

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA
ESTIMAR A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE
MILHO**

VICTOR DO NASCIMENTO RODRIGUES

2004

VICTOR DO NASCIMENTO RODRIGUES

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA ESTIMAR A
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS 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 obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho.

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004**

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

Rodrigues, Victor do Nascimento

Comparação entre métodos para estimar a produtividade de
grãos de milho / Victor do Nascimento Rodrigues. -- Lavras :
UFLA, 2004.

47 p. : il.

Orientador: Renzo Garcia Von Pinho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Zea mays* L. 2. Estimativa. 3. Produtividade. 4. Milho. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.15

VICTOR DO NASCIMENTO RODRIGUES

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA ESTIMAR A
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS 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 obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 05 de março de 2004.

Prof. Dr. Carlos Maurício Paglis	UFLA
Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes	UFLA
Prof. Dr. Maximilian de Souza Gomes	UEMG/Campus de Passos
Prof. ^a Dr. ^a Édila Vilela de Resende Von Pinho	UFLA

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

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Victor e Jacqueline e à minha avó Vanessa, pelo amor, apoio e incentivo desde sempre.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Renzo pela orientação, pelo profissionalismo, amizade e confiança.

Ao professor Carlão e ao professor Júlio pela orientação, amizade e valiosas contribuições neste trabalho.

Aos professores Rodrigo e Edílson do DEG, que viabilizaram o levantamento topográfico das áreas.

Aos funcionários do Setor de Grandes Culturas do DAG pela ajuda na condução dos trabalhos de campo.

Ao bolsista André e aos estagiários pela amizade e dedicação.

Aos produtores Sr. Daniel e Sr. Cláudio pela boa receptibilidade e colaboração.

Aos engenheiros agrônomos Márcio da Emater de Itumirim, Luís Otávio da Fertilavras e André da Agromen.

Ao casal Lucas e Jéssica, pelo auxílio com os mapas e a correção de português.

A todos os amigos da graduação e da pós-graduação e ao amigo de república Afrânio, pelo companheirismo e amizade.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Estatísticas de produção e fatores que afetam a produtividade de milho	3
2.2 Componentes da produção de milho	6
2.3 Métodos para a previsão da produtividade de grãos de milho	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Material	10
3.1.1 Caracterização das áreas	10
3.2 Métodos	15
3.2.1 Obtenção das produtividades reais	15
3.2.2 Obtenção das produtividades estimadas	16
3.3 Análise dos dados	17
3.3.1 Análises de variância	17
a) Comparação entre os métodos na área da UFLA	17
b) Comparação entre os métodos nas áreas das Fazendas.....	18
c) Comparação entre os locais	19
d) Análise de variância para cada local	19
3.3.2 Variabilidade das produtividades estimadas	20
3.3.3 Intervalos de confiança da produtividade média estimada	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÕES	37
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXO A	42
ANEXO B	43
ANEXO C	43

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 Local de semeadura e características dos híbridos de milho utilizados. UFLA, Lavras-MG, 2004.....	11
TABELA 2 Resumo da análise de variância para cada método avaliado envolvendo os três locais e as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando somente as fontes de variação de interesse. UFLA, Lavras-MG, 2004.....	21
TABELA 3 Resumo da análise de variância para um dos métodos avaliado na área da UFLA e as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando somente as fontes de variação de interesse. UFLA, Lavras-MG, 2004.....	21
TABELA 4 Resumo da análise de variância para um dos métodos avaliado na área da Fazenda Campo Lindo, e as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando somente as fontes de variação de interesse. UFLA, Lavras-MG, 2004.....	21
TABELA 5 Resumo da análise de variância para um dos métodos avaliado na área da Fazenda Dutra, e as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando somente as fontes de variação de interesse. UFLA, Lavras-MG, 2004.....	22
TABELA 6 Valores médios para as produtividades estimadas ($t \cdot ha^{-1}$) pelos métodos avaliados e produtividades reais obtidas em cada local. UFLA, Lavras-MG, 2004.....	26

TABELA 7	Intervalos de 95% de confiança para a média das produtividades estimadas ($t.ha^{-1}$) pelo método de Reetz para os três locais, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras-MG, 2004..	29
TABELA 8	Intervalos de 95% de confiança para a média das produtividades estimadas ($t.ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área da UFLA, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	33
TABELA 9	Intervalos de 95% de confiança para a média das produtividades estimadas ($t.ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área localizada na Fazenda Campo Lindo, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	34
TABELA 10	Intervalos de 95% de confiança para a média das produtividades estimadas ($t.ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área localizada na Fazenda Dutra, de acordo com o número de parcelas e o número de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	35

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 Croqui da área da UFLA. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	12
FIGURA 2 Croqui da área localizada na Fazenda Campo Lindo, em Lavras-MG. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	13
FIGURA 3 Croqui da área localizada na Fazenda Dutra, em Itumirim-MG. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	14
FIGURA 4 Representação gráfica da variância da produtividade de milho estimada ($t^2 \cdot ha^{-1}$) pelo método de Reetz para os três locais, de acordo com o número k de parcelas e o número de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	27
FIGURA 5 Representação gráfica da variância da produtividade de milho estimada ($t^2 \cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área da UFLA, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004..	30
FIGURA 6 Representação gráfica da variância da produtividade de milho estimada ($t^2 \cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área localizada na Fazenda Campo Lindo, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	31
FIGURA 7 Representação gráfica da variância da produtividade de milho estimada ($t^2 \cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área localizada na Fazenda Dutra, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	31

RESUMO

RODRIGUES, Victor do Nascimento. **Comparação entre métodos para estimar a produtividade de grãos de milho**. 2004. 47 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

A estimativa da produção antes da colheita é importante para agricultores e técnicos, permitindo um planejamento adequado em relação ao seu transporte, armazenamento e à sua comercialização. Entretanto, são escassos métodos práticos e simples para estimar a produtividade de milho, bem como trabalhos que visam desenvolver e avaliar tais métodos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de dois métodos utilizados para estimar a produtividade de grãos em lavouras comerciais de milho. Foram avaliados o método de Reetz, desenvolvido na Universidade de Illinois, nos Estados Unidos, e o método da Emater–MG, utilizado em concursos de produtividade no estado. A eficiência dos métodos foi analisada em três áreas, sendo duas em Lavras–MG e uma em Itumirim–MG, obtendo-se as produtividades estimadas e as produtividades reais em cada local. Para obtenção das produtividades estimadas, as áreas foram divididas em 4 talhões, sendo colhidas 6 parcelas por talhão na área da UFLA e 1 parcela por talhão nas demais áreas. Cada parcela constituiu-se de 7 sub-amostras de 4 m² com 3 espigas cada, distribuídas em 4 linhas de 10 m. Para o método de Reetz, utilizou-se na expressão de cálculo o número de espigas em 4m², o número de fileiras de grãos e o número de grãos por fileira. Para o método da Emater, utilizou-se o espaçamento entre linhas, número de espigas em 10 m e o peso médio de grãos por espiga. Com as estimativas das sub-amostras, foram feitas análises de variância para cada local e para cada método. Com os componentes da variância de cada análise, foram determinadas funções de variância de acordo com o número de parcelas e sub-amostras para posterior determinação de intervalos de 95% de confiança da produtividade média estimada pelos métodos, com o intuito de verificar se estes continham as produtividades reais dos locais. Conclui-se que a validade das produtividades estimadas depende do número considerado de parcelas e sub-amostras. O método da Emater é útil para comparações entre produtividades de diferentes áreas. O número de espigas amostradas por parcela que tem sido recomendado pelo método da Emater pode ser reduzido à metade. O método de Reetz precisa ser adaptado a grupos de híbridos com características semelhantes.

¹ Comitê Orientador: Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (Orientador), Carlos Maurício Paglis – UFLA (Co-orientador), Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

RODRIGUES, Victor do Nascimento. **Comparison between methods of estimating corn grain productivity**. 2004. 47 p. Dissertation (Master in Plant Science) – Federal University of Lavras, Lavras.²

The productivity estimate prior to harvest is important for farmers and technicians, permitting appropriate planning in relation to its transport, storage and commercialization. However, practical and simple methods of estimating corn productivity are scarce, as well as works that seek to develop and to evaluate such methods. The objective of this work was to evaluate the efficiency of two methods used to estimate the productivity of grains on commercial corn farms. The Reetz method, developed at the University of Illinois, in the United States, and the Emater–MG method, used in productivity contests in the state were appraised. The efficiency of the methods was analyzed in three areas, two being in Lavras–MG and one in Itumirim–MG. The productivity estimates and the real productivity being obtained in each local. For obtaining of the estimated productivities, the areas were divided in 4 plots, 6 portions being harvested per plot in the area of UFLA and 1 portion per plot in the other areas. Each portion was made up of 7 sub-samples of 4 m² with 3 ears of corn each, distributed in 4 lines of 10 m. For the Reetz method, the number of ears of corn in 4m², the number of rows of grain and the number of grains per row were used in the calculation expression. For the Emater method, the spacing among lines, number of ears of corn in 10 m and the average grain weight per ear of corn was used. With the estimates of the sub-samples, variance analysis were made for each local and for each method. With the variance components of each analysis, variance functions were determined in accordance with the number of portions and sub-samples for subsequent determination of intervals of 95% confidence of the estimated average productivity for the methods, with the intention of verifying if these contained the real productivities of the locals. It is concluded that the validity of the estimated productivities depends on the number of portions and sub-samples considered. The Emater method is useful for comparisons among productivities of different areas. The number of ears of corn sampled per portion that has been recommended by the Emater method can be reduced by half. The Reetz method needs to be adapted to hybrid groups with similar characteristics.

² Guidance Committee: Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (Major Professor), Carlos Maurício Paglis – UFLA, Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais cultivados no mundo, fornecendo produtos para a alimentação humana e animal e para a indústria. A cultura está presente em todas as regiões do Brasil sendo cultivada por pequenos, médios e grandes produtores que adotam sistemas de produção variados.

As estimativas do rendimento de grãos de milho são usadas em vários países e em várias regiões do Brasil, em concursos de produtividade e nos ensaios com novos cultivares. Essas estimativas são realizadas sob diversas condições ambientais e de cultivo, demonstrando assim a importância da adoção de tecnologias e incentivando o aumento da produção e da produtividade desse cereal. Além disso, muitos agricultores procuram obter uma estimativa da produtividade antes da época da colheita, pois podem utilizar a previsão da produção como um instrumento para auxiliá-los no planejamento estratégico do sistema produtivo. Dessa maneira, pode-se conhecer as necessidades futuras para o transporte e armazenamento do produto, bem como as prováveis estratégias que serão adotadas na comercialização.

Embora a cultura tenha importância mundial, são poucos os métodos para estimar a produtividade de milho, pois esta é influenciada por inúmeros fatores. Em grande parte, os métodos são modelos matemáticos para simulação baseada em observações relacionadas à fisiologia e à fenologia da planta e às condições meteorológicas do local. Geralmente, são necessários dados precisos, difíceis de serem obtidos no campo, onde é escassa a disponibilidade de equipamentos para essas medições.

Da mesma maneira, existem poucos métodos práticos e simples para estimar o rendimento da cultura. Um método é o que vem sendo utilizado pela Emater-MG em concursos de produtividade de milho no estado, no qual a

produção de grãos por hectare é estimada a partir de um determinado número de espigas coletadas na área, que são debulhadas e, em seguida, são determinados o peso e a umidade dos grãos utilizados na expressão de cálculo da produtividade. Outro método bem simples e pouco conhecido no Brasil, denominado neste trabalho como método de Reetz, foi desenvolvido na Universidade de Illinois, nos Estados Unidos, e também é baseado na coleta de espigas em amostragens realizadas na área. A partir da contagem do número de espigas, do número de fileiras de grãos e do número de grãos por fileira de cada espiga e adotando-se um fator de correção, é estimada a produtividade de grãos por meio de uma expressão.

Apesar do método da Emater e do método de Reetz serem conhecidos, existem poucas informações sobre a eficiência de cada um deles. Em relação ao método de Reetz especificamente, há a necessidade de uma avaliação principalmente nas condições brasileiras.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do método da Emater e do método de Reetz para estimar a produtividade de grãos em lavouras comerciais de milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estatísticas de produção e fatores que afetam a produtividade de milho

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, antecedido pelos Estados Unidos e pela China. Porém, com relação à produtividade, o Brasil está bem distante das nove toneladas por hectare alcançadas na França, primeira colocada em produtividade (Mattoso et al., 2001).

De acordo com dados do último levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, na última safra, a produtividade média brasileira foi de 3.580 kg.ha⁻¹, 25% superior à safra anterior. Entre os estados, Minas Gerais situa-se no sexto lugar, com produtividade média de 4.198 kg.ha⁻¹ (Conab, 2004). Entretanto, vale ressaltar que mais de 20 municípios de Minas Gerais apresentam produtividade superior a 6.000 kg.ha⁻¹ (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais - Emater-MG, 2003).

Estudos teóricos com simulações em computadores mostram que o potencial de produtividade de milho nas condições do cinturão do milho nos Estados Unidos é da ordem de 31.400 kg.ha⁻¹ (Yamada, 1997).

O milho é uma das plantas existentes que mais armazena energia. De uma semente com pouco mais de 0,3 gramas surgirá uma planta com mais de dois metros de altura, produzindo cerca de 600 a 1000 sementes iguais àquela que a originou em uma espiga pesando 200 gramas em média, com 160 gramas de grãos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 1993; Viégas, 1978).

O potencial de produção do milho é definido precocemente, por ocasião da emissão da 4^a folha, podendo se estender até a 6^a folha, principalmente em função da natureza protândrica dos principais cultivares utilizados no Brasil. A

partir dessa fase, a planta de milho não deverá ser submetida a nenhum tipo de estresse como a baixa disponibilidade de água, temperaturas desfavoráveis, presença de plantas daninhas, patógenos e pragas (Fancelli & Dourado Neto, 2001).

O efeito da falta de água associado à produção de grãos é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta: iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado; período de fertilização, quando a presença de água evita a desidratação do grão de pólen e garante o desenvolvimento e penetração do tubo polínico; e enchimento de grãos, quando ocorre aumento na deposição de matéria seca, que está intimamente relacionado com a fotossíntese (Embrapa, 1993).

Além desses fatores, o potencial produtivo da cultura também depende do emprego adequado de práticas culturais, tais como: época e profundidade de semeadura, espaçamento entre linhas, população ótima de plantas, práticas de adubação de plantio e cobertura, controle de doenças, pragas e plantas daninhas, bem como a minimização das perdas de colheita e de armazenamento (Embrapa, 1993).

A adequação do genótipo à época de semeadura adotada e a satisfação de suas exigências mínimas quanto à água, luz, temperatura e fertilidade do solo mostram-se de extrema importância (Paterniani & Viégas, 1987). Além disso, para permitir a obtenção da produção máxima, também é necessário o uso de cultivares que possuam características adequadas (Barbosa, 1995).

De modo geral, a baixa produtividade das lavouras brasileiras é devido à baixa população de plantas por unidade de área, fatores ligados à fertilidade dos solos e ao arranjo inadequado das plantas na área (Resende, 2003). Devido à baixa população de plantas, é comum a colheita de apenas uma espiga por metro

quadrado, com peso de 200 a 250 gramas, o que resulta em uma produtividade de 2,0 a 2,5 t.ha⁻¹ (Ribeiro, 1998).

Plantas espaçadas eqüidistantemente competem menos por luz, nutrientes, água e outros fatores, ocupando rapidamente os espaços disponíveis, reduzindo o período crítico de competição e contribuindo para a redução da erosão (Argenta et al., 2001; Sangoi, 2001).

Entre os insumos usados na cultura, a semente é de especial importância, pois agrega características resultantes do processo de melhoramento genético, como produtividade, qualidade nutritiva, tolerância a pragas e doenças, resistência a condições edafo-climáticas adversas, entre outras (Embrapa, 1993). Segundo Pinho et al. (1995), o uso de sementes selecionadas e de alta qualidade afeta diretamente a produção de grãos.

O uso de cultivares mais produtivos e adaptados às condições regionais é uma tecnologia simples e essencial para melhorar o rendimento da cultura, sendo uma medida que não implica em aumento substancial de capital investido (Silva & Corrêa, 1990).

Diante da enorme diversidade das condições de cultivo, responsável pela baixa produtividade média nacional, no Brasil predomina o uso de híbridos duplos. Na safra 2000/2001, estes representaram 34,2% do volume de sementes vendidas, seguidos de híbridos simples (30,2%), triplos (27,2%) e variedades (8,4%) (Pinho, 2001).

Na América do Norte (EUA e Canadá), os híbridos simples representavam aproximadamente 90% das sementes híbridas vendidas já no final da década de 80. Os híbridos simples modificados e híbridos triplos representavam quase 10% do mercado norte-americano e os híbridos duplos, menos de 1% do mercado norte-americano e canadense (Wych, 1988).

2.2 Componentes da produção de milho

A produtividade de milho depende basicamente dos seguintes componentes de produção: peso de grãos e número de grãos por hectare, que são determinados por fatores genéticos e ambientais. O peso de grãos é definido de acordo com o peso específico e o tamanho de grãos. O número de grãos por hectare é definido pelo número de grãos por espiga e o número de espigas por hectare. O número de grãos por espiga varia em função da porcentagem de fertilização, número e comprimento das fileiras de grãos. O número de espigas por hectare varia em função da população de plantas e do número de espigas encontradas por planta e por área.

A obtenção do número de grãos de milho é influenciada por eventos ocorridos entre a emissão da 4^a e 10^a folhas, além daqueles evidenciados no florescimento (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Já a confirmação do número de fileiras de grãos da espiga ocorre entre o período correspondente à emissão da 7^a e 9^a folhas completamente expandidas, devido às transformações ocorridas na gema axilar que dará origem à espiga (Fancelli & Dourado Neto, 2001).

Os componentes da espiga e as correlações entre si e com a produtividade são drasticamente afetados por condições ambientais (Hatfield et al., 1965). Noldin & Mundstock (1988) observaram que produtividade de grãos, número de fileiras de grãos por espiga, peso seco de 100 grãos, número de óvulos por fileira e por espiga e número de fileiras de óvulos por espiga foram afetados pela época de semeadura, porém, isso não ocorreu com prolificidade, número de grãos por fileira e de grãos por espiga.

Os componentes de produção como peso de grãos, número de grãos por espiga, peso de grãos por espiga, plantas por m² e número de espigas por m², contribuem significativamente para a produção de grãos em cereais. Porém, em

densidade ótima de semeadura, componentes como o tamanho de espigas, número de grãos por espiga e tamanho de grãos não são decisivos se considerados individualmente, e o peso de grãos por unidade de biomassa (índice de colheita) e por unidade de área tornam-se mais importantes (Donald & Hamblin, 1976).

A produtividade tende a aumentar linearmente com a elevação do número de plantas por área até um determinado ponto que é considerado a densidade ótima de semeadura. A partir desse ponto, a produtividade decresce com o aumento da densidade (Pereira Filho et al., 1991). O aumento da densidade de semeadura causa a redução do tamanho de espigas e no número de espigas por planta, havendo uma compensação na produtividade devido ao aumento do número de plantas na área (Embrapa, 1993).

Em plantios menos adensados, ao contrário, o tamanho das espigas aumenta e se o milho for prolífico, tende a produzir mais de uma espiga por planta (Paterniani & Viégas, 1987).

Belasque Júnior et al. (2000a) compararam quinze cultivares de milho quanto às características de rendimento das espigas e produtividade. Os dados revelaram a superioridade de alguns cultivares para os componentes de rendimento avaliados, mas não demonstraram as mesmas diferenças para a produtividade de grãos. Os autores encontraram diferenças significativas para o número de fileiras por espiga, número de grãos por espiga e número de grãos por fileira, não havendo diferença para peso de grãos por fileira. Enquanto a produção de grãos por planta diferiu entre os tratamentos, a produção por área foi não significativa, possivelmente pela ocorrência de variações no estande das parcelas. Apesar de não terem ocorrido diferenças entre os tratamentos em relação à produtividade, os híbridos que mais se destacaram nas demais avaliações de rendimento também apresentaram as maiores produtividades.

Noldin & Mundstock (1988) verificaram que maior produtividade está associada ao maior número de grãos por espiga, tendo sido este último decorrente do maior número de fileiras de grãos por espiga.

Resultados contrastantes foram encontrados por Belasque Júnior et al. (2000b). Esses autores observaram várias correlações positivas entre componentes da espiga, como: diâmetro de espigas e altura de grãos, diâmetro de espigas e número de fileiras por espiga, diâmetro de espigas e número de grãos por fileira, diâmetro de espigas e número de grãos por espiga, diâmetro de espigas e peso de espigas, comprimento de espigas e número de grãos por espiga. Entretanto, a produtividade não esteve correlacionada com nenhum dos nove componentes de rendimento avaliados.

2.3 Métodos para a previsão da produtividade de grãos de milho

As estimativas de produtividade são úteis em comparações nos ensaios de híbridos/variedades, verificando a variabilidade de produção em uma mesma área ou entre diferentes áreas de cultivo, ou comparando diferentes práticas de manejo (Reetz, 1987).

Um método que tem sido muito utilizado para estimativa da produtividade de grãos de milho é o utilizado pela Emater–MG (Emater–MG, 2000). Este método é aplicado em diversas propriedades agrícolas participantes do concurso anual de produtividade de milho do estado, e baseia-se em componentes de produção da planta, exigindo a determinação da umidade e do peso médio dos grãos, espaçamento entre linhas e o número médio de espigas obtidos em várias amostragens.

As lavouras participantes do concurso são divididas em 3 categorias. Nas áreas com 1 a 10 ha, com área mínima de 5 ha com um mesmo cultivar, a

amostragem é realizada em 4 pontos, por meio do sorteio de 4 fileiras de 10 metros lineares por ponto e colheita de 80 espigas no total. Nas áreas com 10 a 50 ha e área mínima de 25 ha com um mesmo cultivar, a amostragem é realizada em 4 pontos, mas sorteando-se 8 fileiras de 10 metros lineares por ponto e colhendo-se 160 espigas no total. Nas áreas acima de 50 ha e área mínima de 50 ha com um mesmo cultivar, também são amostrados 4 pontos, sendo colhido 1 ha por ponto com uma colhedora mecânica e calculada a perda na colheita (Emater-MG, 2000).

Já outro método, desenvolvido na Universidade de Illinois, nos Estados Unidos, também baseado em componentes de produção, não necessita da pesagem e da determinação da umidade dos grãos (Reetz, 1987). As estimativas são baseadas na coleta representativa de amostras na pré-colheita e posterior projeção da produtividade.

Neste método, em vários pontos da lavoura com área de 4 m², todas as espigas são contadas e somente três espigas são colhidas por ponto de amostragem. Em seguida, são determinados o número de fileiras de grãos e o número de grãos por fileira para cada espiga, sendo estes dados utilizados em uma expressão para se estimar a produtividade de grãos. O método não fixa o número de pontos amostrados e nem determina o número de pontos de acordo com o tamanho da lavoura.

A sua precisão será maior quando utilizado para comparações entre áreas distintas ou práticas de manejo, devendo-se ter atenção na seleção de locais representativos para a amostragem e, se necessário, aumentar o número de amostras na lavoura. Variações no peso e no tamanho dos grãos, características do híbrido, fatores de manejo e a ocorrência de condições ambientais inesperadas poderão afetar as comparações (Reetz, 1987).

Os métodos podem ser utilizados não só na propriedade agrícola, auxiliando o agricultor no planejamento das próximas etapas do processo de

produção, mas também gerando estatísticas relativas ao desempenho da cultura do milho em nível municipal, regional e estadual.

Devido à carência de informações sobre o método de Reetz e o método da Emater, torna-se necessário o conhecimento da validade das estimativas de produtividade em relação à produtividade real e da comparação entre as estimativas provenientes dos métodos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Caracterização das áreas

O trabalho foi realizado no ano agrícola 2002/2003, em uma área do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, e em duas lavouras comerciais, uma localizada em Lavras-MG, na Fazenda Campo Lindo, e outra em Itumirim-MG, na Fazenda Dutra.

As três áreas localizam-se em uma mesma região, que possui topografia caracterizada pela dominância de um relevo colinoso, com níveis altimétricos compreendidos entre 822 e 1.259 metros em relação ao nível do mar. O clima é classificado, segundo a classificação de Köppen, como mesotérmico, apresentando verões brandos e chuvosos (Cwb). As médias térmicas anuais mostram-se em torno de 19,3 °C, com máximas de 27,8 °C e mínimas de 13,5 °C. A precipitação média é da ordem de 1.411 mm, estando 65 a 70% desse

total, concentrados de dezembro a março (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais - Sebrae-MG, 1998).

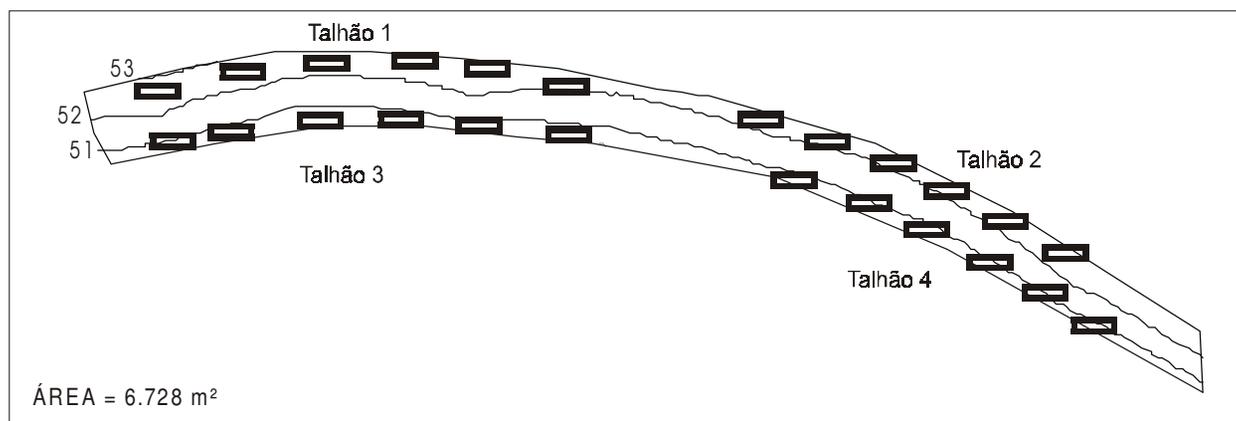
Foram utilizados três híbridos simples adaptados à região para o cultivo de milho sequeiro, no período de primavera-verão (Tabela 1).

TABELA 1. Local de semeadura e características dos híbridos de milho utilizados. UFLA, Lavras-MG, 2004.

Local	Híbrido	Empresa	Ciclo	Tipo de grão	Nível de tecnologia
UFLA	A 2345	Bayer Seeds	Precoce	Semi-dentado amarelo	Alto
Faz. Campo Lindo	Dow 8420	Dow	Precoce	Duro alaranjado	Alto
Faz. Dutra	Fort	Syngenta	Precoce	Duro vermelho	Alto

Nos três locais considerados, foram realizados levantamentos plani-altimétricos com Estação Total para determinação da área total cultivada com milho (Figuras 1, 2 e 3).

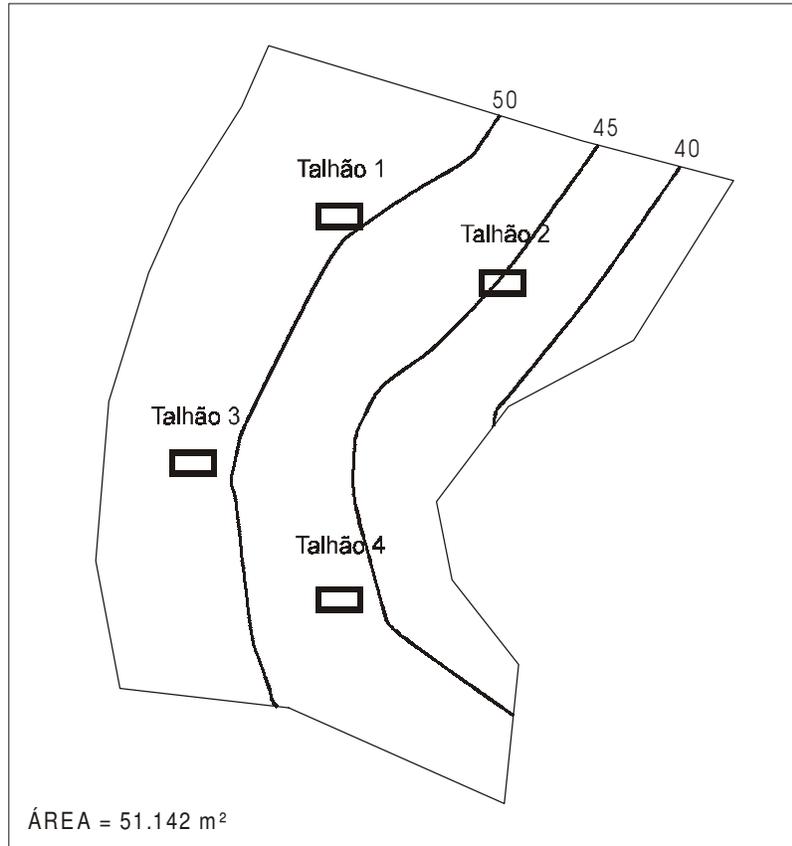
A Estação Total é a associação de um teodolito eletrônico com um medidor eletrônico de distância. Os sistemas de medição de ângulos e de medição de distância sem refletor, o reconhecimento automático do alvo e o prumo *laser* com o *spot* de iluminação ajustável às condições ambientais são componentes disponíveis neste instrumento (Maia, 1999).



LEGENDA:

 Parcelas amostradas

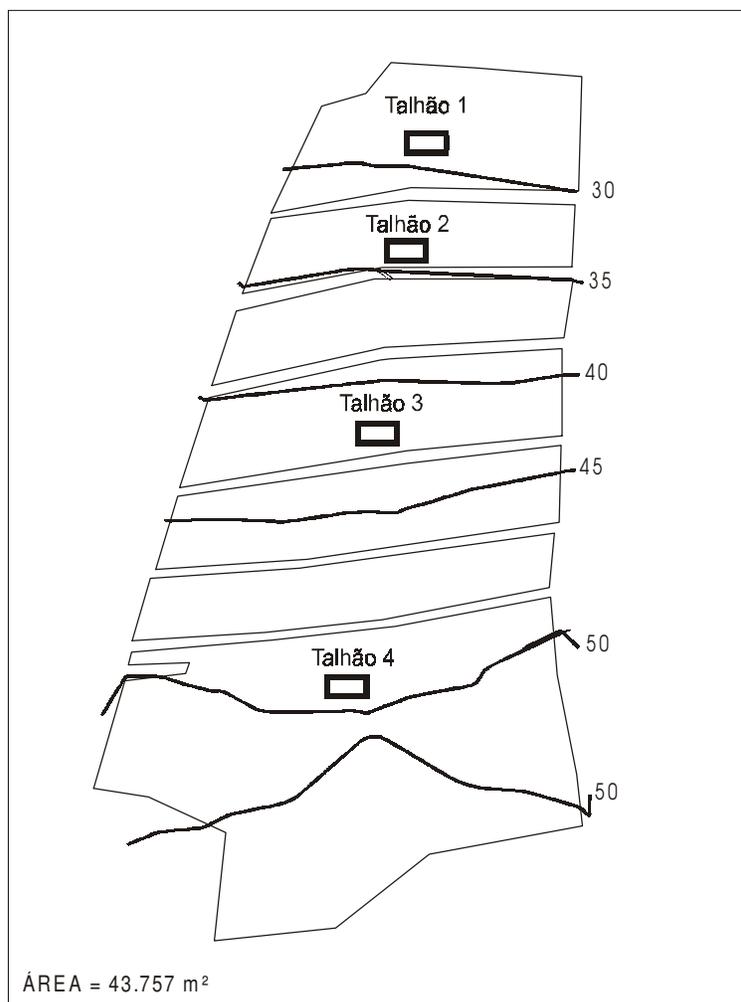
FIGURA 1. Croqui da área da UFLA. UFLA, Lavras-MG, 2004.



LEGENDA:

 Parcelas amostradas

FIGURA 2. Croqui da área localizada na Fazenda Campo Lindo, em Lavras-MG. UFLA, Lavras-MG, 2004.



LEGENDA:

 Parcelas amostradas

FIGURA 3. Croqui da área localizada na Fazenda Dutra, em Itumirim-MG.
UFLA, Lavras-MG, 2004.

3.2 Métodos

Em todas as áreas, o solo foi preparado convencionalmente e a semeadura realizada na primeira semana de dezembro, utilizando-se semeadoras de discos de tração mecanizada. Todas as operações foram feitas com as semeadoras reguladas para o espaçamento de 0,80 m entre linhas.

Nos três locais, por ocasião da semeadura, foram aplicados aproximadamente 400 kg.ha⁻¹ da fórmula 8 (N): 28 (P₂O₅): 16 (K₂O), com 0,5% de Zn. Quando as plantas atingiram de 4 a 6 folhas, foi feita uma única adubação de cobertura com a aplicação de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 30 (N): 00 (P₂O₅): 20 (K₂O).

Para o controle de plantas daninhas, após a semeadura foi aplicado o herbicida Primestra[®] (7,0 litros.ha⁻¹) em pré-emergência. Realizou-se o controle de pragas de acordo com as necessidades das culturas.

3.2.1 Obtenção das produtividades reais

Na área da UFLA, a colheita foi realizada manualmente quando as plantas se apresentavam secas, coletando-se as espigas empalhadas para depois serem debulhadas mecanicamente com o uso de um debulhador acoplado ao trator. Após essa operação, utilizando-se uma balança digital e um medidor de umidade portátil, foi obtida a produção real que foi corrigida para 15,5% de umidade e expressa em t.ha⁻¹.

Nas áreas localizadas nas Fazendas Campo Lindo e Dutra, as colheitas foram realizadas mecanicamente. Posteriormente, utilizando-se as pesagens e umidades obtidas por ocasião da comercialização dos grãos, determinou-se a produção real corrigida para 15,5% de umidade e expressa em t.ha⁻¹.

3.2.2 Obtenção das produtividades estimadas

As produtividades nos três locais foram estimadas pelo método da Emater-MG (2000) e pelo método proposto por Reetz (1987). Na pré-colheita, foram feitas amostragens adaptadas dos métodos originais para possibilitar a análise estatística. Os três locais considerados foram divididos em 4 talhões, seguindo as recomendações da Emater-MG (2000). Na área da UFLA, foram amostradas aleatoriamente 24 parcelas, sendo 6 parcelas por talhão (Figura 1). Nas áreas localizadas nas fazendas, foram amostradas 4 parcelas, sendo uma por talhão (Figuras 2 e 3). A parcela constituiu-se de 4 linhas de 10 metros (32 m²), sendo dividida em 7 sub-amostras, cada uma com 5 metros de comprimento e aproximadamente 4 m², com pequenas variações do comprimento da linha, de acordo com o espaçamento. De cada sub-amostra, foram amostradas 3 espigas representativas, totalizando 21 espigas por parcela. De cada sub-amostra obteve-se um valor da produtividade estimada para cada método.

Pelo método de Reetz (1987), a produtividade estimada foi obtida da média das produtividades estimadas de cada uma das três espigas, provenientes de cada sub-amostra, pela seguinte expressão:

$$\text{Produtividade (t.ha}^{-1} \text{ a 15,5\% de umidade)} = A \times B \times C \times 0,01116 \times 0,063$$

em que:

A = número de espigas em 4m²;

B = número de fileiras de grãos da espiga;

C = número de grãos por fileira, utilizando uma média de 3 fileiras de grãos por espiga, desconsiderando os grãos menores que a metade de um grão normal, presentes na extremidade da espiga;

0,01116 = fator de correção do método;

0,063 = valor para transformação de *bushels* por acre (bu.A⁻¹) para t.ha⁻¹.

Pelo método da Emater-MG (2000), a produtividade estimada foi obtida pela seguinte expressão:

$$\text{Produtividade (t.ha}^{-1} \text{ a 15,5\% de umidade)} = [(\text{NE} \times \text{P}) / \text{EM}] / 1000,$$

em que:

NE = número médio de espigas em 10 metros lineares (da parcela);

P = peso médio de grãos por espiga corrigido para 15,5% de umidade, obtido da média do peso de grãos das 3 espigas coletadas;

EM = espaçamento médio entre linhas, utilizando a distância entre 11 linhas de milho, da parcela e adjacentes, dividida por 10.

3.3 Análise dos dados

3.3.1 Análises de variância

Foram realizados testes preliminares para verificar a aditividade dos efeitos dos fatores, a normalidade dos erros e a homogeneidade de variâncias. Como não foram encontradas restrições a essas hipóteses, realizou-se uma análise de variância para a produtividade média estimada de cada sub-amostra envolvendo os dois métodos avaliados em cada local separadamente. A partir dos resultados obtidos, uma análise foi realizada envolvendo os três locais para cada método, cujos resultados justificaram a realização de uma análise envolvendo somente um dos métodos para cada local.

a) Comparação entre os métodos na área da UFLA

A análise de variância envolvendo os dois métodos para a área da UFLA foi feita de acordo com o modelo hierárquico:

$$Y_{i(j)kl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{(j)k} + \varepsilon_{(ijkl)}$$

em que:

$Y_{i(j)kl}$ = a l-ésima observação do k-ésimo nível do fator aleatório parcela δ dentro do j-ésimo nível do fator aleatório talhão β , para o i-ésimo nível do fator fixo método α ;

μ = efeito da média geral;

α_i = efeito do i-ésimo nível do fator fixo método α , para $i = 1, 2$;

β_j = efeito do j-ésimo nível do fator aleatório talhão β , para $j = 1, 2, 3, 4$;

$\delta_{(j)k}$ = efeito do k-ésimo nível do fator aleatório parcela δ dentro do talhão j, para $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;

$\varepsilon_{(ijkl)}$ = erro associado à observação $Y_{i(j)kl}$.

b) Comparação entre os métodos nas áreas das Fazendas

As análises de variância envolvendo os dois métodos para cada uma das áreas separadamente, localizadas nas Fazendas Campo Lindo e Dutra, foram realizadas de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = a k-ésima observação do j-ésimo nível do fator aleatório talhão β , para o i-ésimo nível do fator fixo método α ;

μ = efeito da média geral;

α_i = efeito do i-ésimo nível do fator fixo método α , para $i = 1, 2$;

β_j = efeito do j-ésimo nível do fator aleatório talhão β , para $j = 1, 2, 3, 4$.

ε_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} .

c) Comparação entre os locais

Visando comparar as produtividades estimadas entre os locais, foi realizada uma análise de variância para cada método de acordo com o modelo hierárquico:

$$Y_{(ij)kl} = \mu + \gamma_i + \beta_{(i)j} + \delta_{(ij)k} + \varepsilon_{(ijkl)}$$

em que:

$Y_{(ij)kl}$ = a l-ésima observação do k-ésimo nível do fator aleatório parcela δ dentro do j-ésimo nível do fator aleatório talhão β e dentro do i-ésimo nível do fator fixo local γ ;

μ = efeito da média geral;

γ_i = efeito do i-ésimo nível do fator fixo local γ , para $i = 1, 2, 3$;

$\beta_{(i)j}$ = efeito do j-ésimo nível do fator aleatório talhão β dentro do local i, para $j = 1, 2, 3, 4$;

$\delta_{(ij)k}$ = efeito do k-ésimo nível do fator aleatório parcela δ dentro do talhão j e do local i, para $k = 1, 2, 3, 4$;

$\varepsilon_{(ijkl)}$ = erro associado à observação $Y_{(ij)kl}$.

Sendo observadas diferenças significativas entre as produtividades médias estimadas nos três locais, essas foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (Scott & Knott, 1974).

d) Análise de variância para cada local

Baseada nos resultados da análise de variância anterior e do teste de agrupamento, realizou-se uma análise de variância para cada local e somente um dos métodos, para posterior determinação da variabilidade e dos intervalos de

confiança das produtividades estimadas. Na área da UFLA, a análise de variância foi feita segundo o modelo hierárquico:

$$Y_{(ijk)} = \mu + \beta_i + \delta_{(ij)} + \varepsilon_{(ijk)}$$

em que:

$Y_{(ijk)}$ = a k-ésima observação do j-ésimo nível do fator aleatório parcela δ dentro do i-ésimo nível do fator aleatório talhão β ;

μ = efeito da média geral;

β_i = efeito do i-ésimo nível do fator aleatório talhão β , para $i = 1, 2, 3, 4$;

$\delta_{(ij)}$ = efeito do j-ésimo nível do fator aleatório parcela δ dentro do talhão i , para $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

$\varepsilon_{(ijk)}$ = erro associado à observação $Y_{(ijk)}$.

A análise de variância para as áreas localizadas nas Fazendas Campo Lindo e Dutra foi realizada de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = a j-ésima observação do i-ésimo nível do fator aleatório talhão β ;

μ = efeito da média geral;

β_i = efeito do i-ésimo nível do fator aleatório talhão β , para $i = 1, 2, 3, 4$;

ε_{ij} = erro associado à observação Y_{ij} .

3.3.2 Variabilidade das produtividades estimadas

Com os componentes da variância obtidos pelo método prático de Hicks, descrito por Ramalho et al. (2000), foram determinadas funções de variância de cada método de acordo com o número de parcelas e de sub-amostras utilizando as esperanças dos quadrados médios obtidos nas análises de variância, em que

σ_e^2 é o componente de variância do erro (variância do fator aleatório sub-amostra) e σ_p^2 a variância do fator aleatório parcela (Tabelas 2 e 3). Nas áreas das fazendas, σ_t^2 é a variância do fator aleatório talhão, considerado igual a σ_p^2 devido à amostragem de uma parcela por talhão (Tabelas 4 e 5).

TABELA 2. Resumo da análise de variância para cada método avaliado envolvendo os três locais e as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando somente as fontes de variação de interesse. UFLA, Lavras-MG, 2004.

FV	GL	QM	E (QM)
$\delta_{(ij)k}$	20	QM ₁	$\sigma_e^2 + 7 \cdot \sigma_p^2$
$\varepsilon_{(ijkl)}$	192	QM ₂	σ_e^2

TABELA 3. Resumo da análise de variância para um dos métodos avaliado na área da UFLA e as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando somente as fontes de variação de interesse. UFLA, Lavras-MG, 2004.

FV	GL	QM	E (QM)
$\delta_{(ij)}$	20	QM ₃	$\sigma_e^2 + 7 \cdot \sigma_p^2$
$\varepsilon_{(ijk)}$	144	QM ₄	σ_e^2

TABELA 4. Resumo da análise de variância para um dos métodos avaliado na área da Fazenda Campo Lindo, e as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando somente as fontes de variação de interesse. UFLA, Lavras-MG, 2004.

FV	GL	QM	E (QM)
β_i	3	QM ₅	$\sigma_e^2 + 7 \cdot \sigma_t^2$
ε_{ij}	24	QM ₆	σ_e^2

TABELA 5. Resumo da análise de variância para um dos métodos avaliado na área da Fazenda Dutra, e as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando somente as fontes de variação de interesse. UFLA, Lavras-MG, 2004.

FV	GL	QM	E (QM)
β_i	3	QM ₇	$\sigma_e^2 + 7 \cdot \sigma_t^2$
ϵ_{ij}	24	QM ₈	σ_e^2

Os valores de σ_p^2 foram determinados por meio de sistemas de equações das esperanças dos quadrados médios de cada análise de variância, pela seguinte expressão:

$$\sigma_p^2 = [\text{QM} (\delta \text{ ou } \beta) - \text{QM} (\epsilon)] / 7 .$$

Após o cálculo dos valores de σ_p^2 para cada análise, as funções de variância dos métodos foram determinadas pela equação:

$$\sigma^2 = (\sigma_e^2 + n \cdot \sigma_p^2) / (n \cdot k)$$

em que:

σ^2 = variância da produtividade estimada para um número n de sub-amostras e para um número k de parcelas;

σ_e^2 = variância do fator aleatório sub-amostra;

σ_p^2 = variância do fator aleatório parcela;

n = número de sub-amostras dentro do fator aleatório parcela;

k = número de parcelas.

Por meio dessa equação, as funções de variância foram representadas graficamente para verificação da variabilidade das produtividades estimadas pelos métodos em função do aumento do número de parcelas e de sub-amostras.

As variâncias obtidas foram então utilizadas para determinação dos intervalos de confiança das produtividades médias estimadas.

3.3.3 Intervalos de confiança da produtividade média estimada

Para verificar se os métodos determinam a produtividade real dos locais, foram determinados para cada método intervalos com 95% de confiança da produtividade média estimada de acordo com a fórmula:

$$IC_{(1-\alpha)\%}(\mu) = \bar{X} \pm t_{(n-1, \alpha/2)} \cdot \sigma$$

em que:

$IC_{(1-\alpha)\%}(\mu)$ = intervalo de $(1-\alpha)\%$ de confiança para a média μ da população normal de produtividades estimadas;

\bar{X} = média amostral das produtividades estimadas;

t = valor crítico da distribuição de t de Student, para $n-1$ graus de liberdade e $P(t > t_c) = \alpha$;

σ = desvio padrão obtido pela raiz quadrada da variância de acordo com o número de parcelas e o número de sub-amostras;

n = número de sub-amostras.

As análises foram realizadas com a utilização dos programas Microsoft Excel 2000[®] e Sisvar[®] (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos parâmetros utilizados para as estimativas, de acordo com a parcela e o local, estão na Tabela 1B. O resumo das análises de variância das produtividades estimadas envolvendo os dois métodos em cada local separadamente estão apresentados nas Tabelas 1A e 2A. Foi observado efeito altamente significativo ($p \leq 0,01$) para a fonte de variação parcela dentro de talhão na área da UFLA e entre talhões para a área localizada na Fazenda Campo Lindo. Na área da UFLA, para as fontes de variação talhão e método, não foram observadas diferenças significativas ($p \geq 0,05$) e, na área da Fazenda Campo Lindo, o mesmo ocorreu para a fonte de variação método. Na área da Fazenda Dutra, ao contrário, foi observado efeito significativo ($p \leq 0,05$) somente para a fonte de variação método.

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (C. V.) foi considerada boa, com valores de 18,52% para a área da UFLA, 15,26% para a Fazenda Campo Lindo e 11,73% para a Fazenda Dutra.

As diferenças significativas encontradas para a fonte de variação parcela na área da UFLA e para talhão na área da Fazenda Campo Lindo, possivelmente ocorreram em função da variabilidade espacial do solo. A área da UFLA principalmente apresenta grande variação na cor do solo, propriedade relacionada com drenagem, matéria orgânica, forma e conteúdo de ferro, fixação de fósforo e fertilidade (Resende et al., 1997).

Vários trabalhos comprovam a influência da variabilidade espacial na produtividade e nas características das plantas, mesmo em classes de solos considerados homogêneos, como os Latossolos (Trangmar et al., 1987; Miller et al., 1988; Marques Junior et al., 2000; Souza et al., 1996; Kravchenko & Bullock, 2000). Independente do método utilizado, isso pode dificultar a seleção

de locais representativos para as amostragens e afetar as estimativas de produtividade dos métodos.

Visando constatar possíveis diferenças das produtividades estimadas entre os locais e considerando cada método separadamente, foi realizada uma análise de variância para cada método envolvendo os três locais simultaneamente (Tabela 3A). Nos dois métodos, foi observado efeito altamente significativo ($p \leq 0,01$) para a fonte de variação parcela. Além disso, para o método da Emater, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para a fonte de variação local, o que não ocorreu para o método de Reetz. Novamente, a precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (C. V.) foi considerada boa, sendo de 19,75% para o método de Reetz e 14,49% para o método da Emater.

O método de Reetz não detectou a diferença de produtividade entre os locais (Tabela 6). Portanto, esse método não é recomendado para comparações de produtividade entre locais onde são utilizados diferentes genótipos. De acordo com Reetz (1987), para comparação entre locais ou entre tratamentos como, por exemplo, práticas de manejo, o método tem maior precisão se for utilizado o mesmo híbrido. Vale ressaltar ainda que esse método foi desenvolvido para aplicação em condições edafo-climáticas diferentes das brasileiras, provavelmente utilizando cultivares uniformes (híbridos simples) desenvolvidos em tais condições e alto nível tecnológico.

O fator de correção do método de Reetz (0,01116) provavelmente não é apropriado a diferentes híbridos podendo ser objeto de novos estudos, que poderão gerar novos fatores de acordo com as características dos híbridos como, por exemplo, base genética, peso específico e dureza do grão. Quanto à sua utilização no Brasil, isso se torna relevante porque existe uma grande diversidade das condições de cultivo de milho e uma utilização expressiva de

cultivares de diferentes bases genéticas, predominando o uso de híbridos duplos (Coelho et al., 2003; Pinho, 2001).

TABELA 6. Valores médios para as produtividades estimadas ($t\cdot ha^{-1}$) pelos dois métodos avaliados e produtividades reais obtidas em cada local. UFLA, Lavras-MG, 2004.

Local	Produtividade real	Produtividade estimada	
		Reetz	Emater
UFLA	4,764	6,695 A a	6,710 A c
Fazenda Campo Lindo	6,450	7,397 A a	7,562 A b
Fazenda Dutra	8,077	7,482 B a	8,883 A a

Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott – Knott e não diferem entre si pelo teste de F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao método da Emater, como já comentado, foi observada diferença significativa entre locais, confirmando as diferenças verificadas para a produtividade real (Tabela 6). Esse resultado é importante uma vez que, devido à sua utilização em concursos de produtividade, o método mostrou capacidade de detectar diferenças de produtividade entre as áreas de plantio. Assim, devido à pesagem e à determinação da umidade dos grãos, o método da Emater, quando comparado ao método de Reetz, é menos afetado pelas características dos híbridos, como o tamanho e o peso específico dos grãos, podendo ser usado em áreas que utilizam diferentes híbridos e práticas de manejo.

A diferença observada na produtividade estimada pelo método da Emater entre locais permitiu a realização de uma análise de variância para cada local separadamente, visando à sua posterior avaliação por meio da variabilidade

das estimativas e de intervalos de confiança. Os resumos da análise de variância para o método da Emater em cada local estão apresentados nas Tabelas 4A e 5A.

As equações das funções de variância, que representam a variabilidade das produtividades estimadas de acordo com o número de parcelas e de sub-amostras, estão apresentadas na Tabela 1C e a representação gráfica para o método de Reetz, na Figura 4. Para o método de Reetz, foi determinada apenas uma equação baseada nas esperanças dos quadrados médios da Tabela 3A devido à ausência de diferença significativa para as produtividades estimadas entre os locais.

Pode-se verificar que, aumentando-se o número de sub-amostras, ocorre um decréscimo na variabilidade da produtividade estimada pelo método de Reetz, no entanto, esse decréscimo é mais acentuado quando são utilizadas poucas sub-amostras. Considerando-se o número de parcelas nos locais, é observada a mesma tendência. Esses resultados indicam que quanto maior o número de espigas coletadas nos locais, menor é o erro da estimativa em relação à média das produtividades estimadas que, para o número máximo considerado, 168 espigas em 8 parcelas, foi de $0,139 \text{ t}^2.\text{ha}^{-1}$, com desvio padrão de $0,373 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$ (Figura 4).

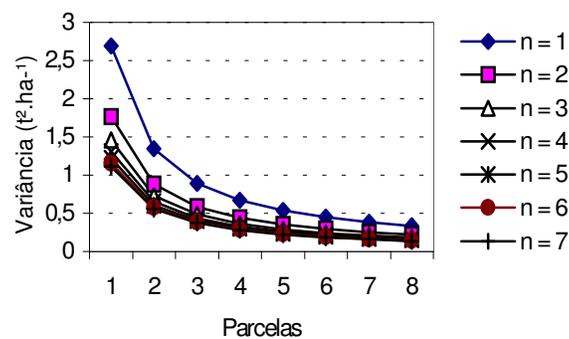


FIGURA 4. Representação gráfica da variância da produtividade de milho estimada ($\text{t}^2.\text{ha}^{-1}$) pelo método de Reetz para os três locais, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras-MG, 2004.

A amostragem de um menor número de espigas, ou seja, a diminuição do número de sub-amostras juntamente com a redução do número de parcelas, aumenta a variabilidade da produtividade estimada pelo método, aumentando o intervalo de confiança da média das produtividades estimadas. Dessa maneira, a precisão do método é reduzida, já que um maior intervalo de confiança é indesejável devido à grande diferença de produtividade tolerada entre os limites inferiores e superiores do intervalo.

Com 95% de confiança, verificou-se que com o aumento do número de espigas amostradas, o método de Reetz não determinou as produtividades reais das áreas da UFLA (4,764 t.ha⁻¹) e da Fazenda Dutra (8,077 t.ha⁻¹), o que não aconteceu para a área da Fazenda Campo Lindo (6,450 t.ha⁻¹). Nesta última, a determinação da produtividade real ocorreu independente do número considerado de parcelas e sub-amostras e devido à proximidade de sua produtividade à média estimada dos três locais (6,881 t.ha⁻¹), utilizada para o cálculo dos intervalos de confiança. Para a área da UFLA, os intervalos de confiança contêm a produtividade real quando se considera 1 parcela, 2 parcelas com até 2 sub-amostras e 3 parcelas com 1 sub-amostra cada. Para a área da Fazenda Dutra, o mesmo acontece considerando 1 a 4 parcelas, independente do número de sub-amostras, e considerando 5 parcelas com até 5 sub-amostras (Tabela 7).

Com a amostragem de 168 espigas em 8 parcelas, em que ocorre a menor margem de erro (desvio padrão) da produtividade estimada, o método de Reetz superestimou a produtividade real da área da UFLA entre 1,205 t.ha⁻¹ e 3,029 t.ha⁻¹. Para a área da Fazenda Dutra, ao contrário, ocorreu uma sub-estimativa entre 0,284 t.ha⁻¹ e 2,108 t.ha⁻¹.

TABELA 7. Intervalos de 95% de confiança para a média das produtividades estimadas ($t \cdot ha^{-1}$) pelo método de Reetz para os três locais, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras-MG, 2004.

Sub-amostras (n)	Parcelas (k)															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.
1	2,865	10,897	4,041	9,721	4,562	9,200	4,874	8,888	5,084	8,678	5,241	8,521	5,363	8,399	5,460	8,302
2	3,625	10,137	4,579	9,183	5,001	8,761	5,252	8,510	5,425	8,337	5,552	8,210	5,650	8,112	5,731	8,031
3	3,921	9,841	4,787	8,975	5,172	8,590	5,401	8,361	5,556	8,206	5,672	8,090	5,762	8,000	5,834	7,928
4	4,081	9,681	4,901	8,861	5,265	8,497	5,482	8,280	5,628	8,134	5,738	8,024	5,823	7,939	5,890	7,872
5	4,182	9,580	4,973	8,789	5,322	8,440	5,532	8,230	5,675	8,087	5,778	7,984	5,860	7,902	5,927	7,835
6	4,251	9,511	5,021	8,741	5,363	8,399	5,566	8,196	5,705	8,057	5,806	7,956	5,887	7,875	5,952	7,810
7	4,302	9,460	5,056	8,706	5,393	8,369	5,591	8,171	5,728	8,034	5,829	7,933	5,905	7,857	5,969	7,793

Para o método da Emater, devido à diferença entre as produtividades estimadas nos três locais, foi determinada uma equação para cada local baseada nas esperanças dos quadrados médios das Tabelas 4A e 5A. As equações das funções de variância estão apresentadas na Tabela 1C.

Assim como foi observado para o método de Reetz, houve um decréscimo da variabilidade da produtividade estimada pelo método da Emater com o aumento do número de espigas coletadas nos três locais. Para o método da Emater, esse decréscimo é mais acentuado com o aumento do número de parcelas do que com o aumento do número de sub-amostras por parcela. A partir de aproximadamente metade do número total de sub-amostras, a variância é muito pouco reduzida, não provocando alterações significativas nos erros e nos intervalos de confiança do método (Figuras 5, 6 e 7).

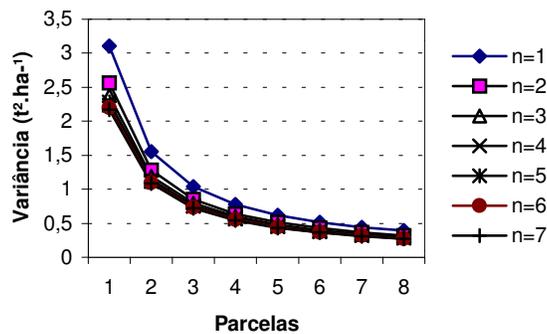


FIGURA 5. Representação gráfica da variância da produtividade de milho estimada ($t^2 \cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área da UFLA, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.

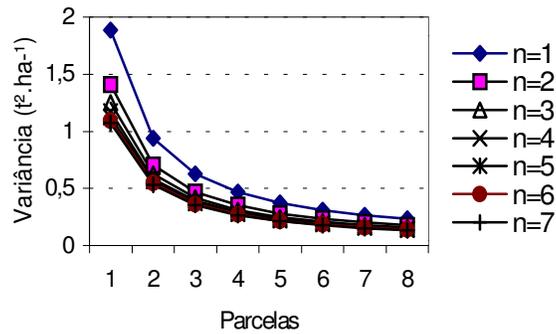


FIGURA 6. Representação gráfica da variância da produtividade de milho estimada ($t^2 \cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área localizada na Fazenda Campo Lindo, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras-MG, 2004.

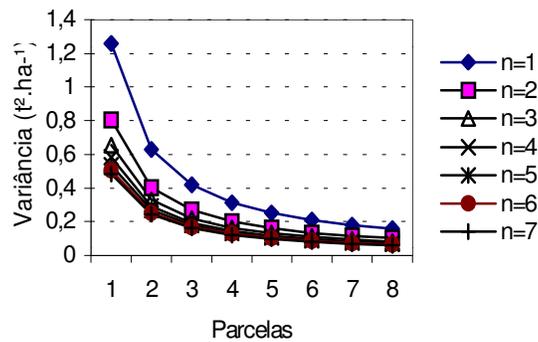


FIGURA 7. Representação gráfica da variância da produtividade de milho estimada ($t^2 \cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área localizada na Fazenda Dutra, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras-MG, 2004.

Os resultados demonstram que o número de espigas coletadas por parcela quando se utiliza o método da Emater pode ser reduzido à metade, sem alterações em sua precisão, facilitando e tornando mais rápido o processo de amostragem nas lavouras. Assim, podem ser coletadas 10 espigas por parcela em vez de 20, conforme é proposto pelo método (Emater–MG, 2000).

Para 84 espigas em 4 parcelas, número próximo do utilizado pelo método da Emater, a variabilidade da produtividade estimada na área da UFLA foi de $0,543 \text{ t}^2.\text{ha}^{-1}$, com desvio padrão de $0,737 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$. Para o número máximo considerado, ou seja, 168 espigas em 8 parcelas, os respectivos valores foram $0,271 \text{ t}^2.\text{ha}^{-1}$ e $0,521 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$ (Figura 5).

Na área da Fazenda Campo Lindo, para 84 espigas em 4 parcelas, a variabilidade da produtividade estimada foi de $0,268 \text{ t}^2.\text{ha}^{-1}$, com desvio padrão de $0,518 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$, e, na área da Fazenda Dutra, $0,121 \text{ t}^2.\text{ha}^{-1}$, com desvio padrão de $0,348 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$. Para 168 espigas em 8 parcelas, a variabilidade foi de $0,134 \text{ t}^2.\text{ha}^{-1}$ ($0,366 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$) na Fazenda Campo Lindo e $0,061 \text{ t}^2.\text{ha}^{-1}$ ($0,247 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$) na Fazenda Dutra (Figuras 6 e 7).

Os intervalos de confiança da produtividade estimada pelo método da Emater em cada local estão apresentados nas Tabelas 8, 9 e 10. Com 95% de confiança, foi observado que, com o aumento do número de espigas amostradas, o método da Emater tende a superestimar as produtividades reais. Considerando a menor margem de erro da produtividade estimada, obtida com a amostragem de 168 espigas em 8 parcelas, o método superestimou a produtividade real da área da UFLA entre $0,672 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$ e $3,220 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$. Na área da Fazenda Campo Lindo, a superestimativa variou de $0,216 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$ a $2,008 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$ e, na Fazenda Dutra, de $0,202 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$ a $1,410 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$.

Para a área da UFLA, os intervalos de confiança não contêm a produtividade real ($4,764 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$) a partir de 4 parcelas com 3 sub-amostras (Tabela 8).

TABELA 8. Intervalos de 95% de confiança para a média das produtividades estimadas ($t.ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área da UFLA, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.

Sub-amostras (n)	Parcelas (k)															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.
1	2,394	11,026	3,659	9,761	4,218	9,202	4,552	8,868	4,780	8,640	4,949	8,471	5,079	8,341	5,184	8,236
2	2,793	10,627	3,940	9,480	4,449	8,971	4,751	8,669	4,959	8,461	5,111	8,309	5,230	8,190	5,326	8,094
3	2,936	10,484	4,041	9,379	4,531	8,889	4,822	8,598	5,022	8,398	5,168	8,252	5,283	8,137	5,376	8,044
4	3,009	10,411	4,093	9,327	4,573	8,847	4,859	8,561	5,054	8,366	5,200	8,220	5,311	8,109	5,401	8,019
5	3,053	10,367	4,125	9,295	4,599	8,821	4,882	8,538	5,074	8,346	5,218	8,202	5,328	8,092	5,417	8,003
6	3,084	10,336	4,146	9,274	4,616	8,804	4,897	8,523	5,089	8,331	5,230	8,190	5,339	8,081	5,427	7,993
7	3,105	10,315	4,161	9,259	4,629	8,791	4,907	8,513	5,098	8,322	5,238	8,182	5,348	8,072	5,436	7,984

TABELA 9. Intervalos de 95% de confiança para a média das produtividades estimadas ($t.ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área localizada na Fazenda Campo Lindo, de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.

Sub-amostras (n)	Parcelas (k)															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.
1	4,202	10,922	5,186	9,938	5,623	9,501	5,883	9,241	6,060	9,064	6,191	8,933	6,293	8,831	6,373	8,751
2	4,655	10,469	5,507	9,617	5,884	9,240	6,108	9,016	6,263	8,861	6,376	8,748	6,462	8,662	6,535	8,589
3	4,823	10,301	5,626	9,498	5,980	9,144	6,193	8,931	6,336	8,788	6,443	8,681	6,527	8,597	6,592	8,532
4	4,911	10,213	5,687	9,437	6,032	9,092	6,237	8,887	6,376	8,748	6,479	8,645	6,559	8,565	6,624	8,500
5	4,965	10,159	5,726	9,398	6,064	9,060	6,263	8,861	6,401	8,723	6,501	8,623	6,580	8,544	6,643	8,481
6	5,001	10,123	5,752	9,372	6,084	9,040	6,281	8,843	6,417	8,707	6,518	8,606	6,596	8,528	6,656	8,468
7	5,028	10,096	5,771	9,353	6,100	9,024	6,295	8,829	6,430	8,694	6,527	8,597	6,605	8,519	6,666	8,458

TABELA 10. Intervalos de 95% de confiança para a média das produtividades estimadas ($t.ha^{-1}$) pelo método da Emater para a área localizada na Fazenda Dutra, de acordo com o número k de parcelas e o número n de subamostras. UFLA, Lavras–MG, 2004.

Sub-amostras (n)	Parcelas (k)															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.	L. I.	L. S.
1	6,140	11,626	6,944	10,822	7,299	10,467	7,512	10,254	7,657	10,109	7,764	10,002	7,845	9,921	7,913	9,853
2	6,686	11,080	7,330	10,436	7,614	10,152	7,783	9,983	7,901	9,865	7,987	9,779	8,053	9,713	8,105	9,661
3	6,901	10,865	7,482	10,284	7,738	10,028	7,892	9,874	7,997	9,769	8,075	9,691	8,133	9,633	8,182	9,584
4	7,018	10,748	7,565	10,201	7,805	9,961	7,951	9,815	8,050	9,716	8,121	9,645	8,178	9,588	8,222	9,544
5	7,092	10,674	7,616	10,150	7,848	9,918	7,987	9,779	8,083	9,683	8,153	9,613	8,204	9,562	8,250	9,516
6	7,142	10,624	7,652	10,114	7,877	9,889	8,014	9,752	8,105	9,661	8,174	9,592	8,226	9,540	8,269	9,497
7	7,181	10,585	7,679	10,087	7,901	9,865	8,032	9,734	8,121	9,645	8,187	9,579	8,240	9,526	8,279	9,487

Para a área localizada na Fazenda Campo Lindo, os intervalos de confiança não contêm a produtividade real ($6,450 \text{ t.ha}^{-1}$) quando são consideradas 6 parcelas com mais de 3 sub-amostras e 7 e 8 parcelas com mais de 1 sub-amostra cada (Tabela 9).

Para a área localizada na Fazenda Dutra ($8,077 \text{ t.ha}^{-1}$), o mesmo ocorre quando são consideradas 5 parcelas com mais de 4 sub-amostras, 6 parcelas com mais de 3 sub-amostras, 7 parcelas com mais de 2 sub-amostras e 8 parcelas com mais de 1 sub-amostra (Tabela 10).

Quanto ao método de Reetz, destaca-se que o seu uso para comparar produtividades provenientes de genótipos diferentes acarreta em redução significativa na sua precisão (Reetz, 1987). Para o autor, apesar das limitações, as estimativas podem ser valiosas se não para a determinação exata da produção, ao menos para fazer comparações relativas, o que não foi avaliado neste trabalho. Porém, no caso do uso de variedades e mesmo de grupos de híbridos (simples, duplos, triplos, etc.), as previsões podem ser influenciadas pela heterogeneidade das plantas na lavoura e pelo uso de um mesmo fator de correção da expressão de cálculo do método para genótipos que possuam grãos com diferentes características. Portanto, devido à grande diversidade das condições de cultivo de milho no Brasil, tornam-se necessários mais estudos para que esse método seja adaptado e utilizado sem essas restrições.

5 CONCLUSÕES

A validade das produtividades estimadas depende do número considerado de parcelas e sub-amostras.

O método utilizado pela Emater é útil para comparações entre produtividades de diferentes áreas.

O número de espigas amostradas por parcela que tem sido recomendado pelo método da Emater pode ser reduzido à metade.

O método de Reetz precisa ser adaptado a grupos de híbridos com características semelhantes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, nov./dez. 2001.

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

BELASQUE JÚNIOR, J.; FARINELLI, R.; BORDIN, L.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Componentes de rendimento e produtividade de cultivares de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **Anais ...** Uberlândia: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/UFU, 2000a. CD-ROM.

BELASQUE JÚNIOR, J.; FARINELLI, R.; BORDIN, L.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Estudo comparativo dos componentes de rendimento e da produtividade de diferentes cultivares de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **Anais ...** Uberlândia: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/UFU, 2000b. CD-ROM.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - Conab. **Previsão e acompanhamento da safra 2002/2003**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2004.

DONALD, C. M.; HAMBLIN, J. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 28, p. 361-405, 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília: Embrapa/SPI, 1993. 204 p.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS – Emater-MG. **Relatório de atividades 2002**. Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br>>. Acesso em: 04 set. 2003.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS – Emater-MG. **Regulamento do concurso estadual de produtividade de milho ano 2000/2001**. Belo Horizonte, 2000. 11 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: _____. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. cap. 1, p. 21-54.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Milho: fisiologia da produção e produtividade. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Eds.). **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2001. p. 25-47.

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: UFSCAR, 2000. p. 35.

HATFIELD, A. L.; BENOIT, G. R.; RAGLAND, J. L. The growth and yield of corn: IV. Environmental effects on grain yield components of mature ears. **Agronomy Journal**, Madison, v. 57, n. 1, p. 293-296, Jan./Feb. 1965.

KRAVCHENKO, A. N.; BULLOCK, D. G. Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 1, p. 75-83, Jan./Feb. 2000.

MAIA, T. C. B. **Estudo e análise de poligonais segundo a NBR 13.133 e o sistema de posicionamento global**. 1999. 175 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses>>. Acesso em: 08 mar. 2003.

MARQUES JUNIOR, J.; SANCHEZ, R. B.; PEREIRA, G. T.; CORÁ, J. E. Variabilidade espacial de propriedades químicas e físicas de latossolos em áreas de cerrado sob cultivo de café, em Patrocínio, MG. In: BALASTREIRE, L. A. **O estado da arte da agricultura de precisão no Brasil**. Piracicaba: L. A. Balastreire, 2000. p. 105-112.

MATTOSO, J. M.; LOPES, M. de R.; VIEIRA, R. de C. M. T.; OLIVEIRA, A. J. de; LIMA FILHO, J. R. de; SANTOS FILHO, J. I. dos. Cadeia produtiva do milho. In: VIEIRA, R. de C. M. T.; TEIXEIRA FILHO, A. R.; OLIVEIRA, A. J. de; LOPES, M. de R. (Eds.). **Cadeias produtivas do Brasil: análise de competitividade**. Brasília: Embrapa/F.G.V., 2001. p. 319-333.

MILLER, M. P.; SINGER, M. J.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 52, n. 4, p. 1133-1141, July/Aug. 1988.

NOLDIN, J. A.; MUNDSTOCK, C. M. Rendimento de grãos e componentes de rendimento de três cultivares de milho em duas épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 6, p. 615-620, nov./dez. 1988.

PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. rev. ampl. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2. 795 p.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. P. Produtividade e prolificidade de três cultivares de milho em sistema de consórcio com o feijão comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 745-751, maio 1991.

PINHO, E. V. R. von; SILVEIRA, J. F.; VIEIRA, M. G. G. C.; FRAGA, A. C. Influência do tamanho e do tratamento de sementes de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 30-36, jan./mar. 1995.

PINHO, R. G. von. Produção de milho no Brasil e no mundo: realidade e perspectivas. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2001, Lavras. **Palestras ...** Lavras: UFLA, 2001. p. 3-13.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. Componentes da variância. In: _____. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. cap. 5, p. 69-86.

REETZ, H. Here's how to estimate yields for corn and soybeans before harvest. **Better Crops With Plant Food**, Atlanta, v. 71, p. 18-19, Spring 1987.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. Interpretação. In: _____. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 2. ed. Viçosa: NEPUT, 1997. cap. 2, p. 13-82.

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

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

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.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS – Sebrae-MG. **Sistema de informações mercadológicas municipais: diagnóstico municipal de Lavras**. Lavras, 1998. 156 p.

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

SOUZA, L. da S.; DINIZ, M. de S. CALDAS, R. C. Correção da interferência da variabilidade do solo na interpretação dos resultados de um experimento de cultivares/clones de mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 441-445, set./dez. 1996.

TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; WADE, M. K. et al. Spatial variation of soil properties and rice yield on recently cleared land. **Soil Science Society of American Journal**, Atlanta, v. 51, n. 3, p. 668-674, May/June. 1987.

VIÉGAS, G. P. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1978. cap. 11, p. 376-428.

WYCH, R. D. Production of hybrid seed corn. In: SPRAGUE, G. F.; DUDLEY, J. W. (Eds.). **Corn and corn improvement**. 3. ed. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1988. p. 565-607.

YAMADA, T. O nitrogênio e o potássio na adubação da cultura do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 78, p. 1-4, jun. 1997.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A Resumo da análise de variância para a produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) envolvendo os dois métodos avaliados na área da UFLA. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	44
TABELA 2A Resumo da análise de variância para a produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) envolvendo os dois métodos avaliados nas áreas localizadas nas Fazendas Campo Lindo e Dutra. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	44
TABELA 3A Resumo da análise de variância da produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) envolvendo os três locais para cada método avaliado. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	45
TABELA 4A Resumo da análise de variância da produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater na área da UFLA. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	45
TABELA 5A Resumo da análise de variância da produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater nas áreas localizadas nas Fazendas Campo Lindo e Dutra. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	45

ANEXO B

Página

TABELA 1B	Valores médios para espaçamento, número de espigas em 4 m ² e número de espigas em 10 metros lineares de acordo com a parcela e o local. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	46
-----------	--	----

ANEXO C

Página

TABELA 1C	Equações das funções de variância para as produtividades estimadas de milho (t.ha ⁻¹) pelos métodos de acordo com o número <i>k</i> de parcelas e o número <i>n</i> de sub-amostras, obtidas a partir dos componentes da variância. UFLA, Lavras–MG, 2004.....	47
-----------	--	----

TABELA 1A. Resumo da análise de variância da produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) envolvendo os dois métodos avaliados na área da UFLA. UFLA, Lavras–MG, 2004.

F. V.	G. L.	Q. M.
Método	1	0,0189
Talhão	3	46,5468
Parcela (Talhão)	20	21,9723 **
Erro	311	1,5412
C. V. (%)	18,52	
Média	6,702	
Máximo	12,353	
Mínimo	2,658	

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 2A. Resumo da análise de variância da produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) envolvendo os dois métodos avaliados nas áreas localizadas nas Fazendas Campo Lindo e Dutra. UFLA, Lavras–MG, 2004.

F. V.	G. L.	Q. M.	
		Faz. Campo Lindo	Faz. Dutra
Método	1	0,3807	27,4820 *
Talhão	3	7,3816 **	1,3341
Erro	51	1,3025	0,9211
C. V. (%)		15,26	11,73
Média		7,480	8,182
Máximo		10,176	10,649
Mínimo		4,656	6,117

* e **: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 3A. Resumo da análise de variância da produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) envolvendo os três locais para cada método avaliado. UFLA, Lavras–MG, 2004.

F. V.	G. L.	Q. M.	
		Reetz	Emater
Local	2	11,6901	60,2456 *
Talhão (Local)	9	6,9440	13,2403
Parcela (Talhão*Local)	20	7,7794 **	15,1902 **
Erro	192	1,8462	1,0544
C. V. (%)		19,75	14,49
Média		6,881	7,088
Máximo		11,106	12,353
Mínimo		2,658	2,858

* e **: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 4A. Resumo da análise de variância da produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater na área da UFLA. UFLA, Lavras–MG, 2004.

F. V.	G. L.	Q. M.
Talhão	3	28,8268
Parcela (Talhão)	20	15,1902 **
Erro	144	1,0976
C. V. (%)	15,61	
Média	6,710	
Máximo	12,353	
Mínimo	2,858	

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 5A. Resumo da análise de variância da produtividade de milho estimada ($t\cdot ha^{-1}$) pelo método da Emater nas áreas localizadas nas Fazendas Campo Lindo e Dutra. UFLA, Lavras–MG, 2004.

F. V.	G. L.	Q. M.	
		Faz. Campo Lindo	Faz. Dutra
Talhão	3	7,5034 **	3,3908 *
Erro	24	0,9488	0,9009
C. V. (%)		12,88	10,69
Média		7,562	8,883
Máximo		10,176	10,649
Mínimo		5,386	6,154

* e **: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 1B. Valores médios para espaçamento, número de espigas em 4 m² e número de espigas em 10 metros lineares de acordo com a parcela e o local. UFLA, Lavras–MG, 2004.

Local	Parcela	Espaçamento (m)	Nº espigas (4 m ²)	Nº espigas (10 m)
UFLA	1	0,81	21,1	42,5
	2	0,80	20,3	40,8
	3	0,78	18,4	37,0
	4	0,78	19,3	39,3
	5	0,77	20,4	41,8
	6	0,78	22,1	44,8
	7	0,76	18,4	37,3
	8	0,76	21,4	42,3
	9	0,76	20,4	41,0
	10	0,78	20,3	39,8
	11	0,76	16,4	33,8
	12	0,78	22,0	42,8
	13	0,79	17,6	35,5
	14	0,78	18,3	37,3
	15	0,78	18,1	35,8
	16	0,79	20,1	39,0
	17	0,78	19,1	38,0
	18	0,77	21,1	42,3
	19	0,78	20,7	41,3
	20	0,76	20,9	41,3
	21	0,76	20,7	41,5
	22	0,78	24,4	48,3
	23	0,76	24,0	47,3
	24	0,78	23,3	47,0
Faz. C. Lindo	1	0,83	21,0	42,3
	2	0,84	21,0	42,3
	3	0,82	19,9	39,0
	4	0,80	19,9	39,8
Faz. Dutra	1	0,90	21,7	48,3
	2	0,88	22,3	51,3
	3	0,86	21,4	48,8
	4	0,92	22,0	49,8

TABELA 1C. Equações das funções de variância para as produtividades estimadas ($t.ha^{-1}$) pelos métodos de acordo com o número k de parcelas e o número n de sub-amostras, obtidas a partir dos componentes da variância. UFLA, Lavras–MG, 2004.

Método	Equação
Reetz	$\sigma^2 = (1,8462 + n \cdot 0,8476) / (n \cdot k)$
Emater: UFLA	$\sigma^2 = (1,0976 + n \cdot 2,0132) / (n \cdot k)$
Emater: Faz. C. Lindo	$\sigma^2 = (0,9488 + n \cdot 0,9364) / (n \cdot k)$
Emater: Faz. Dutra	$\sigma^2 = (0,9009 + n \cdot 0,3557) / (n \cdot k)$