1,463 ^{NS}	0,890 ^{NS}	8,363 ^{NS}	1652440,80 ^{NS}
Erro	46	1,525	1,127	7,986	904567,85
CV (%)		7,01	12,54	74,57	16,38
Média Geral		1,76	0,85	3,79	5806,67

** P≤0,01; * P≤0,05; ^{NS} Não significativo.

TABELA 3A. Resumo da análise de variância envolvendo o experimento de 0,45 m para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA), em porcentagem e produtividade de grãos (Prod.), em kg.ha⁻¹. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fonte de variação	GL	QM			
		AP	AE	PA	Prod.
Blocos	2	1,581 ^{NS}	0,052 ^{NS}	7,606 ^{NS}	2469059,60 ^{NS}
Cultivares (C)	1	3,467 ^{NS}	8,067 ^{**}	5,992 ^{NS}	33620,83 ^{NS}
Densidades (D)	2	2,162 ^{NS}	0,665 ^{NS}	211,740 ^{**}	1120677,01 ^{NS}
Época Cob. (N)	3	36,126 ^{**}	28,273 ^{**}	10,301 ^{NS}	68477335,24 ^{**}
C*D	2	0,107 ^{NS}	0,688 ^{NS}	0,262 ^{NS}	206579,59 ^{NS}
C*N	3	0,708 ^{NS}	1,049 ^{NS}	6,017 ^{NS}	828769,33 ^{NS}
D*N	6	2,676 ⁸	2,922 [*]	11,951 ^{NS}	1217880,77 ^{NS}
C*D*N	6	2,562 ^{NS}	2,002 ^{NS}	5,694 ^{NS}	1662036,44 ^{NS}
Erro	46	1,138	1,082	8,697	1514771,66
CV (%)		5,44	10,27	53,27	17,96
Média Geral		1,96	1,01	5,53	6852,54

** P≤0,01; * P≤0,05; ^{NS} Não significativo.

TABELA 4A. Resumo da análise de variância envolvendo o experimento de 0,90 m para as médias de altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), em metros, plantas acamadas e quebradas (PA), em porcentagem e produtividade de grãos (Prod.), em kg.ha⁻¹. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fonte de variação	GL	QM			
		AP	AE	PA	Prod.
Blocos	2	0,730 ^{NS}	5,748 ^{NS}	4,096 ^{NS}	2231643,81 ^{NS}
Cultivares (C)	1	0,133 ^{NS}	0,094 ^{NS}	0,828 ^{NS}	166231,86 ^{NS}
Densidades (D)	2	0,440 ^{NS}	0,946 ^{NS}	27,800 ^{**}	1994420,66 ^{NS}
Época Cob. (N)	3	29,720 ^{**}	22,720 ^{**}	37,053 ^{**}	36477647,72 ^{**}
C*D	2	0,486 ^{NS}	0,260 ^{NS}	4,852 ^{NS}	397568,93 ^{NS}
C*N	3	4,276 ^{**}	4,152 [*]	4,249 ^{NS}	838751,12 ^{NS}
D*N	6	1,072 ^{NS}	0,514 ^{NS}	6,470 ^{NS}	1175533,49 ^{NS}
C*D*N	6	0,394 ^{NS}	0,673 ^{NS}	3,484 ^{NS}	550268,35 ^{NS}
Erro	46	0,827	1,134	5,756	908353,37
CV (%)		4,55	10,17	41,97	13,56
Média Geral		2,00	1,05	5,84	7029,66

** P≤0,01; * P≤0,05; ^{NS} Não significativo.