

**ANÁLISE AGRONÔMICA E ECONÔMICA DE
SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MILHO**

ANTONIO ARIEL CANEDO RIVERA

2006

ANTONIO ARIEL CANEDO RIVERA

**ANÁLISE AGRONÔMICA E ECONÔMICA
DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências 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
2006

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

Canedo Rivera, Antonio Ariel

Análise agronômica e econômica de sistemas de produção de milho /
Antonio Ariel Canedo Rivera.– Lavras : UFLA,
2006.

76 p. : il.

Orientador: Renzo Garcia Von Pinho.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Investimento. 3. Desempenho agronômico. 4. Aspecto econômico.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.15

ANTONIO ARIEL CANEDO RIVERA

**ANÁLISE AGRONÔMICA E ECONÔMICA
DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MILHO**

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

APROVADA em 06 de Março de 2006

Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho UFLA

Profa. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho UFLA

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

*Aos meus pais, Maria Adela Rivera Gutiérrez de Canedo e
Ariel Canedo Vidaurre, pelos ensinamentos e infinita bondade.*

*Aos meus irmãos, Juan José, Maria Isabel, Maria Nidia e Zonia del
Carmen, pelo carinho e apoio constante.*

DEDICO!

*À minha esposa Katiusha, pelo amor, compreensão e companheirismo.
Aos meus amados filhos, Katiusha Isabel e Ariel Lautaro, razão de minha vida.*

OFEREÇO!

AGRADECIMENTOS

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

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

Ao Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA) da Bolívia, pelo incentivo e liberação para minha capacitação.

Ao Lic. Diego Montenegro Ernst, pela cooperação e amizade.

Ao professor Renzo Garcia Von Pinho, pelas sugestões, orientação e apoio.

Ao professor Ricardo Pereira Reis, pela valiosa orientação.

Aos professores do Departamento de Agricultura, pelo ensinamento, aprendizado, colaboração e convivência.

Ao Dr. Manoel Xavier dos Santos, pelo apoio oportuno e amizade.

Aos colegas da Pós-Graduação, pelos momentos de convivência, de aula, ajuda mútua e aprendizado.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura e, em especial, ao Marcinho, pela colaboração.

Aos colegas e amigos do Grupo do Milho, pela colaboração e amizade.

Ao colega Eric Batista Ferreira, pela amizade e orientação no trabalho experimental.

À família de José Tomé Neto e Janete Maria Ferreira Tomé, pelo seu carinho, apoio e por me fazer sentir como parte dessa família.

Aos amigos da república: João “Cebola”, Gustavo “Lacraia”, Thiago “Rufião” e Daniel “Calouro”, pela amizade e tempo compartilhado.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha superação profissional e pessoal.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1	01
1 Introdução geral	01
2 Referencial teórico	04
2.1 Nutrição e adubação do milho	04
2.2 Cultivares de milho	08
2.3 Densidade de plantio	10
2.4 Tecnologia de produção de milho	11
3 Referências bibliográficas	14
CAPÍTULO 2: Avaliação agronômica da cultura do milho em diferentes níveis de investimento	19
1 Resumo	20
2 Abstract	21
3 Introdução	22
4 Material e métodos	25
4.1 Caracterização da área experimental	25
4.2 Material genético utilizado	27
4.3 Detalhes experimentais	28
5 Resultados e discussão	32
6 Conclusões	45
7 Referências bibliográficas	46
CAPÍTULO 3: Análise econômica da cultura do milho em diferentes níveis de investimento	50

1	Resumo	51
2	Abstract	53
3	Introdução	54
4	Material e métodos	56
4.1	Caracterização da área experimental	56
4.2	Material genético utilizado	58
4.3	Detalhes experimentais	59
5	Resultados e discussão	63
6	Conclusões	74
7	Referências bibliográficas	75

RESUMO GERAL

CANEDO RIVERA, Antonio Ariel. **Análise agronômica e econômica de sistemas de produção de milho.** 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Este trabalho foi realizado no ano agrícola 2004/2005, na Universidade Federal de Lavras, MG, visando avaliar o desempenho agronômico e econômico do cultivo do milho, considerando cultivares em dois níveis de investimento, três níveis de adubação e duas densidades de semeadura. Foram instalados dois experimentos, um deles com densidade de 55.000 plantas ha⁻¹ e outro com 65.000 plantas ha⁻¹. Os três níveis de adubação foram: (1) 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20, em cobertura; (2) 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20, em cobertura e (3) 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 e 150 kg ha⁻¹ de uréia, em cobertura. Cinco cultivares foram destinadas ao cultivo em baixo investimento e quatro destinadas ao cultivo em alto investimento. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 9 (cultivares) x 3 (níveis de adubação). Os dados obtidos na avaliação agronômica foram submetidos à análise de variância conjunta envolvendo os dois experimentos com diferentes densidades de semeadura. Os resultados permitiram concluir que a maior adubação (nível três) proporciona aumento significativo na produtividade de grãos e na altura das plantas. O aumento da densidade de plantio de 55.000 pl ha⁻¹ para 65.000 pl ha⁻¹ não influencia a produtividade de grãos, mas interfere na altura de plantas e de espigas e na prolificidade. O híbrido simples P30F33 foi o mais produtivo, independentemente do nível de adubação e da densidade de plantio. As cultivares destinadas ao alto investimento apresentam maior prolificidade, maior altura de planta e maior produtividade de grãos do que as cultivares destinadas ao baixo investimento. A utilização de cultivares de maior potencial de produção e maiores doses de adubo proporciona aumento significativo na produtividade de grãos. A avaliação econômica foi feita a partir de indicadores econômicos, que foram analisados utilizando-se o sistema de custo operacional total. Para determinar as estimativas operacionais da atividade foram valorizados, para cada fator (cultivar, densidade e adubação), os indicadores de custo operacional, receita bruta, margem operacional e índice de rentabilidade. Foi constatado que as maiores

* Comitê Orientador: Renzo Garcia Von Pinho - UFLA (Orientador), Ricardo Pereira Reis – UFLA.

produtividades de grãos (179 sacas ha⁻¹ e 176 sacas ha⁻¹) é obtida com a utilização de cultivares destinadas ao alto investimento, na maior dose de adubação (nível 3) e em ambas as densidades. O custo operacional para ambas as densidades de plantio é maior quando é aplicada a maior dose de adubo, utilizando cultivares destinados ao alto investimento e na densidade de 65.000 pl ha⁻¹. O maior índice de rentabilidade é de 61,5%, obtido com cultivares destinados ao alto investimento, quando receberam a menor dose de adubação (nível 1). A estimativa obtida do índice de rentabilidade evidencia que a maior eficiência técnica nem sempre significa maior rentabilidade para o produtor e que deve-se buscar otimizar a eficiência econômica da atividade.

GENERAL ABSTRACT

CANEDO RIVERA, Antonio Ariel. **Agronomic and economical analysis of different systems of maize crops.** 2006. 76 p. Dissertation (Master in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.*

This work was carried out during the agricultural year of 2004/2005, at the Federal University of Lavras, MG, with the intention of evaluating the agronomic and economical behavior in the maize crop considering cultivars for two investment levels utilizing three fertilizing levels and two planting densities. Two trials were carried out with one of them with a density of 55.000 plants/ha and the other with 65.000 plants ha⁻¹; the three fertilizing levels were: (1) 300 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date, with an additional 200 kg ha⁻¹ of 30-00-20, for covering; (2) 400 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date, with an additional 300 kg ha⁻¹ of 30-00-20, for covering; (3) 500 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date, with an additional 300 kg ha⁻¹ of 30-00-20 and 150 kg of N, for covering. Five maize crops were used to low input and four to high input. The experimental design used was the randomized complete block with three repetitions utilizing the factorial 9 scheme (cultivars) x 3 (fertilizing levels). The data obtained through the agronomic evaluation was submitted to a variance analysis involving the two experiments with different seeding densities. The results lead to conclude that with highest fertilization (level three), the maize crops showed expressive increase in the productivity of grains and plant height. The increase of plant density from 55.000 plants ha⁻¹ to 65.000 plants ha⁻¹ did not influence the productivity of grains, but interfered with the plant height, plant ear and prolificacy. The single crosses P30F33, GNZ 2004 and AG 8021 showed the highest productivity of grains, independent of the fertilizing level and of plant density. The maize crops of high investment showed higher prolificacy, higher plant height and higher productivity of grains in relationship to the crops of low investment. Using crops of high productive potential and higher levels of fertilizing provides a significant increase in productivity of grains. The economical evaluation was made beginning from economical indicators that were analyzed using the system of total operational cost. From the collected data in the field and in order to determine the operational estimates from each activity, the activity from each factor (crops, plant density and fertilization) including, operational cost, gross income, operational margin and profitability index. The results showed that the highest grains productivities was of 179 bags ha⁻¹ and 176 bags ha⁻¹ when crops of high investment were utilized

* Guidance Committee: Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (Major Professor), Ricardo Pereira Reis – UFLA.

in the both plant densities and with fertilizing of level 3. The operational cost for both plant densities was higher when the highest fertilization was applied and when using high investment crops, and with plant density of 65.000 plants ha⁻¹; it was observed that the best economical result was obtained with high investment crops, with level 1 fertilization with an index of profitability of 61,5%. The obtained estimate from index of profitability showed that the largest technical efficiency did not usually mean best economical result for the farmer and they should optimize an economical efficiency of activity.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O milho é uma das culturas comerciais mais importantes com origem nas Américas, havendo provas de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. Embora de origem tropical, é cultivado em praticamente todas as partes do mundo. Sua importância econômica é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização. O uso do milho em grão como alimento animal representa cerca de 70% do consumo deste cereal no mundo (Duarte, 2004). No Brasil, o consumo do milho para a alimentação animal varia de 60% a 80%.

Apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil responde por cerca de 5% do montante produzido e por 10% da área cultivada, não tendo expressão como exportador deste cereal. Entre os países produtores de milho, o Brasil não se destaca entre os de maior produtividade, mas possui grande potencial para aumentar a produção, sendo uma ótima opção para o produtor rural.

No Brasil, há, ainda, diferenças entre os diversos grupos de produtores no que tange a sua propensão a empregar tecnologias mais ou menos avançadas na produção de milho (Garcia, 1987). Os diferentes graus de adoção de tecnologia fazem com que exista uma segmentação entre produtores que produzem de forma eficiente, obtendo elevada produtividade (>6 toneladas ha^{-1}), e outros, que constituem a grande maioria, cuja produção é conduzida com padrões tecnológicos rudimentares, obtendo baixas produtividades, incompatíveis com a necessidade de competir no mercado desse produto (Souza & Braga, 2004).

O milho é uma cultura altamente exigente em nutrientes e geralmente responde a doses altas de adubos. A adubação, quando tomada isoladamente, é a técnica que traz maior retorno em produtividade e rentabilidade. O manejo

nutricional é um dos pilares fundamentais para otimizar o resultado dos sistemas de produção de milho no mundo (Melgar & Torres Duggan, 2004). Porém, para que a utilização dessa ferramenta influencie favoravelmente nos resultados técnico-econômicos, a adubação deve ser parte integrante do processo de produção. Os adubos representam um custo alto na produção, razão pela qual é importante conhecer as condições físico-químicas dos solos antes de decidir a quantidade de adubo a ser aplicada.

Além da necessidade de conhecer o potencial produtivo da cultivar a ser plantada, estudos também demonstram que existe interação entre a densidade de plantio e o nível de adubação, especialmente a nitrogenada.

A densidade de plantio tem papel importante no rendimento de uma lavoura de milho, uma vez que a variação na densidade exerce grande influência no rendimento final de grãos. Densidade de plantio inadequada é uma das causas responsáveis pela baixa produtividade de milho no Brasil. Em análise realizada com mais de 200 cultivares de milho disponíveis no mercado foi observada que a densidade recomendada pode variar de 40.000 a 70.000 plantas ha⁻¹ e pode ser sintetizada com a seguinte relação plantas ha⁻¹: híbrido simples (50.000 a 70.000), híbrido triplo (45.000 a 60.000), híbrido duplo (40.000 a 55.000) e variedade (40.000 a 50.000).

O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético da semente e das condições edafoclimáticas do local de plantio, além do manejo da lavoura. De modo geral, o potencial genético da cultivar é responsável por 50% do rendimento final (Cruz et al., 2004). Os híbridos apresentam maior potencial produtivo devido à maior exploração dos efeitos da heterose, aliado ao fato de que os trabalhos de melhoramento genético se concentram, principalmente, na busca destes.

Considerando que os diferentes tipos de cultivares existentes no mercado apresentam grande variação, tanto no custo da semente como no seu potencial

produtivo, é evidente que na escolha da cultivar deverá ser considerado o sistema de produção que será adotado pelo agricultor. De nada adianta o uso de uma semente de alto potencial produtivo e de maior custo se o manejo e as condições da lavoura não permitem que a semente expresse o seu potencial genético.

As empresas obtentoras de cultivares de milho, cientes da interação do desempenho dessas práticas culturais com a disponibilidade de recursos nas propriedades, têm utilizado, no posicionamento de seus híbridos, alguns critérios, denominados níveis de desembolso ou de investimento, que são caracterizados como de alto, de médio e de menor investimento. Isso tem permitido o crescimento marcante no consumo de híbridos de preço de semente mais elevado e da adoção de maiores doses de adubo (Acosta, 2004).

A comparação e a adequação desses diferentes níveis de investimento para o cultivo do milho é muito importante para o produtor, pois permitirá que a escolha da tecnologia empregada seja mais eficiente ao seu sistema de cultivo, visando à obtenção de maior lucratividade.

Desse modo, trabalhos que visem avaliar o desempenho de cultivares de milho, considerando diferentes níveis de investimento são necessários e podem fornecer valiosas informações aos produtores.

No presente trabalho foi avaliado o desempenho agronômico e econômico de nove cultivares de milho, agrupadas em alto e baixo investimento, sob diferentes níveis de adubação e densidades de plantio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Nutrição e adubação do milho

A cultura do milho tem alto potencial produtivo, alcançando produtividades acima de 15 t ha⁻¹ em condições experimentais, mas, em condições de lavoura, a produção é muito baixa. Considera-se que a fertilidade do solo seja um fator importante dessa baixa produtividade, mas também a tecnologia aplicada inadequadamente contribui para esses baixos níveis de produtividade (Coelho & França, 1995).

Uma lavoura de milho que produz 4.000 kg ha⁻¹ de grãos requer em torno de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 18 kg ha⁻¹ de fósforo (P) e 68 kg ha⁻¹ de potássio (K) (Sánchez, 1976). O sistema radicular do milho é capaz de absorver nutrientes durante todo o ciclo da planta, mas a absorção declina durante a última parte do ciclo, que corresponde ao enchimento de grão e o início da senescência das folhas inferiores.

O aumento de duas vezes na produção global de cereais, ocorrido entre as décadas de 1960 e 90, tem sido atribuído, em parte, ao aumento de sete vezes no consumo de fertilizantes nitrogenados, embora o uso desses fertilizantes químicos nem sempre seja possível (Marriell et al., 1998).

Lafitte (2001a) afirma que a resposta do milho à adubação nitrogenada, em rendimento de grãos, é geralmente positiva e linear até altas doses (>200 kg de N ha⁻¹), quando comparada com outras culturas. O mesmo autor (Lafitte, 2001b) afirma que o nitrogênio é necessário para a formação de proteínas estruturais e enzimáticas e que a sua falta leva, imediatamente, à redução do crescimento das folhas e do grão, também afetando o acúmulo de matéria seca.

Os altos custos do adubo nitrogenado e a incerteza do retorno econômico, principalmente em regiões de clima tropical, constituem fatores de alto risco para os produtores. Por outro lado, a crescente participação do preço

dos fertilizantes no custo final de produção tem levado a uma intensificação na busca de tecnologias que possibilitem aumentar a eficiência do uso dos nutrientes pelas plantas (Furlani et al., 1985).

Segundo Santos et al. (1998), essa situação é agravada para os pequenos produtores, pela falta de recursos financeiros e dificuldades de acesso a fontes de financiamento. Uma alternativa para atender a essa demanda seria selecionar genótipos superiores quanto ao uso dos nutrientes disponíveis, uma vez que há diversos relatos na literatura que mostram a existência de variabilidade genética para eficiência na absorção de nutrientes.

A concentração de nitrogênio nas folhas do milho tropical geralmente é baixa, de 1 a 4% (Pearson & Hall, 1984), comparado com outros cereais, como o trigo. Em níveis subótimos de abastecimento de nitrogênio, a eficiência de conversão é seriamente afetada. Uma cultura com baixo conteúdo de nitrogênio no solo tem eficiência de conversão menor que uma cultura com altas doses de nitrogênio fornecido (Muchow, 1994).

Um baixo abastecimento de nitrogênio no momento do florescimento limita o estabelecimento da capacidade de reserva do grão. Se o abastecimento de nitrogênio é insuficiente durante o enchimento do grão, o nitrogênio se mobiliza dos tecidos do caule e das folhas para manter a taxa de crescimento; se o abastecimento total de nitrogênio cai abaixo de certos níveis, também será afetado o fluxo de carboidratos (Below, 1997). Além dos efeitos diretos da disponibilidade de nitrogênio sobre o crescimento e as concentrações enzimáticas, sua deficiência está associada com menores níveis de citoquininas e aumento do ácido absídico na planta (Morgan, 1990).

Para o nitrogênio e o fósforo, o milho apresenta dois períodos de máxima absorção, durante as fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, e menores taxas de absorção no período compreendido entre a emissão do pendão e o início da formação da espiga (Olness & Bennoit, 1992).

De acordo com Lafitte & Edmeades (1988), a disponibilidade de N é o principal fator limitante da produção em mais de 20% da superfície arável da terra. O nitrogênio é um dos nutrientes que mais limitam a produção de cereais no Brasil, sendo também o mais caro por tonelada produzida (Coelho, 1987). Uhart & Andrade (1995) afirmam que, em condições de estresse de nitrogênio, diminui o número de grãos por espigas, em consequência da redução da assimilação de carbono. Segundo Lafitte & Edmeades (1995), o número de espigas/planta é influenciado pelo suprimento de carbono e nitrogênio próximo ao florescimento.

Resultados obtidos por Novais et al. (1974) sobre o parcelamento do nitrogênio na cultura do milho mostram que o não suprimento deste nutriente durante a fase inicial de desenvolvimento vegetativo, com aplicação de toda a dose no florescimento (65 dias após o plantio), assim como o excessivo número de aplicações parceladas, apresenta menor eficiência do que a aplicação por ocasião do plantio e na fase de desenvolvimento vegetativo.

Para as condições do Brasil, de acordo com as informações disponíveis, em geral, deve-se usar um maior número de parcelamentos sob as condições de altas doses de nitrogênio ($>$ de 120 kg ha^{-1}), em solos de textura arenosa e ou áreas sujeitas a chuvas de alta intensidade (Coelho et al., 1991). A adubação nitrogenada em cobertura tem sido bastante efetiva, ao minimizar as perdas do nutriente aplicado e atender à demanda da cultura, devendo-se levar em consideração a fenologia da cultura do milho, as condições climáticas, o tipo de solo e a expectativa de produção (França et al., 1986).

Embora as exigências do milho em fósforo sejam quantitativamente bem menores do que em nitrogênio e potássio, as doses normalmente recomendadas são altas, em função da baixa eficiência (20% a 30%) de aproveitamento desse nutriente pela cultura. Isso decorre da alta capacidade de fixação do fósforo adicionado ao solo, por meio de mecanismos de adsorção e precipitação,

reduzindo sua disponibilidade às plantas. Outro fator que deve ser levado em conta é a demanda de fósforo pela cultura. Plantas de intenso desenvolvimento e ciclo curto como o milho requerem maior nível de fósforo em solução e reposição mais rápida do P-adsorvido que as plantas perenes (Coelho & França, 1995).

Nos solos com baixa fixação de fósforo, o manejo deste elemento é relativamente simples, porque as baixas doses podem ser aplicadas a lanço, entando, nos solos que fixam o fósforo, a fixação é maior quando distribuído a lanço. A absorção do fósforo pelas plantas é reduzida na ocorrência de temperaturas muito altas ou muito baixas (Violic, 2001). A deficiência de fósforo aparece geralmente nos solos ácidos; a fixação do fósforo em formas pouco solúveis também ocorre em outros solos tropicais e estima-se que há alta fixação deste elemento, prejudicando em torno de 36% da área tropical de cultivo (Sánchez et al., 1977)

Dentre os nutrientes, a importância do nitrogênio e do potássio sobressai quando o sistema de produção agrícola passa de extrativo, com baixas produções por unidade de área, para uma agricultura intensiva e tecnificada, com o uso de irrigação.

Segundo Vitti et al.(2004), no que se refere à exportação dos nutrientes nos grãos, o fósforo é quase todo translocado para as sementes (80% a 90%), seguido pelo nitrogênio (75%), enxofre (60%), magnésio (50%), potássio (20% a 30%) e cálcio (10% a 15%). Isso implica que a incorporação dos restos culturais do milho devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente potássio e cálcio, contidos na palhada.

A absorção de potássio apresenta um padrão diferente em relação à do nitrogênio e fósforo, com a máxima absorção ocorrendo no período de desenvolvimento vegetativo, com elevada taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias de desenvolvimento. A taxa de absorção é superior à de nitrogênio e

fósforo, sugerindo maior necessidade de potássio na fase inicial como um elemento de “arranque” (Coelho & França, 1995).

O potássio é, depois do nitrogênio, o nutriente mais absorvido pela cultura do milho, sendo importante a quantidade a ser aplicada na sementeira, pois a fonte desse nutriente pode afetar significativamente a arquitetura da raiz e a germinação das sementes. Assim, dependendo das condições do solo, é recomendado fornecer potássio na sementeira e em cobertura (Fancelli, 2001). Quanto ao parcelamento e época de aplicação da adubação potássica, Raij & Cantarella (1996) afirmam que, além dos teores de K no solo, deve-se levar em consideração a produtividade esperada.

O parcelamento da adubação potássica na cultura do milho, com aplicação de parte da dose na sementeira e parte em cobertura, tem-se tornado prática rotineira. Recomenda-se aplicar parte dela em cobertura para doses superiores a 60 kg ha⁻¹, e ao contrário do nitrogênio, o potássio deve ser aplicado no máximo até 30 dias após a sementeira (Coelho et al., 2003).

2.2 Cultivares de milho

A escolha da cultivar deve atender as necessidades específicas, pois não existe uma cultivar superior que atenda a todas as situações (Pereira Filho & Cruz, 2004). Na escolha, o produtor deve fazer uma avaliação completa das informações geradas pela pesquisa, assistência técnica, empresas produtoras de sementes, experiências regionais e pelo comportamento da cultivar em safras passadas. O produtor deverá ter em mente os seguintes aspectos: adaptação à região, produtividade e estabilidade, ciclo, tolerância a doenças, qualidade do colmo e raiz, textura e cor do grão.

Um dos primeiros aspectos a ser considerado é a adaptação da cultivar à região, que se diferencia por fatores como altitude, latitude e clima. O potencial produtivo de uma cultivar é um dos primeiros aspectos considerados pelos

agricultores na compra de sua semente. Entretanto, a sua estabilidade de produção, que é determinada em função do seu comportamento em cultivos em diferentes locais e anos, também deverá ser considerada. Cultivares estáveis são aquelas que, ao longo dos anos e dentro de determinada área geográfica, têm menor oscilação de produção, respondendo à melhoria do ambiente (anos mais favoráveis) e não tendo grandes quedas de produção em anos mais desfavoráveis.

Simplício (1996) sugere que cultivares com características de maior peso de matéria seca, maior comprimento do sistema radicular e com baixo valor da relação peso seco da parte aérea/peso seco de raízes possivelmente teriam maiores possibilidades de desenvolvimento e adaptação em condições adversas de nutrientes e ou água.

A cultivar é responsável por 50% do rendimento final da cultura (Cruz et al., 2004). As sementes das variedades melhoradas são de menor custo e, ainda, de grande utilidade em condições de baixa tecnologia. No caso dos híbridos, é necessário a aquisição de sementes todos os anos. Em relação ao custo da semente, a de híbridos simples é a mais cara, a dos híbridos triplos é intermediária entre a dos híbridos simples e duplos, e a dos híbridos duplos é a semente de mais baixo custo. A escolha certa da cultivar é fundamental para que o produtor obtenha altas produtividades e lucros satisfatórios na atividade agrícola (Marchiori et al., 2004).

De forma geral, dentre os materiais genéticos disponíveis no mercado, os híbridos simples são potencialmente os mais produtivos, mas também requerem da adoção de mais tecnologia, em relação aos triplos, duplos e as variedades (Viégas & Miranda Filho, 1987). A evolução no uso de sementes de milho tem evidenciado um avanço dos híbridos simples nos últimos anos, o que evidencia o aumento do uso de tecnologia na produção de milho (Tabela 1).

TABELA 1. Participação percentual dos diferentes tipos de sementes de milho vendidos no Brasil.

Tipo	Ano agrícola					
	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04
Simplex	20,39	27,94	30,16	33,70	36,6	41,7
Triplo	27,62	25,00	27,20	24,62	26,9	25,2
Duplo	42,81	38,66	34,20	34,21	30,6	29,0
Variedade	9,18	8,40	8,44	7,47	5,9	4,1

Fonte: Associação Paulista dos Produtores de Sementes – APPS, 2004.

2.3 Densidade de plantio

Para uma determinada cultivar, a densidade de plantio recomendada é, normalmente, de 20% a 30% inferior à densidade ótima identificada quando a cultivar se desenvolve sob condições ideais de cultivo. Como as cultivares diferem na precocidade, na resposta às datas de plantio, na altura da planta e na resistência ao acamamento, e como as condições de desenvolvimento variam de acordo com a fertilidade dos solos, umidade e presença de fatores bióticos, a densidade de plantio e o espaçamento entre linhas devem ser determinados para cada caso particular. Também o uso final da cultura e o sistema de produção devem ser considerados para a determinação da densidade ótima (Violic, 2001)

Pereira Filho & Cruz (2004) afirmam que o rendimento de uma lavoura se eleva com o aumento da densidade de plantio, até atingir uma densidade ótima, que é determinada pela cultivar e por condições externas resultantes das condições edafoclimáticas do local e do manejo da lavoura. A partir da densidade ótima, quando o rendimento é máximo, o aumento da densidade

resultará em decréscimo progressivo na produtividade da lavoura. A densidade ótima é, portanto, variável para cada situação, sendo basicamente dependente de três fatores: cultivar, disponibilidade de água e disponibilidade de nutrientes. Quaisquer alterações nestes fatores, direta ou indiretamente, afetarão a densidade ótima de plantio.

Além do rendimento de grãos, o aumento na densidade de plantio também afeta outras características da planta. Dentre estas, merecem destaque a redução no índice de espigas e no tamanho da espiga (Dourado Neto, 2003). A época mais crítica da falta de água para o milho situa-se próximo ao pendoamento e espigamento. Há maior disponibilidade de água por planta em baixas densidades do que em altas densidades (Fancelli & Dourado Neto, 2004).

2.4 Tecnologia de produção de milho

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até um grande número de produtos industrializados. No mundo, cerca de 70% do milho é usado em grão para a alimentação animal. No Brasil, essa utilização varia de 60% a 80%, dependendo do ano considerado.

Dentro da evolução mundial de produção de milho, o Brasil tem se destacado como terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior nível de produtividade. Considerando que a produtividade média mundial está pouco acima de 4.000 kg ha⁻¹, nota-se que o país situa-se abaixo desta média, porém, a produtividade brasileira tem crescido sistematicamente, passando de 1.874 kg ha⁻¹, em 1990 para 3.352 kg ha⁻¹, em 2001 (Duarte, 2004).

O milho constitui um cereal muito utilizado em regiões de baixa renda. Em algumas situações, é o principal alimento para o consumo humano. No

Nordeste do Brasil, o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no semi-árido. Pode-se, portanto, afirmar que há uma clara dualidade na produção de milho no Brasil. Uma grande parcela de pequenos produtores que não se preocupam com a produção comercial e com altos índices de produtividade, e uma pequena parcela de grandes produtores, com alto índice de produtividade, usando mais terra, mais capital e mais tecnologia na produção.

Cruz (2004) afirma que os aumentos significativos na produção de milho têm sido muito mais pelo aumento da produtividade do que pelo incremento da área plantada e demonstra a crescente eficiência no uso de tecnologia dos produtores brasileiros.

Atualmente, as cotações do milho sofrem a influência do comportamento da safra normal e da safrinha, da variação cambial, dos preços no mercado internacional e da situação dos estoques mundiais. O comportamento cíclico dos preços é normal e é influenciado pelo início da colheita das safras (Corrêa et al., 2004). Essas variações dos preços de mercado, tanto do grão como dos insumos, devem fazer com que o produtor leve em consideração o planejamento da implantação da lavoura, permitindo ao produtor definir claramente quanto e como plantar e o nível de tecnologia a ser usado, para viabilizar a atividade econômica (Glat, 2004). É importante enfatizar que o custo de produção de cada produtor é diferente, assim como a capacidade técnica e da região para a cultura.

O nível tecnológico refere-se ao pacote que o agricultor utiliza na implantação de uma lavoura de milho, considerando os itens mais relevantes da atividade agrícola (semente, adubo, irrigação, maquinaria, entre outros). Desse modo, o uso de sementes de híbridos simples, a aplicação de altas doses de adubos, a irrigação e a maquinaria de precisão são considerados como aplicação de um alto nível de tecnologia. No nível de baixo investimento estão incluídos aqueles agricultores que utilizam sementes de variedades e ou híbridos duplos,

baixas doses de adubos, cultivo de sequeiro, pequeno uso de herbicidas e inseticidas, entre outros.

Atualmente, as empresas sementeiras estão dando ênfase na recomendação do nível tecnológico a ser utilizado. Esse nível está relacionado com a aplicação de tecnologia que a cultivar requer para expressar seu potencial produtivo. Assim, na classificação feita por Cruz et al. (2003), verifica-se que 34,14% das cultivares são recomendadas para nível de tecnologia alto e médio/alto e alto; 53,27% das cultivares são recomendadas para nível tecnológico variando de médio, e médio/alto, e 12,14% são recomendadas para nível tecnológico baixo/médio e e médio.

Dentre os tipos de cultivares, verifica-se que os híbridos simples e os híbridos triplos são mais recomendados para tecnologia média/alta e alta. Os híbridos duplos são mais recomendados para tecnologia média e média/baixa e as variedades, para tecnologia baixa.

Sendo o milho uma das culturas que melhor expressam resposta à adubação, esta permite otimizar a eficiência do uso dos recursos e outros insumos utilizados na produção. Portanto, uma margem de rentabilidade atrativa para o agricultor pode ser garantida com altas produtividades, que são obtidas com cultivares de alto potencial genético, manejo da cultura, escolha da área de produção e outros (Martín & Netcoff, 2003). Assim, o investimento em uma lavoura de milho dependerá, em grande parte, da cultivar, da densidade de plantas e da quantidade de adubo fornecido.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELOW, F. E. Growth and productivity of maize under nitrogen stress. In: EDMÉADES, G. O.; BANZINGER, M.; MICKELSON, H. R.; PEÑA-VALDIVIA, C. B. (Ed.). **Developing drought and low-nitrogen tolerant maize**. México, DF: CIMMYT, 1997. Proceedings of a Symposium, CIMMYT, El Batán, México, 25-29 Mar. 1996.

COELHO, A. M. **Balço do nitrogênio (^{15}N) na cultura do milho (*Zea mays L.*) em um latossolo-vermelho escuro fase cerrado**. 1987. 142 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. MG.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de; BAHIA FILHO, A. F. C. Nutrição e adubação do milho forrageiro. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de milho e sorgo. **Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1991. p. 29-31 (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 14).

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. **Informacoes Agronomicas**, Piracicaba, n.71, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n. 2, p. 1-9, set. 1995. Encarte.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo?**. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 101, p. 1-12, mar. 2003. Encarte Técnico.

CORRÊA, S.; SANTOS, C.; KIST, B. B.; REETZ, E.; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro do milho 2004**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2004. 136 p.

CRUZ, I. O milho em destaque. In: **Anuário Brasileiro do milho 2004**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2004. p. 6-8

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; CORREA, L. A.; FALCÃO PERREIRA, F. T.; VERSIANI, R. P. **Milho. Cultivares para 2003/2004**. Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; CORREA, L. A.; FALCÃO PERREIRA, F. T.; OLIVEIRA, M. do R. de. **Cultivares**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1. 2004

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; PETTER MEDEIROS, S. L.; RIBEIRO ROMANO, M. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 63-77, set./dez. 2003.

DUARTE, J. de O. **Importância Econômica**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1. 2004

FANCELLI, A. L. Nutrição e adubação do milho. In: ALOISI, R. R. **Curso de atualização em manejo racional do solo e nutrição de plantas**. Módulo III. 11ª aula. 2001. 18 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

FRANÇA, G. E. de; BAHIA FILHO, A. F. C.; VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L.; Adubação nitrogenada no Estado de Minas Gerais. In: SANTANA, M. B. M. (Coord.). **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986. p. 107-124.

FURLANI, A. M. C.; BATAGIA, O. C.; LIMA, M. Eficiência de linhagens de milho na absorção e utilização de fósforo em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 2, p. 129-147, 1985.

GARCIA, J.C. Distribuição dos benefícios de inovação tecnológicas para milho entre classes de agricultores. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v.25, v. 1, p.51-65, jan./mar. 1987

GLAT, D. Perspectivas de mercado de milho e soja. In: **Milho ou soja: o que plantar?**. Informativo Pioneer. São Paulo. Edição especial. 4p. 2004

LAFFITE, H. R.; EDMEADES, G. O. An update on selection under stress: selection criteria. In: EASTERN CENTRAL AND SOUTHERN AFRICAN REGIONAL MAIZE WORKSHOP, 2., 1987, Harare, Zimbabwe. **Proceedings towards self-sufficiency**. Harare: College Press, 1988. p. 309-331

LAFFITE, H. R.; EDMEADES, G. O. Association between traits in tropical maize inbred lines and their hybrid under high and low soil nitrogen. **Maydica**, Bérghamo, v. 40, n. 3, p. 259-267, 1995

LAFFITE, H.R. Fisiología del maíz tropical. In: PALIWAL, R.L. *et al.* **El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción**, Roma, p. 21-28. FAO, 2001a

LAFFITE, H.R. Estreses abióticos que afectan al maíz. In: PALIWAL, R.L. *et al.* **El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción**, Roma, p. 95-106. FAO, 2001b

MARCHIORI, R. V.; FORNASIERI FILHO, D.; ROSSATO JUNIOR, J. A. de S.; GARCIA, R. N.; BOLDIERI, F. M. Desempenho agrônômico de tipos de cultivares comerciais de milho (híbridos duplos e variedades) no período da safra 2002/2003, em Jaboticabal-SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuabá. **Trabalhos/Temas/Fitotecnia**. Cuiabá, MT: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. 1CD-ROOM.

MARRIEL, I. E.; GAMA, E. E. G. e; SANTOS, M. X. dos. **Avaliação e seleção de genótipos de milho sob estresse de N no solo**. 1998. 4 p. (Pesquisa em andamento, n. 27)

MARTÍN, A. J.; NETCOFF, R. Fertilización en Maíz. Experiencia en Chivilcoy. Proyecto Fertilizar INTA. **Revista Maiz, Rosário**, Oct. 2003.

MELGAR, R.; TORRES DUGGAN, M. **Manejo de la Fertilización en Maíz**. Proyecto Fertilizar. EEA INTA Pergamino, Argentina. 2004

MORGAN, P. W. Effects of abiotic stresses on plant hormone systems. In: ALSCHER, R. G.; CUMMING, J. R. (eds.). Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms. **Plant Biology**, New York, v. 12, p. 113-146. New York, NY, USA, Wiley-Liss. 1990.

MUCHOW, R. C. Effect of nitrogen on yield determination in irrigated maize in tropical and subtropical environments. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p. 1-13, July 1994.

NOVAIS, M. V.; NOVAIS, R. F.; BRAGA, J. M. Efeito da adubação nitrogenada e seu parcelamento sobre a cultura do milho em Patos de Minas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 115, p. 193-202, maio/jun. 1974.

OLNESS, A.; BENOIT, G. R. A closer look at corn nutrient demand. **Better Crops with Plant Food**, Atlanta, v. 76, n. 2, p. 18-20, 1992

PEARSON, D. J.; HALL, A. J. Maize and pearl millet. In: PEARSON, C. J. (Ed.). **Control of crop productivity**. New York: Academic Press, 1984. p. 141-158.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Plantio**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1. 2004

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagens. **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico**, Campinas, n. 100, p. 56-59, 1996.

SÁNCHEZ, P. A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: J. Wiley, 1976. 618 p.

SÁNCHEZ, P. A.; NICHOLAIDES, J. J.; III e COUTO, W. Physical and chemical constraints to food production in the tropics. In: BISLER, G.; CHENILT, L. W. (Ed.). **Chemistry and world food supplies: the new frontiers**. Los Baños, Philippines: IRRI, 1977. p. 89-105. (CHEMRAWN II).

SANTOS, M. X. dos; GUIMARÃES, P. E. de O.; PACHECO, C. A. P. Melhoramento intrapopulacional no Sintético Elite NT para solos pobres em Nitrogênio. Parâmetros genéticos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 55-61, jan. 1998.

SIMPLÍCIO, J. B. **Comparação de cultivares de milho quanto à exigência em N, P, K, e tolerância ao alumínio em soluções nutritivas**. 1996. 103 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

SOUZA, P.M. de; BRAGA, M.J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (eds.). **Tecnologias de produção do milho**, Viçosa, UFV. p.13-53. 2004

UHART, S. A.; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize I: effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 5, p. 1376-1383, Sept./Oct. 1995

VIÉGAS, G. P.; MIRANDA FILHO, J. B. Milho Híbrido. In: **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 257-309.

VIOLIC, A. D. Manejo integrado de cultivos. In: PALIWAL, R. L. et al. **El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción**. FAO, 2001. p. 247-294.

VITTI, G. C.; TEIXEIRA, L. H. B.; BARROS JR., M. C. Diagnóstico da fertilidade do solo e adubação para alta produtividade de milho. In: FANCELLI, A. L. **Diagnóstico da alta produtividade**. 2004. p. 134-173.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES NÍVEIS DE INVESTIMENTO

1 RESUMO

CANEDO RIVERA, Antonio Ariel. **Avaliação agrônômica da cultura do milho em diferentes níveis de investimento**. 2006. Cap. 2, 30 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Com o objetivo de avaliar o desempenho agrônômico de nove cultivares de milho, sendo cinco destinadas ao cultivo com baixo investimento (uma variedade, dois híbridos duplos e dois híbridos triplos) e quatro cultivares destinadas ao cultivo sob condições de alto investimento (híbridos simples), foram conduzidos dois experimentos no ano agrícola 2004/2005, em Lavras, MG. Em um dos experimentos, utilizou-se a densidade de plantio de 55.000 plantas ha⁻¹ e, no outro, foi utilizada a densidade de 65.000 plantas ha⁻¹. Em cada experimento, as nove cultivares de milho foram avaliadas em três níveis de adubação: (1) 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20, em cobertura; (2) 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20, em cobertura e (3) 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 e 150 kg ha⁻¹ de uréia, em cobertura. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 9 (cultivares) x 3 (níveis de adubação). Foram avaliadas várias características agrônômicas, que foram submetidas à análise de variância conjunta envolvendo os dois experimentos. Os resultados permitiram concluir que a adubação de 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 na primeira cobertura e 150 kg ha⁻¹ de uréia na segunda cobertura proporciona aumento significativo na produtividade de grãos e na altura das plantas. O aumento da densidade de plantio de 55.000 pl ha⁻¹ para 65.000 pl ha⁻¹ não influencia a produtividade de grãos, mas, interfere na altura de plantas e de espigas e na prolificidade. O híbrido simples P30F33 foi o mais produtivo, independentemente do nível de adubação e da densidade de plantio. As cultivares destinadas ao alto investimento apresentam maior prolificidade, maior altura de planta e maior produtividade de grãos do que as cultivares destinadas ao baixo investimento. A melhoria na tecnologia de produção de milho, pela utilização de cultivares de maior potencial de produção e maiores doses de adubo no plantio e em cobertura, proporciona aumento significativo na produtividade de grãos.

* Comitê Orientador: Renzo Garcia Von Pinho - UFLA (Orientador), Ricardo Pereira Reis – UFLA.

2 ABSTRACT

CANEDO RIVERA, Antonio Ariel. **Agronomic evaluation of the maize crop with different levels of investment.** 2006. Chap. 2, 30 p. Dissertation (Master in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

With the objective of evaluating the agronomic traits in nine maize cultivars, with five being considered for cultivation of low investment (a variety, two double crosses and two three way crosses) and four maize crops considered for high investment (single crosses), two trials were carried out in the agricultural year 2004/2005, in Lavras, MG. One of the trials was carried out with plant density of 55.000 plants ha⁻¹ and the other with plant density of 65.000 plants ha⁻¹. In each trial the nine maize crops were carried out in three fertilizing levels: (1) 300 kg ha⁻¹ of 8-28-16 the sowing date, with an additional 200 kg ha⁻¹ of 30-00-20, for covering; (2) 400 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date, with an additional 300 kg of 30-00-20, for covering; (3) 500 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date, with an additional 300 kg ha⁻¹ of 30-00-20 and 150 kg ha⁻¹ of N, for covering. The experimental design used was the randomized complete block, three replications, in the factorial 9 scheme (crops) x 3 (fertilizing levels). Several agronomic traits were evaluated and combined with an analysis of variance involving the two trials. The results allowed to conclude that with fertilizing of 500 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date, with an additional 300 kg ha⁻¹ of 30-00-20 and 150 kg ha⁻¹ of N, for covering, the maize crops showed expressive increase in the productivity of grains and the plant height. The increase of plant density from 55.000 plants ha⁻¹ to 65.000 plants ha⁻¹ did not influence the productivity of grains, but interfered with the plant height, plant ear and prolificacy. The single crosses P30F33, showed the highest productivity of grains, independent of fertilizing level and of plant density. The maize crops of high input showed higher prolificacy, higher plant height and higher productivity of grains in relationship to the crops of low investment. Better technology in maize production, using crops of high productive potential and higher fertilizing levels on the sowing date and covering, provides significant increase in productivity of grains.

* Guidance Committee: Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (Major Professor), Ricardo Pereira Reis – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a cultura do milho, no Brasil, vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos da produtividade. Entre essas mudanças destacam-se a adoção de sementes de cultivares melhoradas, as alterações no espaçamento e densidade de semeadura de acordo com as características das cultivares e melhoria na qualidade dos solos.

Nos sistemas de produção os fatores tecnológicos podem ser divididos em “construção da produtividade” e “proteção de produtividade” (Coelho et al., 2004). Os fatores de construção da produtividade são: genético - cultivares; manejo cultural - precisão na semeadura; fertilidade do solo, nutrição e adubação e clima (água e temperatura). Maior ênfase é dada aos “fatores de construção da produtividade”, pois, são esses fatores que aumentam a produção em termos de quilogramas por hectare.

Os programas de melhoramento genético têm promovido alterações importantes nas características agrônomicas do milho. Os híbridos de hoje apresentam maior capacidade de resposta ao uso de tecnologia, melhor adaptação aos diferentes tipos de solo e de clima, maior tolerância às doenças, melhor qualidade de grãos, melhor arquitetura de plantas e menores índices de acamamento e quebramento, além de outras (Peixoto, 2002).

Os aumentos na tolerância de diversas cultivares contemporâneas ao adensamento, em relação aos genótipos utilizados no passado, têm sido reportados na literatura, em diferentes regiões produtoras de milho (Duvick & Cassman, 1999; Tollenaar & Wu, 1999; Sangoi et al., 2002; Tollenaar & Lee, 2002). Grande parte deste avanço foi obtido utilizando-se como critério de seleção o rendimento de grãos das cultivares em populações superiores às normalmente recomendadas (Bolaños & Edmeades, 1996, Argenta et al., 2003) .

De maneira geral, híbridos mais precoces, com menor exigência em soma térmica para florescer, requerem maior densidade de plantas, em relação aos de ciclo normal, para atingir seu potencial de rendimento (Mundstock, 1977; Silva, 1992; Tollenaar, 1992). Isso se deve ao fato de, geralmente, apresentarem menor área foliar por planta e menor sombreamento (Mundstock, 1977; Sangoi, 2001). Esses híbridos normalmente requerem maior densidade de plantas para a maximização do rendimento de grãos, por necessitarem de mais indivíduos por área para gerar índice de área foliar capaz de potencializar a interceptação da radiação solar (Sangoi, 2001).

A arquitetura de planta das cultivares de milho também interfere na qualidade da luz que penetra no cultivo e, conseqüentemente, na resposta à densidade de plantas (Kasperbauer & Karlen, 1994). O desenvolvimento de genótipos com menor número de folhas, folhas mais eretas e com menor área foliar minimiza a competição entre as plantas (Almeida et al., 2000).

Uma das principais limitações ao uso de altas densidades de plantas é a de que esta forma de manipulação do arranjo espacial aumenta a susceptibilidade da cultura à quebra e ao acamamento de colmos (Argenta et al., 2001). Isso ocorre porque o incremento na densidade de plantas reduz a disponibilidade de fotoassimilados para o enchimento dos grãos e manutenção das demais estruturas do vegetal (Sangoi et al., 2000).

A necessidade nutricional das plantas é outro aspecto a ser considerado na escolha da densidade de plantas, pois, a cultura do milho é muito exigente em fertilidade do solo. O milho responde progressivamente a altas adubações, desde que os demais fatores estejam em níveis ótimos, sendo o nitrogênio o nutriente que apresenta maior resposta de aumento de rendimento de grãos (Sangoi et al., 2004). Normalmente, os agricultores que obtêm altas produtividades de milho dão muita ênfase às altas doses de fertilizantes (N, P, K) aplicadas, geralmente acima dos níveis recomendados em suas regiões (Coelho et al., 2004).

Pesquisas com cultivares, densidades de planta e níveis de fertilidade do solo evidenciam que, à medida que se eleva a densidade de plantas, são necessárias maiores doses de nutrientes. Por outro lado, com baixa disponibilidade de nutrientes, na qual se espera menor rendimento de grãos, a densidade ótima recomendada deve ser reduzida (Mundstock, 1977; Silva et al., 1997).

Entre as formas existentes de manipulação do arranjo espacial, a densidade de plantas é a que tem maior interferência na produção de milho, já que pequenas alterações na população implicam em modificações relativamente grandes no rendimento de grãos. Esta resposta está associada ao fato de que, diferentemente de outras espécies da família das Poáceas, a planta de milho não possui um mecanismo de compensação de espaços tão eficiente quanto estas, pois raramente perfilha efetivamente, sua capacidade de expansão foliar é limitada, bem como sua prolificidade (Andrade et al., 1999). Assim, o rendimento de grãos por unidade de área aumenta com a elevação na densidade de plantas até que o incremento no rendimento devido ao aumento de plantas seja inferior ao declínio do rendimento médio por planta (Tollenaar & Wu, 1999). A densidade ótima é determinada pela cultivar, pelo ambiente e pelo manejo (Silva et al., 2003).

Assim, trabalhos que visem avaliar o comportamento agrônomico de cultivares de milho em diferentes densidades de semeadura e doses de fertilizantes são necessários e podem fornecer valiosas informações aos produtores.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desempenho agrônomico de nove cultivares de milho, agrupadas em alto e baixo investimento de acordo com a sua base genética sob diferentes níveis de adubação e densidades de semeadura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

Os experimentos foram instalados, na safra agrícola 2004/05, em área experimental do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O município de Lavras, MG está localizado na região Sul do estado de Minas Gerais, a 920 m de altitude, 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste, em Latossolo Vermelho Escuro distróférico. A área dos experimentos tem o solo de textura argilosa e vem sendo cultivada com milho por várias safras. Os resultados da análise química do solo estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Resultados da análise de amostras de solo (0 a 20 cm de profundidade) da área onde foram conduzidos os experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Características	Unidade	Valor
pH em água	mg/dm ³	6,0
P (fósforo)	mg/dm ³	12,8
K (potássio)	mg/dm ³	48
Ca ²⁺ (cálcio)	cmol _c /dm ³	2,7
Mg ²⁺ (magnésio)	cmol _c /dm ³	1,5
Al ³⁺ (alumínio)	cmol _c /dm ³	0,0
H + Al (acidez potencial)	cmol _c /dm ³	2,9
SB (soma de bases trocáveis)	cmol _c /dm ³	4,3
t (capacidade de troca catiônica efetiva)	cmol _c /dm ³	4,3
T (capacidade de troca catiônica a pH 7,0)	cmol _c /dm ³	7,2
V (índice de saturação de bases)	%	59,8
M (índice de saturação de alumínio)	%	0
MO (matéria orgânica)	dag/kg	3,4
P-rem (fósforo remanescente)	mg/L	18,8

* Análise realizado no Laboratório de Análise de Solo, DCS/UFLA.

Os dados climáticos desde a instalação (05/11/2004) até a colheita do experimento (30/04/2005) estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3.

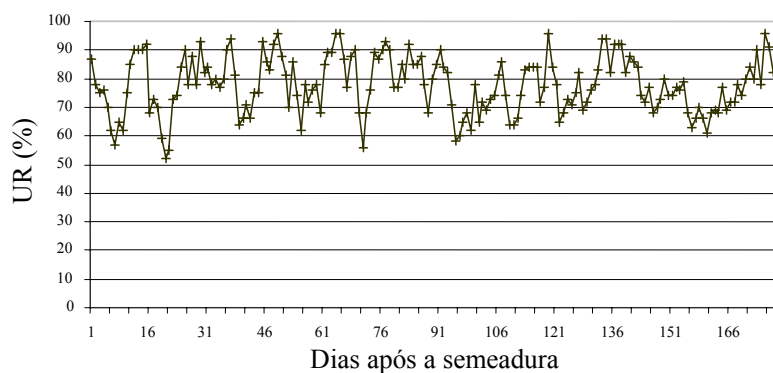


FIGURA 1. Dados de umidade relativa (%) em Lavras, MG, de 05/11/2004 a 30/04/2005, obtidos no Setor de Meteorologia da UFLA. UFLA, Lavras, MG, 2006.

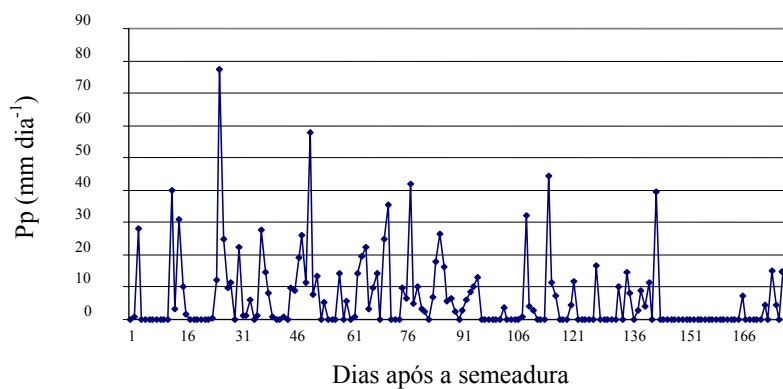


FIGURA 2. Dados de precipitação pluviométrica (mm dia⁻¹) em Lavras, MG, de 05/11/2004 a 30/04/2005, obtidos no Setor de Meteorologia da UFLA. UFLA, Lavras, MG, 2006.

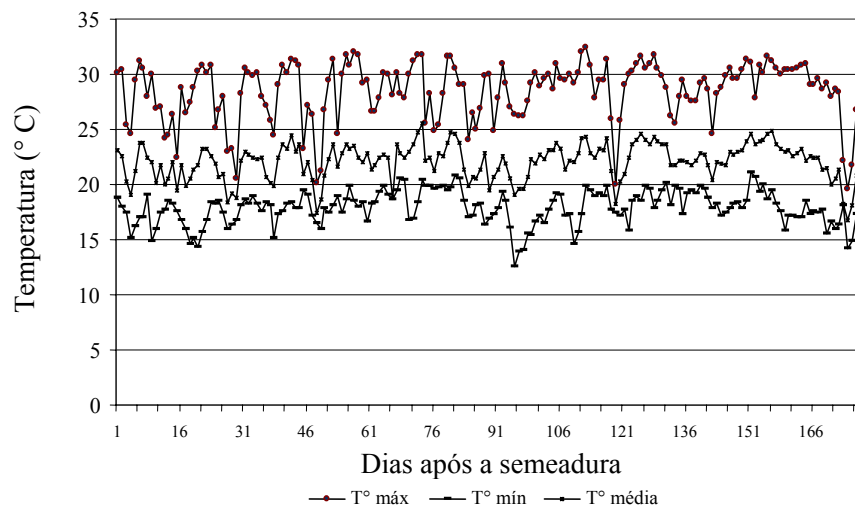


FIGURA 3. Dados de temperatura máxima, média e mínima (°C) em Lavras, MG, de 05/11/2004 a 30/04/2005, obtidos no Setor de Meteorologia da UFLA. UFLA, Lavras, MG, 2006.

4.2 Material genético utilizado

Foram utilizadas nove cultivares de milho, sendo cinco consideradas para cultivo em baixo investimento (uma variedade, dois híbridos duplos e dois híbridos triplos) e quatro cultivares (híbridos simples) consideradas para cultivo sob condições de alto investimento (Tabela 3).

TABELA 3. Características agrônômicas das cultivares de milho utilizadas nos experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

	Cultivar	Empresa	Tipo	Ciclo	Uso	Cor do grão	Densidade (pl ha ⁻¹) x 1.000	Textura do grão
Baixo investimento	AL Bandeirante	CATI	V	P	G/S	AL	50-55	SMDURO
	AGN 2012	Agromen	HD	SP	G/S	AM/LR	50-55	SMDURO
	BRS 3150	Embrapa	HT	P	G/S	LR/AV	50-55	SMDENT
	CD 308	COODETEC	HD	P	G	AL	50	SMDURO
	GNZ 2005	Geneze	HT	P	G	AL	55-60	SMDURO
Alto investimento	DKB 199	Monsanto	HS	SMP	G	AM/AL	55-65	SMDURO
	AG 8021	Monsanto	HS	P	G	AM/AL	50-60	SMDENT
	P 30F33	Pioneer	HS	P	G	AL	55-65	DURO
	GNZ 2004	Geneze	HS	P	G/S/MV	AM/AL	50-57	SMDENT

Legenda: V = variedade, HS = híbrido simples, HD = híbrido duplo, HT = híbrido triplo, P = precoce, SP = superprecoce, SMP = semiprecoce, G = grão, S = silagem, MV = milho verde, AL = alaranjado, AM = amarelo, LR = laranja, AV = avermelhado, SMDURO = semiduro, SMDENT = semidentado

4.3 Detalhes experimentais

As cultivares foram avaliadas em três níveis de adubação, conforme descrito na Tabela 4.

TABELA 4. Níveis de adubação, épocas de aplicação e total de nutrientes aplicados nos experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Nível	Adubação no plantio	Adubação em cobertura	Época de aplicação da cobertura	Total aplicado (kg ha ⁻¹)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	300 kg ha ⁻¹ (8-28-16)	200 kg ha ⁻¹ (30-00-20)	4 a 6 folhas	84	84	88
2	400 kg ha ⁻¹ (8-28-16)	300 kg ha ⁻¹ (30-00-20)	4 a 6 folhas	122	112	124
3	500 kg ha ⁻¹ (8-28-16)	300 kg ha ⁻¹ (30-00-20) + 150 kg ha ⁻¹ uréia	4 a 6 folhas 6 a 8 folhas	199	140	140

Foram conduzidos dois experimentos, tendo em um deles sido utilizada a densidade de 55.000 pl ha⁻¹ e no outro, foi utilizada a densidade de 65.000 pl ha⁻¹.

Os experimentos foram instalados em 05/11/2004, em áreas contíguas, que possuíam características semelhantes de fertilidade do solo e de topografia.

Em cada experimento foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em arranjo fatorial de 3 x 9, envolvendo três níveis de adubação e nove cultivares.

A semeadura foi realizada manualmente em parcelas constituídas de quatro fileiras de cinco metros de comprimento, com espaçamento entre fileiras de 0,80 m. Considerou-se para a coleta de dados as duas linhas centrais. Quando a planta apresentava-se com quatro folhas, realizou-se o desbaste, visando atingir a densidade avaliada.

As adubações de semeadura e em cobertura foram realizadas manualmente, ajustando-se a distribuição do adubo de acordo com cada tratamento. O adubo 30-00-20 (N-P-K) foi aplicado quando as plantas apresentavam entre quatro e seis folhas. A uréia foi aplicada quando as plantas estavam com seis a oito folhas totalmente expandidas.

O controle de plantas daninhas foi realizado quimicamente em pós-emergência, dezoito dias após a semeadura, com aplicação do princípio ativo atrazina, na dose de 5 l ha⁻¹. A colheita foi realizada manualmente, em 30/04/2005.

Na área útil da parcela, ou seja, nas duas fileiras centrais da parcela, foram avaliadas as seguintes características:

- **altura de planta:** tomada do solo ao ponto de inserção da folha bandeira, após a maturidade fisiológica, em dez plantas da parcela e expressa em centímetros;

- **altura de espiga:** tomada do solo à base do pedúnculo da espiga superior, após a maturidade fisiológica, em dez plantas por parcela e expressa em centímetros;

- **percentagem de plantas acamadas e quebradas:** obtida antes da colheita somando-se todas as plantas que apresentavam inclinação inferior a 20° com o solo, mais o número de plantas quebradas abaixo da espiga. O somatório do número de plantas acamadas e quebradas foi expresso em percentagem;

- **prolificidade:** obtido o número médio de espigas por planta antes da colheita, e expresso na unidade;

- **percentagem de espigas doentes:** obtido após a colheita, somando-se o número total de espigas infectadas presentes na área útil da parcela, expresso em percentagem;

- **produtividade de grãos:** o peso do grão colhido na área útil da parcela foi transformado para kg ha⁻¹, o teor de água do grão colhido foi corrigido para 13%, utilizando-se a seguinte expressão:

$$P_{13\%} = [PC(1-U)/0,87]$$

em que:

P_{13%} : produtividade de grãos (t ha⁻¹) corrigida para a umidade padrão de 13%;

PC: produtividade de grãos sem a correção;

U: teor de água dos grãos observada no momento da colheita.

Os dados obtidos foram analisados no software estatístico SISVAR[®] (Ferreira, 2000). Para comparação das médias, foi utilizado o teste de agrupamento de médias de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Foi realizada a análise de contrastes entre as cultivares agrupadas em alto e baixo investimento foi utilizado o teste de Scheffé (Steel & Torrie, 1980).

Foi realizada uma análise de variância conjunta envolvendo os dois experimentos, em duas densidades de sementeira. Para isso, foi utilizado o modelo estatístico descrito a seguir:

$$y_{ijklm} = \mu + D_i + B_j(D_i) + A_k + C_l + (AC)_{kl} + (DA)_{ik} + (DC)_{il} + (DAC)_{ikl} + e_{ijklm}$$

em que:

y_{ijklm} é a observação feita na i-ésima densidade, no j-ésimo bloco com a k-ésima adubação e a l-ésima cultivar;

μ é a constante comum a todas as observações;

D_i é o efeito da i-ésima densidade de plantio; para $i = 1,2$;

B_j é o efeito do j-ésimo bloco aninhado na densidade i; para $j = 1,2,3$;

A_k é o efeito da k-ésima adubação; para $k = 1,2,3$;

C_l é o efeito da l-ésima cultivar; para $l = 1, \dots, 9$;

$(AC)_{kl}$ é o efeito da interação da adubação k com a cultivar l;

$(DA)_{ik}$ é o efeito da interação da densidade i com a adubação k;

$(DC)_{il}$ é o efeito da interação da densidade i com a cultivar l;

$(DAC)_{ikl}$ é o efeito da interação da densidade i com a adubação k e com a cultivar l;

e_{ijklm} é o desvio aleatório próprio da observação y_{ijklm} .

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares diferiram entre si para todas as características avaliadas (Tabela 5). Para os níveis de adubação, as características de prolificidade, altura de planta, acamamento e quebramento e produtividade também apresentaram valores de F significativos. As densidades de plantio diferiram entre si para a prolificidade, altura de planta e altura de espiga. A interação entre as cultivares e densidades foi significativa apenas para a característica de prolificidade ($P \leq 0,01$). Não foi constatado efeito significativo para nenhuma outra interação entre os fatores envolvidos.

Os coeficientes de variação (CV), na maioria das vezes, foram inferiores a 10%, comprovando a boa precisão experimental dos experimentos. Para a percentagem de espigas doentes e percentagem de plantas acamadas e quebradas, o valor do CV foi elevado, devido à presença de valores nulos para essas características em várias parcelas.

Pela análise de contraste entre as cultivares agrupadas em baixo investimento (cinco cultivares) e alto investimento (quatro cultivares), baseada no teste de Scheffé a 5% de probabilidade, as cultivares de alto investimento apresentam maior produtividade de grãos, maior altura de planta e maior prolificidade (Tabela 6). O resultado confirma o verificado em experimentos conduzidos por Sangoi et al. (2003) e Carvalho et al. (2002), quando testaram cultivares de diferentes bases genéticas e comprovaram que os híbridos simples são mais responsivos a melhoria do manejo e, portanto, superam em produtividade os outros tipos de cultivares (variedades, híbridos duplos ou triplos).

TABELA 5. Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral envolvendo nove cultivares de milho, duas densidades de plantio e três níveis de adubação para prolificidade, % espigas doentes, altura de planta, altura de espiga, % acamamento e quebramento e produtividade de grãos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM					
		Prolif.	Esp. doentes	Alt. pta.	Alt. esp.	Acam. + quebram.	Produtividade
D (Dens.)	1	0,016**	3,026	7360,889**	2450,000**	49,336	556160,889
A (Adub.)	2	0,002*	16,649	1023,574**	23,784	120,138	10201196,722**
C (Cultiv.)	8	0,007**	27,884**	2524,514**	846,752**	216,271**	18678362,764**
A * C	16	0,001	2,288	209,845	133,221	39,782	608221,118
A * D	2	0,002	15,036	235,018	80,167	49,482	251805,167
C * D	8	0,001**	8,272	84,597	83,208	9,453	1314512,069
A * C * D	16	0,001	8,914	155,873	156,187	23,818	591038,701
erro	104	0,001	10,319	184,414	117,358	38,919	671205,114
CV (%)		2,39	134,38	6,02	9,61	86,99	8,92
Média geral		0,988	2,390	225,407	112,753	7,172	9189,148

** : significativo a 1%; * : significativo a 5 %.

TABELA 6. Análise do contraste entre cultivares de milho de baixo investimento (BI) e cultivares de alto investimento (AI), baseada no teste de Scheffê para as características avaliadas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Contraste	Variável	Estimativa do contraste
BI - AI	Prolificidade (esp pta ⁻¹)	-0,0159*
	Espigas doentes (%)	1,7939 ^{ns}
	Altura da planta (cm)	-9,5417*
	Altura da espiga (cm)	-4,6444 ^{ns}
	Acamamento + quebramento (%)	1,2714 ^{ns}
	Produtividade (kg ha ⁻¹)	-1657,9083**

* Estimativa significativa a 5% de probabilidade; ** Estimativa significativa a 1% de probabilidade; ^{ns} Estimativa não significativa a 5% de probabilidade.

Esses resultados evidenciam ainda que, no milho, cultivares de base genética mais estreita respondem melhor quando é realizado maior investimento, principalmente quando o objetivo é a obtenção de maior produtividade de grãos.

A prolificidade (número de espigas por planta) apresentou resposta significativa à adubação no nível dois (400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 em cobertura) (Tabela 7). A prolificidade das cultivares destinadas ao alto investimento (0,997 esp pl⁻¹) foi superior às de baixo investimento (0,981 esp pl⁻¹), segundo a análise de contraste (Tabela 6).

TABELA 7. Médias de prolificidade (número de espigas por planta), em três níveis de adubação, considerando nove cultivares e duas densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Níveis de adubação*	Médias
Nível 1	0,98 a
Nível 3	0,99 b
Nível 2	0,99 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

Os híbridos simples “P30F33”, “GNZ 2004”, “GNZ 2005”, e “CD 308” apresentaram a maior prolificidade e a variedade Bandeirante a menor (Tabela 8). Na menor densidade (55.000 pl ha⁻¹), foi observado maior prolificidade (Tabela 9). Esse resultado confirma a afirmação de Dourado Neto et al. (2003) de que o aumento da população de plantas diminui o número de espigas por planta. Sangoi (2001) também observou que os menores índices de prolificidade foram encontrados em 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.

TABELA 8. Médias de prolificidade (número de espigas pl^{-1}) de nove cultivares avaliadas em duas densidades de plantio e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares*	Médias
Bandeirante ⁽¹⁾	0,96 a
AGN 2012 ⁽¹⁾	0,97 b
BRS 3150 ⁽¹⁾	0,98 b
DKB 199 ⁽²⁾	0,98 b
AG 8021 ⁽²⁾	0,98 b
CD 308 ⁽¹⁾	0,99 c
GNZ 2005 ⁽¹⁾	1,01 c
GNZ 2004 ⁽²⁾	1,01 c
P30F33 ⁽²⁾	1,02 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - ⁽¹⁾ cultivares de baixo investimento; ⁽²⁾ cultivares de alto investimento.

TABELA 9. Médias de prolificidade (número de espigas $planta^{-1}$) de duas densidades de plantio, considerando nove cultivares e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Densidades de plantio	Médias
65.000 $pl\ ha^{-1}$	0,98 a
55.000 $pl\ ha^{-1}$	1,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

A prolificidade é influenciada pela densidade (Tabela 10). Na densidade de 55.000 plantas ha^{-1} as cultivares GNZ 2004, GNZ 2005, P30F33 e CD 308 apresentaram a maior prolificidade. Na densidade de 65.000 plantas ha^{-1} , a cultivar P30F33 foi a mais prolífica.

TABELA 10. Resultados médios de prolificidade (número de espigas pl^{-1}) de nove cultivares de milho em função de duas densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares*	Densidade		Médias
	55.000 pl ha ⁻¹	65.000 pl ha ⁻¹	
Bandeirante ⁽¹⁾	0,95 a	0,96 a	0,96
AGN 2012 ⁽¹⁾	0,97 a	0,97 a	0,97
BRS 3150 ⁽¹⁾	0,99 b	0,96 a	0,98
CD 308 ⁽¹⁾	1,01 c	0,98 a	0,99
GNZ 2005 ⁽¹⁾	1,03 c	0,99 a	1,01
DKB 199 ⁽²⁾	0,98 b	0,97 a	0,98
AG 8021 ⁽²⁾	0,99 b	0,98 a	0,99
P30F33 ⁽²⁾	1,02 c	1,01 b	1,02
GNZ 2004 ⁽²⁾	1,04 c	0,98 a	1,01
Médias	1,00	0,98	0,99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - ⁽¹⁾ cultivares de baixo investimento, ⁽²⁾ cultivares de alto investimento.

Foram encontradas diferenças significativas entre as cultivares em relação à porcentagem de espigas doentes (Tabela 11). As cultivares AGN 2012 e Bandeirante apresentaram a maior porcentagem de espigas doentes.

Atualmente, os melhoristas das empresas de sementes dão maior importância para as características das espigas, principalmente com respeito ao empalhamento. Fernandes & Oliveira (1997) e Paliwal (2001) afirmam que, geralmente, as doenças das espigas de milho são causadas por várias espécies de fungos e são grandemente favorecidas por altas precipitações pluviométricas e influenciada por características agrônômicas da planta, como a decumbência e o empalhamento das espigas.

TABELA 11. Médias de espigas doentes (%) de nove cultivares avaliadas em duas densidades de plantio e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares*	Médias
AG 8021 ⁽²⁾	0,72 a
GNZ 2004 ⁽²⁾	1,13 a
DKB 199 ⁽²⁾	1,48 a
P30F33 ⁽²⁾	2,24 a
BRS 3150 ⁽¹⁾	2,31 a
CD 308 ⁽¹⁾	2,62 a
GNZ 2005 ⁽¹⁾	2,63 a
Bandeirante ⁽¹⁾	3,64 b
AGN 2012 ⁽¹⁾	4,73 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - ⁽¹⁾ cultivares de baixo investimento; ⁽²⁾ cultivares de alto investimento.

Os diferentes níveis de adubação influenciaram significativamente a altura de plantas, tendo o nível três (500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 e 150 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura) proporcionado maior crescimento das plantas (Tabela 12).

Entre as cultivares, os híbrido simples “GNZ 2004” e “AG 8021” foram as que apresentaram a maior altura de plantas, e as cultivares Bandeirante e AG 8021 apresentaram maior altura de espiga (Tabela 13). O contraste entre as cultivares agrupadas entre alto e baixo investimento foi significativo para a altura de planta (Tabela 6), tendo as cultivares de alto investimento apresentado maior altura de planta (230,7 cm) que as de baixo investimento (221,2 cm).

TABELA 12. Médias de altura de planta (cm) em três níveis de adubação, considerando nove cultivares e duas densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Níveis de adubação*	Médias
Nível 1	222,15 a
Nível 2	223,72 a
Nível 3	230,35 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

TABELA 13. Médias de altura de planta (cm) e de altura de espiga (cm) de nove cultivares avaliadas em duas densidades de plantio e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares*	Altura de planta	Altura de espiga
CD 308 ⁽¹⁾	207,06 a	104,94 a
P30F33 ⁽²⁾	213,11 a	112,11 b
AGN 2012 ⁽¹⁾	213,83 a	106,44 a
BRS 3150 ⁽¹⁾	226,78 b	105,94 a
GNZ 2005 ⁽¹⁾	227,94 b	112,06 b
DKB 199 ⁽²⁾	230,17 b	113,83 b
Bandeirante ⁽¹⁾	230,22 b	124,06 c
AG 8021 ⁽²⁾	235,72 c	122,72 c
GNZ 2004 ⁽²⁾	243,83 c	112,67 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - ⁽¹⁾ cultivares de baixo Investimento; ⁽²⁾ cultivares de alto investimento.

Na densidade de 55.000 pl ha⁻¹, a altura das plantas e de espiga (Tabela 14) foi maior que na densidade de 65.000 pl ha⁻¹. Isso ocorreu, provavelmente, devido à menor competição entre as plantas por água, nutrientes e luz.

A maioria das cultivares disponíveis no mercado é de porte médio e ou baixo. Isto têm proporcionado uma maior eficiência na utilização da radiação solar, permitindo maior tolerância a altas densidades de plantio. Borém (1998) afirma que plantas baixas com folhas eretas acima da espiga, é uma característica desejável para atingir essa eficiência e tolerância.

As cultivares BRS 3150, AG 8021, GNZ 2004, AGN 2012 e CD 308 apresentaram a maior porcentagem de plantas acamadas e quebradas (Tabela 15).

Para a determinação da densidade de semeadura deve-se levar em consideração as condições do ambiente (fertilidade do solo, precipitação, cultivar) onde será implantada a lavoura. Excessos de plantas por área aumentam os problemas de quebraamento e acamamento (Argenta et al., 2001).

TABELA 14. Médias de altura de planta (cm) e de altura de espiga (cm) de duas densidades de plantio, considerando nove cultivares de milho e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Densidades de plantio	Altura de planta	Altura de espiga
65.000 pl ha ⁻¹	218,67 a	108,86 a
55.000 pl ha ⁻¹	232,15 b	116,64 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 15. Médias de acamamento e quebraamento (%) de nove cultivares de milho avaliadas em duas densidades de plantio e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares*	Médias
P30F33 ⁽²⁾	2,30 a
DKB 199 ⁽²⁾	3,04 a
GNZ 2005 ⁽¹⁾	3,73 a
Bandeirante ⁽¹⁾	6,29 a
CD 308 ⁽¹⁾	8,07 b
AGN 2012 ⁽¹⁾	9,14 b
GNZ 2004 ⁽²⁾	9,74 b
AG 8021 ⁽²⁾	10,78 b
BRS 3150 ⁽¹⁾	11,46 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - ⁽¹⁾ cultivares de baixo investimento; ⁽²⁾ cultivares de alto investimento.

A maior produtividade de grãos foi obtida no nível de adubação três (500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 e 150 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura) (Tabela 16). Esse resultado evidencia que o aumento na dose de adubo na semeadura e em cobertura proporciona um aumento no rendimento de grãos de aproximadamente 9,5%; também revela a importância do incremento na adubação nitrogenada para o aumento da produtividade de grãos.

A análise do solo mostrou que a área onde foram realizados os experimentos possuía boa fertilidade, com alto teor de fósforo, percentagem de matéria orgânica dentro do nível crítico e o potássio foi o macro nutriente que apresentou maior deficiência (Tabela 2). Portanto os suprimentos de adubo na semeadura e na cobertura coadjuvaram na obtenção de altas produtividades.

TABELA 16. Médias de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em três níveis de adubação, considerando nove cultivares e duas densidades de plantio. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Níveis de adubação*	Médias
Nível 1	8.826,94 a
Nível 2	9.069,39 a
Nível 3	9.671,11 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - Nível 1 = 300 kg ha^{-1} de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha^{-1} de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha^{-1} de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha^{-1} de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha^{-1} de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha^{-1} de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); + 150 kg ha^{-1} de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

A cultivar P30F33 foi a de maior produtividade de grãos (Tabela 17). É importante salientar que essa cultivar está agrupada dentro das recomendadas para áreas de alto investimento, sendo híbrido simples, o que ressalta o potencial genético desse tipo de cultivar, frente às outras. Silva et al. (2004) afirmam que a produtividade entre materiais genéticos de diferentes bases genéticas é acentuada à medida que se incrementa o nível de manejo.

O contraste entre as médias das cultivares agrupadas em alto e baixo investimento foi significativo (Tabela 6), evidenciando a maior produtividade do grupo de alto investimento ($10.110 \text{ kg ha}^{-1}$) frente às de baixo investimento (8.452 kg ha^{-1}). A estimativa do contraste foi de $1657,9 \text{ kg}$, o que representa quase 20% a mais na produtividade de grãos. Esta diferença permite afirmar que o investimento em sementes de maior potencial produtivo é compensado significativamente com a maior produtividade alcançada. Médias de produtividade de cultivares destinadas a áreas de alto investimento são

claramente superiores às médias das cultivares destinadas a cultivos com baixo investimento (Mendes et al., 2004; Backes et al., 2004).

As boas condições climáticas ocorridas durante a condução do experimento, foram muito importantes para as altas produtividades de grãos obtidas. Vale ressaltar que a precipitação pluvial foi distribuída uniforme e na quantidade suficiente; a temperatura e a umidade relativa também estiveram dentro dos índices ideais para o desenvolvimento da cultura do milho (Figuras 1, 2 e 3).

Fatores como o potencial produtivo das cultivares disponíveis no mercado, associado a determinadas práticas de manejo, permitirão a obtenção de altas produtividades de grãos, que é o principal objetivo do agricultor, visando à maior rentabilidade econômica.

TABELA 17. Médias de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de nove cultivares de milho avaliadas em duas densidades de plantio e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares*	Médias
Bandeirante ⁽¹⁾	7.853,72 a
AGN 2012 ⁽¹⁾	8.211,17 a
BRS 3150 ⁽¹⁾	8.267,44 a
GNZ 2005 ⁽¹⁾	8.961,67 b
CD 308 ⁽¹⁾	8.967,50 b
DKB 199 ⁽²⁾	9.259,28 b
AG 8021 ⁽²⁾	10.130,39 c
GNZ 2004 ⁽²⁾	10.253,28 c
P30F33 ⁽²⁾	10.797,89 d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

* - ⁽¹⁾ cultivares de baixo investimento; ⁽²⁾ cultivares de alto investimento.

Neste trabalho foi verificado que o grupo de cultivares de alto investimento apresentou maior produtividade de grãos, expressando o seu maior potencial genético. Este fato também confirma a razão do crescimento gradativo, no Brasil, do uso de sementes de cultivares destinadas ao alto investimento que, nos últimos anos, teve sua venda aumentada significativamente. Isso evidencia a importância do investimento em tecnologia para aumentar a produtividade de milho no Brasil, o que significará maior lucratividade para o agricultor.

Os resultados obtidos permitem afirmar que a melhoria na tecnologia de produção é o diferencial para o agricultor que produz de forma eficiente e com padrões tecnológicos elevados, permitindo a obtenção de altas produtividades de grãos.

6 CONCLUSÕES

A utilização de 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 na primeira cobertura e 150 kg ha⁻¹ de uréia na segunda cobertura, proporciona aumento significativo na produtividade de grãos e na altura das plantas.

O aumento da densidade de plantio de 55.000 pl ha⁻¹ para 65.000 pl ha⁻¹ não influencia a produtividade de grãos, mas interfere na altura de plantas e de espigas e na prolificidade.

O híbrido simples P30F33 é o mais produtivo, independentemente do nível de adubação e da densidade de plantio.

As cultivares destinadas ao alto investimento apresentam maior prolificidade, maior altura de planta e maior produtividade de grãos do que as cultivares destinadas ao baixo investimento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; ENDER, M. 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./fev. 2000.
- ANDRADE, F. H.; VEGA, C.; UHART, S.; et al. O. Kernel number determination in maize. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 2, p. 453-459, Mar./Apr. 1999.
- 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
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Estratégias de melhoramento das empresas para otimizar a resposta a densidade de plantas. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages, SC. **Resumos Expandidos...** Lages: CAV-UDESC, 2003. p. 30-34.
- BACKES, R. L.; BALBINOT Jr., A. A.; VIEIRA, L. C.; TÔRRES, A. N. L.; SOUZA, A. M. Desempenho agrônômico de híbridos, variedades de polinização aberta e segunda geração de híbrido de milho em dois níveis de investimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá, MT. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. p. 299
- BOLAÑOS, J., EDMEADES, G. The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 65-80, Sept. 1996.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1998. 453 p.
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 1581-1588, 2002.
- COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Desafios para obtenção de altas produtividades de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Palestras...** Cuiabá: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. 1CD-ROM.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; PETTER MEDEIROS, S. L.; RIBEIRO ROMANO, M. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 63-77, set./dez. 2003.

DUVICK, D. N.; CASSMAN, K. G. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 6, p. 1622-1630, Nov./Dec. 1999.

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. de. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 80 p. (Circular Técnica, 26).

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e Resumos...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258

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

KASPERBAUER, M. J.; KARLEN, D. L. Plant spacing and reflected far-red light effects on phytochrome-regulated photosynthate allocation in corn seedlings. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 6, p. 1564-1569, Nov./Dec. 1994.

MENDES, M. C.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H.; FIORINI, F. V. A.; BORGES, I. D. Comportamento de híbridos de milho considerando dois níveis de investimento em Lavras-MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá, MT. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. p. 273

MUNDSTOCK, C. M. **Densidade de semeadura no milho para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS/ASCAR, 1977. 35 p.

PALIWAL, R. L. enfermedades del maíz. In: PALIWAL, R. L. et al. **El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción**. FAO, 2001. p. 61-80.

PEIXOTO, C. Espaçamento e população de plantas. **Cultura do milho – set/out 2002**. **Revista Seednews**. 2002

PIMENTEL GOMEZ, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; BOGO, A.; KOTHE, D. M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados em diferentes densidades de planta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, jan./fev. 2000.

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

SANGOI, L.; GRACIETTI, M. A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHET, P. **Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. Field Crops Research**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 39-51, Dec. 2002.

SANGOI, L.; HORN, D.; ALMEIDA, M. L.; et al. Sistemas de manejo e performance agrônômica de cultivares de milho com diferentes bases genéticas no planalto catarinense. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages. **Resumos...** Lages: CAV-UDESC, 2003. p. 78.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da.; ARGENTA, G. Arranjo espacial de plantas de milho: como otimizá-lo para maximizar o rendimento de grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Palestras...** Cuiabá: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004.

SILVA, P. R. F. da. Densidade e arranjo de plantas em milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre, RS. **Conferências...** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura - CIENTEC-ABMS, 1992. p. 291-294.

SILVA, P. R. F. da; PEIXOTO, C. M.; REZERA, F.; CARMONA, R. C. Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas em dois níveis de manejo da água e da adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 63-71, 1997.

SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Fatores determinantes da escolha da densidade de plantas em milho. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages, SC. **Resumos Expandidos...** Lages: CAV-UDESC, 2003. p. 25-29.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; SUHRE, E.; STRIEDER, M. Desempenho agrônômico e econômico de tipos de cultivares de milho em função de níveis de manejo. In:

CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá.
Resumos... Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. p. 303

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometral approach.** 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.

TOLLENAAR, M. Is low plant density a stress in maize? **Maydica**, Bergamo, v. 37, n. 2, p. 305-311, 1992.

TOLLENAAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 6, p. 1597-1604, Nov./Dec. 1999.

TOLLENAAR, M.; LEE, E. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 75, n. 2/3, p. 161-169, May 2002.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE ECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES NÍVEIS DE INVESTIMENTO

1 RESUMO

CANEDO RIVERA, Antonio Ariel. **Análise econômica da cultura do milho em diferentes níveis de investimento.** 2006. Cap. 3, 26 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG *

O objetivo deste trabalho foi realizar a análise econômica do cultivo do milho considerando dois níveis de investimento, alto (híbridos simples) e baixo (híbridos duplos, triplos e variedade), três níveis de adubação e duas densidades de plantio. Para isso, foram conduzidos dois experimentos no ano agrícola 2004/2005, em Lavras, MG. Em um dos experimentos, utilizou-se a densidade de 55.000 plantas ha⁻¹ e, no outro, foi utilizada a densidade de 65.000 plantas ha⁻¹. Os três níveis de adubação foram: (1) 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 200 kg ha⁻¹ 30-00-20, em cobertura; (2) 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20, em cobertura e (3) 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 e 150 kg ha⁻¹ de uréia, em cobertura. Foram utilizadas nove cultivares de milho, sendo cinco destinadas ao cultivo em baixo investimento e quatro destinadas ao cultivo em alto investimento. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 9 (cultivares) x 3 (níveis de adubação). Os indicadores econômicos foram analisados utilizando-se o sistema de custo operacional total. Para determinar as estimativas operacionais da atividade, foram valorizados, para cada fator (cultivar, densidade e adubação), os indicadores de custo operacional, receita bruta, margem operacional e índice de rentabilidade. Os dados dos coeficientes técnicos e a produtividade de grãos utilizados para a obtenção das estimativas foram obtidos a campo. O preço médio do produto foi aquele recebido pelos produtores na região e os preços dos insumos referem-se aos preços pagos no comércio regional, referentes a setembro de 2005. Foi constatado que as maiores produtividades de grãos (179 sacas ha⁻¹ e 176 sacas ha⁻¹) é obtida com a utilização de cultivares destinadas ao alto investimento, na maior dose de adubação (nível 3) e em ambas as densidades. O custo operacional para ambas as densidades de plantio é maior quando é aplicada a maior dose de adubo, utilizando cultivares destinadas ao alto investimento e na densidade de 65.000 pl ha⁻¹. O maior índice de rentabilidade é de 61,5%, obtido com cultivares destinados ao alto investimento, quando receberam a menor dose de adubação (nível 1). A estimativa obtida do índice de rentabilidade evidencia

* Comitê Orientador: Renzo Garcia Von Pinho - UFLA (Orientador), Ricardo Pereira Reis – UFLA.

que a maior eficiência técnica nem sempre significa maior rentabilidade para o produtor, devendo-se otimizar a eficiência econômica da atividade.

2 ABSTRACT

CANEDO RIVERA, Antonio Ariel. **Economical analysis of the maize crop with different levels of Investment.** 2006. Chap. 3, 26 p. Dissertation (Master in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil *

The objective of this work was to carry out an economical analysis of maize crops considering two investment levels: high (single cross) and low (double crosses, three way crosses and varieties), three fertilizing levels and two sowing date densities. Two trials were carried out in the agricultural year of 2004/2005, in Lavras, MG. In one of the trials the plant density was 55.000 plants ha⁻¹ and in the other the plant density was 65.000 plants ha⁻¹. The three fertilizing levels were: (1) 300 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date with an additional 200 kg ha⁻¹ of 30-00-20, for covering; (2) 400 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date with an additional 300 kg ha⁻¹ of 30-00-20, for covering; (3) 500 kg ha⁻¹ of 8-28-16 on the sowing date with an additional 300 kg ha⁻¹ of 30-00-20 and 150 kg ha⁻¹ of N, for covering. Nine maize cultivars were used with five being to low input and four to high input. The experimental design in randomized complete block was utilized, with three repetitions, in the factorial 9 scheme (crops) x 3 (fertilizing levels). The economical indicators were analyzed using the system of total operational cost. In order to estimate operational activity, each factor was taken into consideration, (crops, plant density and fertilizing) including, operational cost, gross income, operational margin and profitability index. The information using of technical coefficients and grain productivity for obtained of the estimates were obtain in the field. The average price of the product was calculated by using the price received by the farmers in the region and the investment costs were calculated from those received by the regional trade, according to prices from September of 2005. The results showed that the highest grains productivities was of 179 bags ha⁻¹ and 176 bags ha⁻¹ when crops of high investment were utilized in the both plant densities and with fertilizing of level 3. The operational cost for both plant densities was higher when the highest fertilization was applied, when using the high investment crops and with plant density of 65.000 plants ha⁻¹; it was observed that the best economical result was obtained with high investment crops, with level 1 fertilization with an index of profitability of 61,5%. The obtained estimate from index of profitability showed that the largest technical efficiency did not necessarily mean best economical result for farmer and they should optimize the economical efficiency of activity.

* Guidance Committee: Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (Major Professor), Ricardo Pereira Reis – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

Em uma economia globalizada e de alta competitividade, a busca por maior eficiência na produção agrícola tem sido uma constante dos setores envolvidos na cadeia produtiva do milho. É importante ressaltar, que nos últimos anos, a cultura do milho, no Brasil, vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos na produtividade de grãos.

O crescimento expressivo da produtividade de grãos tem permitido o crescimento da produção, tendo em vista que a área plantada tem diminuído sistematicamente em todas as regiões do país. Outro aspecto importante da cultura do milho no Brasil que tem influenciado a modernização da tecnologia de produção é a inserção da produção nacional no mercado externo a partir de 2001. Fatores como preços estáveis e exportação também estão estimulando o produtor de milho a investir em tecnologia, visando maior eficiência na sua atividade produtiva, promovendo a obtenção de acréscimos na produtividade (Tsunechiro, 2004)

A produtividade média de grãos de milho no Brasil é baixa, oscilando entre 2.700 e 3.000 kg ha⁻¹ (FNP Consultoria e Comércio, 2002). Várias causas contribuem para essa baixa produtividade, destacando-se, principalmente, o uso de cultivares com baixo potencial produtivo, baixa disponibilidade de água e de nutrientes, utilização inadequada de época e densidade de semeadura e controle inadequado de insetos e plantas daninhas (Silva et al., 2003).

No Brasil, há uma enorme diversidade nas condições de cultivo, que vão desde a agricultura tipicamente de subsistência a agricultores que utilizam o máximo de tecnologia disponível e que possuem produtividade equivalente à obtida em países de agricultura mais avançada. A baixa produtividade média de milho no Brasil não reflete o bom nível tecnológico alcançado por parte dos

produtores, já que as médias são obtidas nas mais diferentes regiões, em lavouras com diferentes sistemas de cultivos e finalidade da produção.

Nos sistemas de produção de milho, o investimento varia, principalmente, de acordo com a região, o tipo de produtor e a disponibilidade de tecnologia. Dentre os tipos de cultivar, verifica-se que os híbridos simples e os híbridos triplos são mais recomendados para tecnologia média/alta e alta. Os híbridos duplos são mais recomendados para tecnologia média e média/baixa e as variedades para tecnologia baixa/média e média.

Assim, para o aumento da produtividade, é necessário que, nas propriedades, sejam adotadas tecnologias básicas, incluindo cultivares melhoradas, melhoria nas práticas de manejo, realização de calagem e adubação mais adequada, entre outras. É certo que a melhoria nas técnicas culturais empregadas permitirá suplantiar os atuais tetos de 6.000 a 8.000 kg.ha⁻¹ (Coelho et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi realizar a análise econômica do cultivo do milho, considerando dois níveis de investimento, alto (híbridos simples) e baixo (híbridos duplos, triplos e variedade), três níveis de adubação e duas densidades de plantio. As informações a esse respeito são escassas e, desse modo, trabalhos que visem uma avaliação comparativa entre diferentes níveis de investimento ou de aplicação de tecnologia são necessários e podem fornecer valiosas informações aos produtores.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

Os experimentos foram instalados na safra agrícola 2004/05 em área experimental do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O município de Lavras, MG está localizado na região Sul do estado de Minas Gerais, a 920 m de altitude, 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste, em Latossolo Vermelho Escuro distróférrico, onde o milho é a principal cultura, com solos corrigidos e com fertilidade média. A área dos experimentos tem o solo de textura argilosa e vem sendo cultivada com milho por várias safras. Os resultados da análise química do solo estão apresentados na Tabela 18.

TABELA 18. Resultados da análise de amostras de solo (0 a 20 cm de profundidade) da área onde foram conduzidos os experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Características	Unidade	Valor
pH em água	mg/dm ³	6,0
P (fósforo)	mg/dm ³	12,8
K (potássio)	mg/dm ³	48,0
Ca ²⁺ (cálcio)	cmol _c /dm ³	2,7
Mg ²⁺ (magnésio)	cmol _c /dm ³	1,5
Al ³⁺ (alumínio)	cmol _c /dm ³	0,0
H + Al (acidez potencial)	cmol _c /dm ³	2,9
SB (soma de bases trocáveis)	cmol _c /dm ³	4,3
t (capacidade de troca catiônica efetiva)	cmol _c /dm ³	4,3
T (capacidade de troca catiônica a pH 7,0)	cmol _c /dm ³	7,2
V (índice de saturação de bases)	%	59,8
M (índice de saturação de alumínio)	%	0,0
MO (matéria orgânica)	dag/kg	3,4
P-rem (Fósforo Remanescente)	mg/L	18,8

* Análise realizada no Laboratório de Análise de Solo, DCS/UFLA.

Os dados climáticos desde a instalação (05/11/2004) até a colheita do experimento (30/04/2005) estão apresentados nas Figuras 4, 5 e 6.

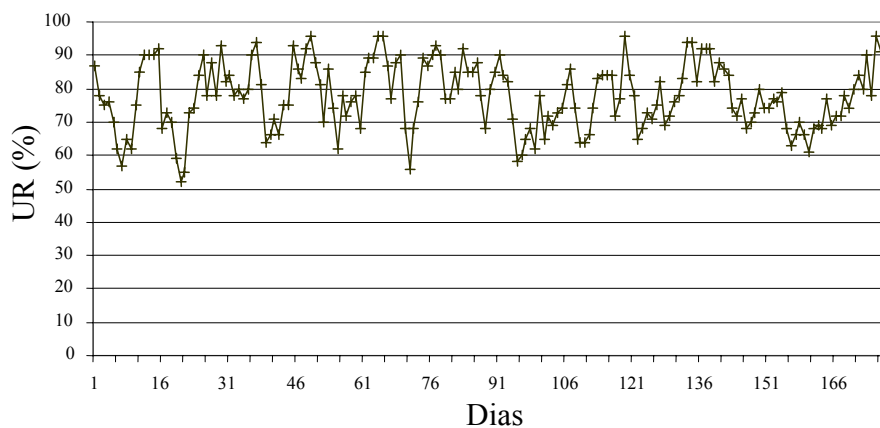


FIGURA 4. Dados de umidade relativa (%) em Lavras, MG, de 05/11/2004 a 30/04/2005, obtidos no Setor de Meteorologia da UFLA. UFLA, Lavras, MG, 2006.

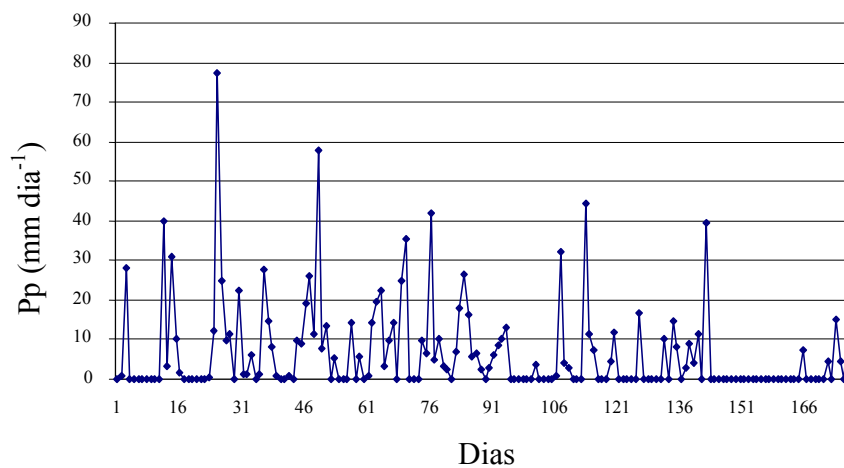


FIGURA 5. Dados de precipitação pluviométrica (mm dia⁻¹) em Lavras, MG, de 05/11/2004 a 30/04/2005, obtidos no Setor de Meteorologia da UFLA. UFLA, Lavras, MG, 2006.

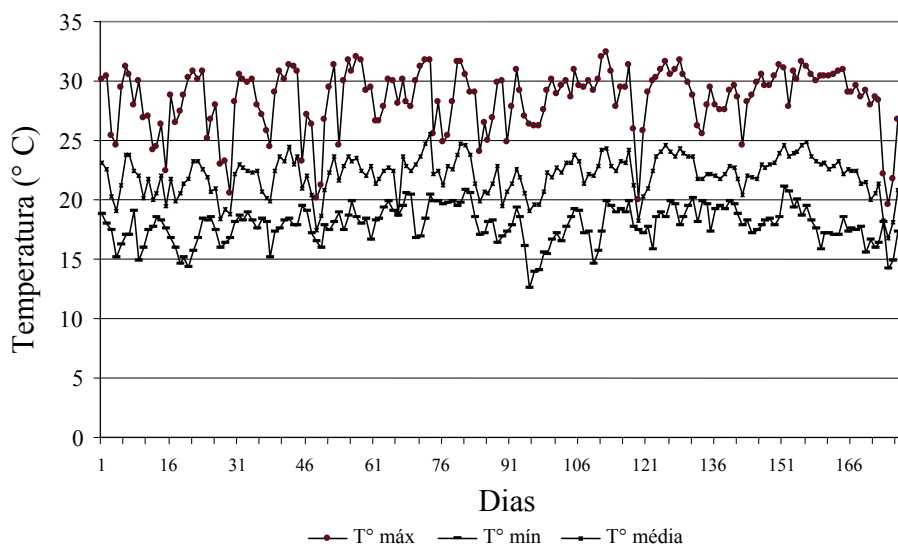


FIGURA 6. Dados de temperatura máxima, média e mínima (°C) em Lavras, MG, de 05/11/2004 a 30/04/2005, obtidos no Setor de Meteorologia da UFLA. UFLA, Lavras, MG, 2006.

4.2 Material genético utilizado

Foram utilizadas nove cultivares de milho, sendo cinco consideradas para cultivo em baixo investimento (uma variedade, dois híbridos duplos e dois híbridos triplos) e quatro (híbridos simples) consideradas para cultivo sob condições de alto investimento (Tabela 19).

TABELA 19. Características agronômicas das cultivares utilizadas nos experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

	Cultivar	Empresa	Tipo	Ciclo	Uso	Cor do grão	Densidade (pl ha ⁻¹) x 1.000	Textura do grão
Baixo investimento	AL Bandeirante	CATI	V	P	G/S	AL	50-55	SMDURO
	AGN 2012	Agromen	HD	SP	G/S	AM/LR	50-55	SMDURO
	BRS 3150	Embrapa	HT	P	G/S	LR/AV	50-55	SMDENT
	CD 308	COODETEC	HD	P	G	AL	50	SMDURO
	GNZ 2005	Geneze	HT	P	G	AL	55-60	SMDURO
Alto investimento	DKB 199	Monsanto	HS	SMP	G	AM/AL	55-65	SMDURO
	AG 8021	Monsanto	HS	P	G	AM/AL	50-60	SMDENT
	P 30F33	Pioneer	HS	P	G	AL	55-65	DURO
	GNZ 2004	Geneze	HS	P	G/S/MV	AM/AL	50-57	SMDENT

Legenda: V = variedade, HS = híbrido simples, HD = híbrido duplo, HT = híbrido triplo, P = precoce, SP = superprecoce, SMP = semiprecoce, G = grão, S = silagem, MV = milho verde, AL = alaranjado, AM = amarelo, LR = laranja, AV = avermelhado, SMDURO = semiduro, SMDENT = semidentado

4.3 Detalhes experimentais

As cultivares foram avaliadas em três níveis de adubação, conforme descritos na Tabela 20.

TABELA 20. Níveis de adubação, épocas de aplicação e total de nitrogênio aplicado nos experimentos em estudo conduzidos em Lavras, MG (2004/2005). UFLA, Lavras, MG, 2005.

Nível	Adubação no plantio	Adubação em cobertura	Época de aplicação da cobertura	Total aplicado (kg ha ⁻¹)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	300 kg ha ⁻¹ (8-28-16)	200 kg ha ⁻¹ (30-00-20)	4 a 6 folhas	84	84	88
2	400 kg ha ⁻¹ (8-28-16)	300 kg ha ⁻¹ (30-00-20)	4 a 6 folhas	122	112	124
3	500 kg ha ⁻¹ (8-28-16)	300 kg ha ⁻¹ (30-00-20) + 150 kg ha ⁻¹ uréia	4 a 6 folhas 6 a 8 folhas	199	140	140

Foram conduzidos dois experimentos, tendo, em um deles, sido utilizada a densidade de 55.000 pl ha⁻¹ e no outro, foi utilizada a densidade de 65.000 pl ha⁻¹.

Os experimentos foram instalados em 05/11/2004, em áreas contíguas, que possuíam características semelhantes de fertilidade do solo e de topografia.

Em cada experimento foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em arranjo fatorial de 3 x 9, envolvendo três níveis de adubação e nove cultivares.

A semeadura foi realizada manualmente, em parcelas constituídas de quatro fileiras de cinco metros de comprimento, com espaçamento entre fileiras de 0,80 m, considerando-se, para a coleta de dados, as duas linhas centrais. Quando a planta apresentava-se com quatro folhas, realizou-se o desbaste, visando atingir a densidade avaliada.

A adubação de semeadura e em cobertura foi feita manualmente, ajustando-se a distribuição do adubo de acordo com cada tratamento. O adubo 30-00-20 (N-P-K) foi aplicado quando as plantas apresentavam entre quatro e seis folhas. A uréia foi aplicada quando as plantas estavam com seis a oito folhas totalmente expandidas.

O controle de plantas daninhas foi realizado quimicamente em pós-emergência, dezoito dias após a semeadura, com a aplicação do princípio ativo atrazina, na dose de 5 litros ha⁻¹. A colheita foi realizada manualmente.

Foi avaliada a produtividade de grão (kg ha⁻¹) que foi corrigida após a colheita para a umidade padrão de 13%. Após a correção para a umidade padrão, a produtividade foi expressa em sacas de 60 kg por hectare (sacas ha⁻¹). Para a comparação das médias foi utilizado o teste de agrupamento de médias de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Os indicadores econômicos foram analisados utilizando-se o sistema de custo operacional total, do Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, proposto por Matsunaga et al. (1976) e mencionado por Rapassi et al. (2003).

Para determinar as estimativas operacionais da atividade foram valorizados, para cada fator (cultivar, densidade e adubo), os seguintes indicadores:

- **custo operacional:** determinado pelo custo das operações e dos insumos, expresso em reais;
- **receita bruta:** obtida pelo resultado da produção (em sacas ha⁻¹) vezes o preço médio da saca de milho, em reais, recebida pelo produtor em setembro de 2005;
- **margem operacional:** calculada pela diferença entre a receita bruta e o custo operacional, também expresso em reais;
- **índice de rentabilidade:** representado pela relação entre a margem operacional e a receita bruta, em termos percentuais.

Os dados relativos aos coeficientes técnicos e à produtividade de grãos utilizados na estimativa dos custos operacionais de produção e da rentabilidade foram obtidos a campo, a partir dos dados coletados de produção e dos custos operacionais. O preço médio do produto foi aquele recebido pelos produtores na

região e os preços médios dos insumos se referem aos pagos no comércio regional. Os valores dos preços utilizados na análise econômica tiveram correção referente a setembro de 2005 e estão apresentados nas Tabelas 21 e 22.

Tabela 21. Custo operacional total do adubo (R\$ ha⁻¹) utilizado em três níveis de adubação nos experimentos conduzidos em Lavras, MG, na safra 2004/2005.

Nível*	Adubo			Total
	8-28-16	30-00-20	Uréia	
Nível 1	214,5	149,2	---	363,7
Nível 2	286,0	223,8	---	509,8
Nível 3	357,5	223,8	111	692,3

* - Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

Tabela 22. Custo da semente (R\$ ha⁻¹) de cultivares de milho agrupadas para alto e baixo investimento, utilizada em duas densidades de plantio nos experimentos conduzido em Lavras, MG, na safra 2004/2005.

Densidade	Nível de investimento	
	Baixo investimento ¹	Alto investimento ²
55.000 pl ha ⁻¹	100	200
65.000 pl ha ⁻¹	117	233

¹ - Cultivares AGN 2012, CD 308, BRS 3150, GNZ 2005 e AL Bandeirante, sendo as duas primeiras híbridos duplos, as duas seguintes híbridos triplos e a última, variedade;

² - Cultivares DKB 199, AG 8021, P30F33 e GNZ 2004, sendo todas híbridos simples.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 23 e 24 estão apresentadas as estimativas do custo operacional por hectare, considerando as duas densidades de plantio (55.000 e 65.000 pl ha⁻¹) e levando-se em consideração os três níveis de adubação e o tipo de cultivar (baixo e alto investimento).

O incremento no custo operacional dentro de cada nível de adubação e entre os diferentes níveis de investimento foi determinado pelo custo das sementes (Tabelas 23 e 24). As sementes utilizadas no alto investimento são mais caras, pelo fato de serem híbridos simples, de maior potencial produtivo (Tabela 22).

Em consequência disso, o custo operacional na densidade de 65.000 pl ha⁻¹ foi R\$ 116,00 maior no nível de alto investimento, quando comparados os mesmos níveis de adubação (Tabela 23). Para a densidade de 55.000 pl ha⁻¹, devido ao menor gasto de sementes, o aumento no custo operacional, quando se considera o maior nível de investimento, foi de R\$ 100,00 (Tabela 24).

As estimativas de produtividade, custo operacional, receita bruta, margem operacional e índice de rentabilidade para cada tratamento avaliado estão apresentadas na Tabela 25. Verifica-se que o custo operacional total variou de R\$ 860,70 (milho de baixo investimento, nível um de adubação e densidade de 55.000 pl ha⁻¹) a R\$ 1.338,30 (milho de alto investimento, nível três de adubação e densidade de 65.000 pl ha⁻¹). Por conseguinte, levando-se em consideração o custo operacional e a produtividade obtida, é evidente a diferença na receita bruta obtida pelo produtor.

TABELA 23. Estimativa do custo operacional para a cultura do milho, em função da densidade de 65.000 plantas por hectare, considerando dois níveis de investimento e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Custo operacional (R\$ ha ⁻¹)						
	Milho alto investimento ¹			Milho baixo investimento ²		
	Adubação (Nível 1)	Adubação (Nível 2)	Adubação (Nível 3)	Adubação (Nível 1)	Adubação (Nível 2)	Adubação (Nível 3)
Operações						
Plantio	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Aplicação herbicida	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
1ª Aplicação adubo	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
2ª Aplicação adubo	--	--	16,0	--	--	16,0
Colheita	186,0	186,0	186,0	186,0	186	186,0
Insumos						
Adubo	363,7	509,8	692,3	363,7	509,8	692,3
Herbicida	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
Semente	233,0	233,0	233,0	117,0	117,0	117,0
Formicida	11	11	11	11	11	11
TOTAL	993,7	1.139,8	1.338,3	877,7	1.023,8	1.222,3

Legenda: ¹ = Cultivares DKB 199, AG 8021, P 30F33, GNZ 2004, sendo todas híbridos simples; ² = Cultivares AGN 2012, CD 308, BRS 3150,GNZ 2005, AL Bandeirante, sendo as duas primeiras híbridos duplos, as duas seguintes, híbridos triplos e a última, variedade.

Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

TABELA 24. Estimativa do custo operacional para a cultura do milho, em função da densidade de 55.000 plantas por hectare, considerando dois níveis de investimento e três níveis de adubação. UFPA, Lavras, MG, 2006.

Custo operacional (R\$ ha ⁻¹)						
	Milho alto investimento ¹			Milho baixo investimento ²		
	Adubação (Nível 1)	Adubação (Nível 2)	Adubação (Nível 3)	Adubação (Nível 1)	Adubação (Nível 2)	Adubação (Nível 3)
Operações						
Plantio	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Aplicação herbicida	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
1ª Aplicação adubo	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
2ª Aplicação adubo	--	--	16,0	--	--	16,0
Colheita	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0
Insumos						
Adubo	363,7	509,8	692,3	363,7	509,8	692,3
Herbicida	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
Semente	200,0	200,0	200,0	100,0	100,0	100,0
Formicida	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
TOTAL	960,7	1.106,8	1.305,3	860,7	1.006,8	1.205,3

Legenda: ¹ = Cultivares DKB 199, AG 8021, P 30F33, GNZ 2004, sendo todos híbridos simples; ² = Cultivares AGN 2012, CD 308, BRS 3150, GNZ 2005, AL Bandeirante, sendo as duas primeiras, híbridos duplos, as duas seguintes, híbridos triplos e a última, variedade.

Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

A produtividade de grãos variou de 132,65 sacas ha^{-1} (milho de baixo investimento, nível um de adubação e densidade de 65.000 pl ha^{-1}) a 179,17 sacas ha^{-1} (milho de alto investimento, nível três de adubação e densidade de 55.000 pl ha^{-1}) (Figuras 7 e 8). Conseqüentemente, nesses dois tratamentos, foram obtidos os menores e maiores valores de receita bruta (R\$ 2.056,10 e R\$ 2.777,10).

As maiores produtividades foram obtidas com cultivares de milho destinadas ao alto investimento, com a maior adubação (nível três) em ambas as densidades (Tabela 25).

Os resultados obtidos de produtividade, considerando o alto investimento e o nível 3 de adubação (40 kg ha^{-1} de N no plantio e 159 kg ha^{-1} de N em cobertura) estão de acordo com o proposto por Raij & Cantarella (1996), que recomendam para a obtenção de produtividade de 10-12 t ha^{-1} , uma adubação nitrogenada no plantio de 30 kg ha^{-1} e 140 kg ha^{-1} em cobertura.

Corroborando com esses resultados, Mendes et al. (2004) observaram que as médias de produtividade de grãos dos híbridos de alto investimento são superiores às médias dos de baixo investimento. Backes et al. (2004) também verificaram resultados similares quando compararam cultivares em dois níveis de investimento. As diferenças no rendimento de grãos entre o híbrido simples e um híbrido duplo ou uma variedade se acentuam à medida que se incrementa o nível de investimento (Silva et al., 2004).

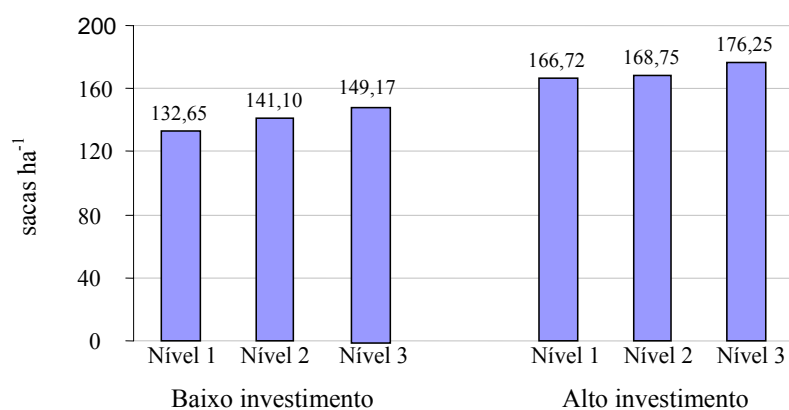
TABELA 25. Estimativa da produtividade (sacas ha⁻¹), custo operacional (R\$ ha⁻¹), receita bruta (R\$ ha⁻¹), margem operacional (R\$ ha⁻¹) e índice de rentabilidade (%), em função de duas densidades de plantio, três níveis de adubação e dois níveis de investimento na cultura do milho. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Experimentos	Nível adubação ²	Investimento ³	Produtividade ¹	Custo	Receita bruta	Margem	Índice de rentabilidade ¹
			(saca = 60 kg) (A)	operacional (B)	C = (A x R\$ 15,5)	operacional ¹ (C - B)	
65.000 pl ha ⁻¹	Nível 1	BI	132,65 d	877,7	2.056,1	1.178,4 b	57,3 b
		AI	166,72 b	993,7	2.584,2	1.590,5 a	61,5 a
	Nível 2	BI	141,10 d	1.023,8	2.187,1	1.163,3 b	53,2 c
		AI	168,75 b	1.139,8	2.615,6	1.475,8 a	56,4 b
	Nível 3	BI	149,17 c	1.222,3	2.312,1	1.089,8 b	47,1 d
		AI	176,25 a	1.338,3	2.731,9	1.393,6 a	51,0 c
55.000 pl ha ⁻¹	Nível 1	BI	136,17 d	860,7	2.110,6	1.249,9 b	59,2 a
		AI	159,28 b	960,7	2.468,8	1.508,1 a	61,1 a
	Nível 2	BI	139,38 d	1.006,8	2.160,4	1.153,6 b	53,4 c
		AI	160,85 b	1.106,8	2.493,2	1.386,4 a	55,6 b
	Nível 3	BI	146,77 c	1.205,3	2.274,9	1.069,6 b	47,0 d
		AI	179,17 a	1.305,3	2.777,1	1.471,8 a	53,0 c

¹ - Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

² - Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas);

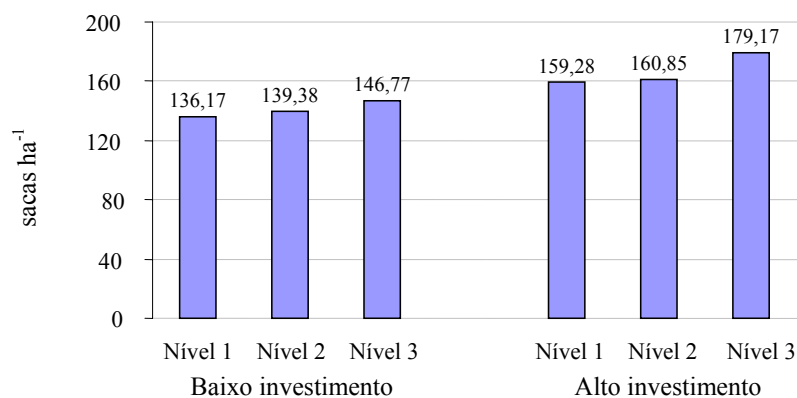
³ - BI = baixo investimento (Cultivares AGN 2012, CD 308, BRS 3150,GNZ 2005, AL Bandeirante, sendo as duas primeiras híbridos duplos, as duas seguintes híbridos triplos e a última, variedade); AI = alto investimento (Cultivares DKB 199, AG 8021, P 30F33, GNZ 2004, sendo todas híbridos simples).



Legenda: Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

FIGURA 7. Estimativa de produtividade de grãos de milho (sacas ha⁻¹), em função da densidade de 65.000 plantas por hectare, considerando dois níveis de investimento e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

A margem operacional variou de R\$ 1.069,60 (nível três de adubação, milho de baixo investimento e densidade de 55.000 pl ha⁻¹) a R\$ 1.590,50 (nível um de adubação, milho de alto investimento e densidade de 65.000 pl ha⁻¹) (Tabela 25). Observou-se que as menores margens operacionais foram encontradas em todas as cultivares destinadas ao baixo investimento, independente da densidade e do nível de adubação. Ao contrário, as maiores margens operacionais foram encontradas nas cultivares destinadas ao alto investimento, independente dos outros fatores.



Legenda: Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

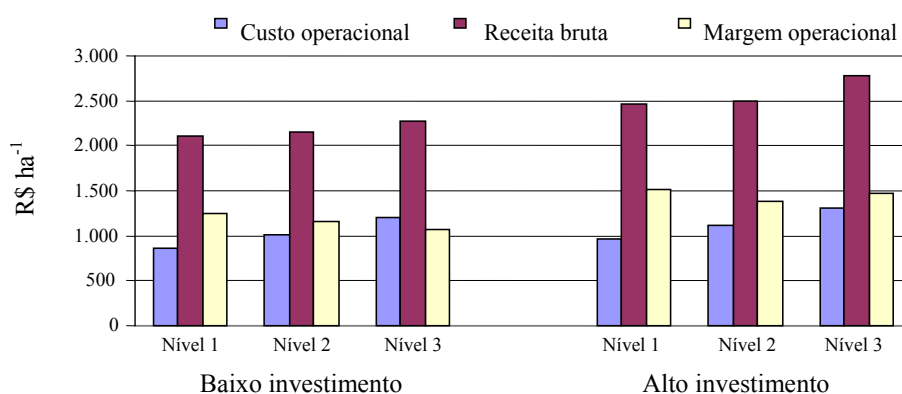
FIGURA 8. Estimativa de produtividade de grãos de milho (sacas ha⁻¹), em função da densidade de 55.000 plantas por hectare, considerando dois níveis de investimento e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

O índice de rentabilidade, que representa a participação percentual da margem operacional na receita bruta, foi maior em: dois tratamentos em que se utilizaram a menor quantidade de adubo (nível 1), cultivares de alto investimento, em ambas as densidades; e no tratamento com cultivares destinadas ao baixo investimento, menor nível de adubação e na densidade de 55.000 pl ha⁻¹ (Tabela 25). O menor índice foi encontrado quando se utilizou a maior quantidade de adubo (nível 3), cultivares de baixo investimento e em ambas as densidade.

As estimativas da margem operacional e do índice de rentabilidade permitem concluir que nem sempre o maior investimento e ou a maior

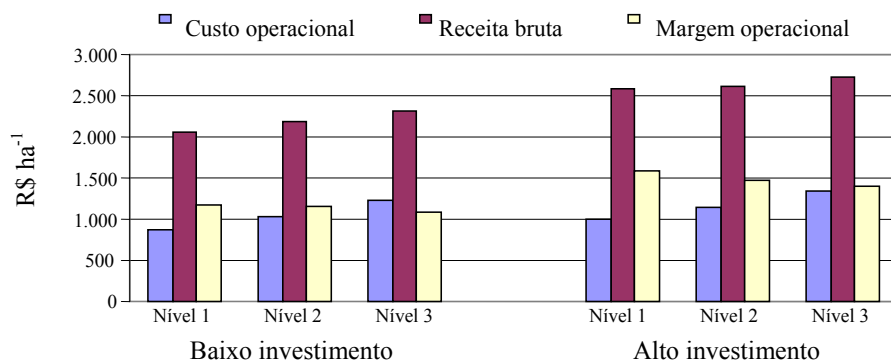
produtividade obtida proporcionarão a maior margem de rentabilidade. Fancelli & Dourado Neto (2004) afirmam que o conceito do rendimento máximo econômico é de vital importância para o produtor rural, o qual deve visar a máxima eficiência econômica da exploração agrícola e não somente a máxima eficiência técnica. Isso é fundamental para definir a tecnologia a ser utilizada.

O custo operacional total, a receita bruta e a margem operacional total para todos os tratamentos avaliados podem ser mais bem visualizados nas Figuras 9 e 10 e os valores do índice de rentabilidade estão apresentados nas Figuras 11 e 12.



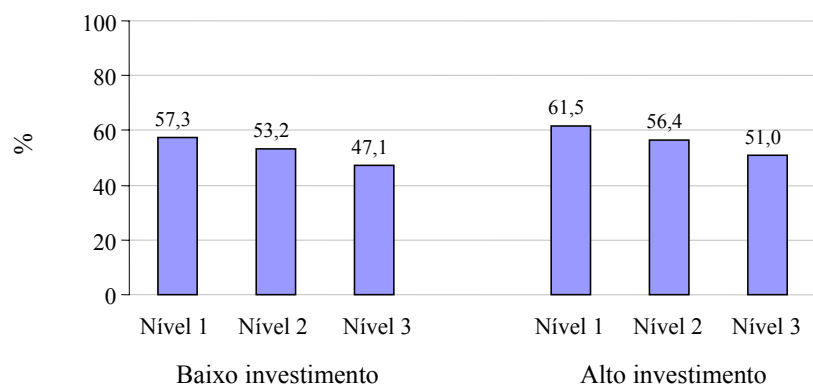
Legenda: Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

FIGURA 9. Custo operacional, receita bruta e margem operacional, em R\$ por hectare, para a cultura do milho, na densidade de 55.000 pl ha⁻¹, considerando dois níveis de investimento e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.



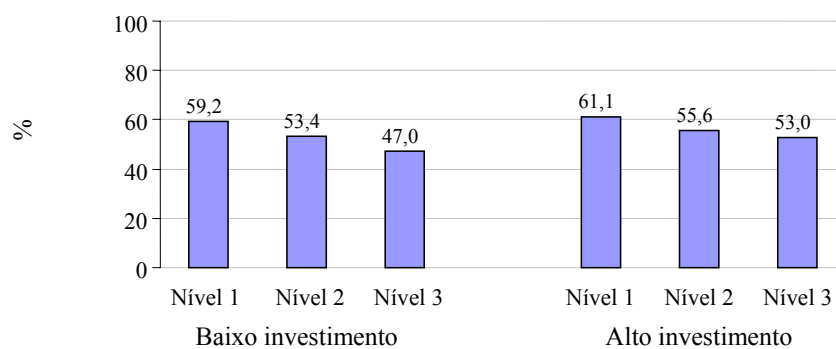
Legenda: Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

FIGURA 10. Custo operacional, receita bruta e margem operacional, em R\$ por hectare, para a cultura do milho, na densidade de 65.000 pl ha⁻¹, considerando dois níveis de investimento e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.



Legenda: Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

FIGURA 11. Índice de rentabilidade (%) para a cultura do milho, em função da densidade de 65.000 plantas por hectare, considerando dois níveis de investimento e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.



Legenda: Nível 1 = 300 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 200 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 2 = 400 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas); Nível 3 = 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (adubação no plantio) + 300 kg ha⁻¹ de 30-00-20 (adubação em cobertura, 4 a 6 folhas) + 150 kg ha⁻¹ de uréia (adubação em cobertura, 6 a 8 folhas).

Figura 12. Índice de rentabilidade (%) para a cultura do milho, em função da densidade de 55.000 plantas por hectare, considerando dois níveis de investimento e três níveis de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

6 CONCLUSÕES

As maiores produtividades de grãos (179 sacas ha^{-1} e 176 sacas ha^{-1}) foram obtidas com a utilização de cultivares destinadas ao alto investimento, na maior dose de adubação (500 kg ha^{-1} de 8-28-16 no plantio, mais 300 kg ha^{-1} de 30-00-20 e 150 kg ha^{-1} de uréia, em cobertura) e em ambas as densidades de semeadura.

O custo operacional é maior quando é aplicada a maior dose de adubo, utilizando cultivares destinadas ao alto investimento e na densidade de 65.000 pl ha^{-1} .

O maior índice de rentabilidade é obtido na menor dose de adubação (300 kg ha^{-1} de 8-28-16 no plantio, mais 200 kg ha^{-1} de 30-00-20 em cobertura) utilizando cultivares destinadas ao alto investimento.

A menor rentabilidade é obtida quando se utiliza a maior dose de adubo, cultivares destinadas ao baixo investimento, independentemente da densidade de semeadura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, A. Estrutura Da Produção De Milho Em Pequenas Propriedades. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Palestras...** Cuiabá: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. 1 CD-ROOM.
- BACKES, R. L.; BALBINOT Jr., A. A.; VIEIRA, L. C.; TÔRRES, A. N. L.; SOUZA, A. M. Desempenho agrônômico de híbridos, variedades de polinização aberta e segunda geração de híbrido de milho em dois níveis de investimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá, MT. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. p. 299
- COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Desafios para obtenção de altas produtividades de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Palestras...** Cuiabá: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. 1CD-ROOM.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.
- FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO LTDA. **Anuário da Agricultura Brasileira 2003**. São Paulo, 2002.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976
- MENDES, M. C.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H.; FIORINI, F. V. A.; BORGES, I. D. Comportamento de híbridos de milho considerando dois níveis de investimento em Lavras-MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá, MT. **Resumos...** . Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. p. 273
- PIMENTEL GOMEZ, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagens. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico**, Campinas, n. 100, p. 56-59, 1996.

RAPASSI, R. M. A.; SÁ, M. E. de; TARSITANO, M. A. A.; CARVALHO, M. A. C. de; PROENÇA, E. R.; CASTRO NEVES, C. M. T. de; COLOMBO, E. C. M. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 397-404, 2003.

SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Fatores determinantes da escolha da densidade de plantas em milho. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages, SC. **Resumos Expandidos...** Lages: CAV-UDESC, 2003. p. 25-29.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; SUHRE, E.; STRIEDER, M. Desempenho agrônômico e econômico de tipos de cultivares de milho em função de níveis de manejo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá, MT. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. p. 303

TSUNECHIRO, A. Evolução da produtividade da cultura do milho no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Palestras...** Cuiabá, MT: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2004. 1 CD-ROOM.