

**COMPORTAMENTO DE FAMÍLIAS
ENDÓGAMAS DE MILHO EM DOIS NÍVEIS
DE NITROGÊNIO**

JOÃO LUÍS DA SILVA FILHO

1999

JOÃO LUÍS DA SILVA FILHO

COMPORTAMENTO DE FAMÍLIAS ENDÓGAMAS DE MILHO EM DOIS
NÍVEIS DE NITROGÊNIO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Samuel Pereira de Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1999

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

Silva Filho, João Luís da

Comportamento de famílias endógamas de milho em dois níveis de nitrogênio
/ João Luís da Silva Filho. – Lavras : UFLA, 1999.
68 p. : il.

Orientador: Samuel Pereira de Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Endogamia. 3. Melhoramento genético. 4. Adubação
nitrogenada. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.153

-633.15894

JOÃO LUÍS DA SILVA FILHO

**COMPORTAMENTO DE FAMÍLIAS ENDÓGAMAS DE MILHO EM DOIS
NÍVEIS DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

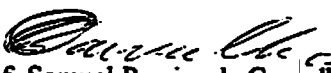
APROVADA EM: 29/04/1999

Dr. Pedro Hélio Estevam Ribeiro

EMBRAPA/CPAF(RR)

Prof. Renzo Garcia Von Pinho

UFLA


Prof. Samuel Pereira de Carvalho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais, João Luiz e Maria Antonieta, pelo apoio em todas as etapas de minha vida;

As minhas irmãs, Nágida e Naila;

Aos meus avós, Antônio Ferreira e Maria Ferreira;

Aos meus padrinhos, Francisco Luiz e Lourdes Silva (in memorian).

DEDICO

Aqueles que com dedicação, sabedoria, paciência e carinho contribuíram de alguma forma na minha caminhada.

OFEREÇO

“Estou convencido de minhas limitações. Essa convicção é o que me dá forças.”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva de cada dia;
À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Biologia pela excelência e oferecimento do Curso de Genética e Melhoramento de Plantas;
Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - pela concessão da bolsa de estudos;
Ao professor Samuel Pereira de Carvalho pela orientação e ensinamentos transmitidos;
Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho pela co-orientação, disponibilidade e exemplo de dedicação a pesquisa científica;
Ao Dr. Pedro Hélio Estevam Ribeiro e ao professor João Cândido pela ajuda na condução dos trabalhos de campo;
Aos colegas dos programas de melhoramento do milho e feijão da UFLA.
Aos amigos do curso, André Luís, André Ramalho, Angela, Antônio Carlos, Aurélio, Carlota, Ceará, Cristina, Cláudia, Flávia, Francislei, Hélder, Hélia, Hércules, Leonardo, Max, Moacil, Patrícia, Sandro.
Ao companheiro Gláuber e sua esposa Márcia, e à amiga Oneida e seu cônjuge Anderson, pela paciência e compreensão;
Aos professores João Bosco dos Santos e César Augusto Pereira Pinto pela disponibilidade e ensinamentos transmitidos;
Ao professor Renzo Garcia von Pinho, pelas valiosas sugestões;
Aos funcionários do Departamento de Biologia;
Aos funcionários da Biblioteca da UFLA, pelo atendimento e correções das referências bibliográficas;
À Associação de Pós-Graduandos, por representar-nos enquanto estudantes;
A todos que estiveram de alguma forma presentes para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 Métodos de Melhoramento Aplicáveis às Plantas Alógamas	2
2.2 Nitrogênio na Cultura do Milho	3
2.3 Resposta Diferencial de Cultivares de Milho à Adubação Nitrogenada	5
2.4 Seleção Visando à Melhoria na Eficiência do Uso de Nitrogênio	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Locais	14
3.2 Populações Utilizadas	14
3.3 Delineamento Experimental e Condução dos Experimentos	16
3.4 Características Avaliadas	16
3.5 Análise Estatística dos Dados	17
3.6 Estimativas dos Componentes de Variância e Parâmetros Genéticos e Fenotípicos	21
4 RESULTADOS	24
4.1 População BR-105	24
4.2 População BR-106	32
4.3 População CMS-39	40
5 DISCUSSÃO	49
6 CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	65

RESUMO

SILVA FILHO, João Luís da. Comportamento de Famílias Endógamas de Milho em Dois Níveis de Nitrogênio. Lavras: UFLA, 1999. 68p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

O presente trabalho teve por objetivo verificar a ocorrência de interação famílias x níveis de nitrogênio na cultura do milho. Para isso foram avaliadas em dois níveis de nitrogênio (20 e 100 kg/ha), famílias S₂ da população BR-106 e S₃ das populações BR-105 e CMS-39, durante o ano agrícola 1997/1998, em duas localidades do Estado de Minas Gerais. Cada população e nível de nitrogênio constituiu-se em um experimento distinto, avaliado em blocos ao acaso, com duas repetições. As parcelas foram constituídas por uma única linha de 3m, espaçadas por 0,9m. A adubação nitrogenada na semeadura foi igual em todos os experimentos, 20 kg/ha, mediante a aplicação de 500 kg/ha de formulação 4-14-8. Nos experimentos com maior nível de nitrogênio foi aplicado adicionalmente 80 kg/ha em cobertura no estágio de quatro a seis folhas. Utilizando os dados da produção de espigas despalhadas, foram obtidas estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos. Constatou-se ampla variabilidade genética entre as famílias avaliadas, evidenciando a possibilidade de seleção de famílias com maior potencial produtivo. As três populações responderam à aplicação do nitrogênio em cobertura, sendo a resposta média de 16,3%. A ausência da interação famílias x níveis de nitrogênio para as três populações, associada às elevadas estimativas das correlações genéticas entre os desempenho médio das famílias em alto e baixo nitrogênio, superiores a 0,65, evidenciam um comportamento consistente das famílias nos dois níveis de nitrogênio utilizados.

Comitê Orientador: Samuel Pereira de Carvalho - UFLA (Orientador), Magno Antonio Patto Ramalho -UFLA.

ABSTRACT

SILVA FILHO, João Luís da. Behavior of endogamic families of corn at two levels of nitrogen. Lavras: UFLA, 1999. 68p. (Dissertation - Master in Genetic and Plant Breeding)

The present work was designed to verify the occurrence of families x nitrogen levels interactions in corn crop. So, S_2 families from the BR-106 population and S_3 families from the BR-105 and CMS-39 populations during the agricultural year 1997/1998 in two sites of the Minas Gerais were evaluated. Each population and nitrogen level made up a distinct experiment, evaluated in randomized blocks, with two replications. The plots consisted of single line 3m in length, spaced 0,9m apart. The nitrogen fertilization at sowing was equal in every experiment, 20 kg/ha, by means of the application of 500kg/ha of the 4-14-8 formulation. In the experiments with highest nitrogen levels, 80 kg/ha were applied additionally at the state of four to six leaves. By utilizing the data of strawless ear yield estimatives of genetic and phenotypic parameters were obtained. Wide genetic variability was found among the families evaluated, stressing the possibility to screen families with highest productive potential. The three populations responded to nitrogen application, the average response being of 16,3%. The absence of families x nitrogen levels interaction for the three populations, associated with high estimates of genetic correlations among average performance of the families at high and low nitrogen, superior to 0,65, pointed out a consistent behavior of the families under two levels of nitrogen utilized.

Guidance Committee: Samuel Pereira de Carvalho - UFLA (Adviser), Magno Antonio Patto Ramalho -UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Entre os nutrientes utilizados na cultura do milho, o nitrogênio é um dos que mais oneram o custo de produção e com maior risco de poluição ambiental quando aplicado em doses excessivas. Lal (1998), relata que o transporte de nitrogênio oriundo de fertilizantes e adubos aplicados às terras agrícolas é um dos fatores que mais afetam a qualidade da água. De acordo com Lafitte e Edmeades (1988), a disponibilidade de nitrogênio é o principal fator limitante em mais de 20% da superfície arável da terra.

A principal alternativa para tornar o seu uso mais racional seria a identificação de cultivares mais eficientes em sua utilização. Resposta diferencial de cultivares de milho é freqüentemente relatada na literatura (Duarte et al., 1998; Carlone e Russell, 1987; Balko e Russell, 1980). Entretanto, são escassos os trabalhos procurando avaliar a resposta diferencial ao nitrogênio de famílias em um programa de seleção recorrente ou de linhagens nos programas de obtenção de híbridos.

Assim, seria importante avaliar a interação genótipos x níveis de nitrogênio utilizando famílias endógamas, nas quais a liberação da variabilidade é maior. Além do mais, isso possibilitaria a identificação de linhagens mais eficientes no uso de nitrogênio, a serem utilizadas no futuro em programas visando a obtenção de híbridos.

Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar famílias endógamas de três populações de milho em alta e baixa disponibilidade de nitrogênio, visando a verificar se existe interação famílias x níveis de nitrogênio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Métodos de Melhoramento Aplicáveis às Plantas Alógamas

Consideram-se plantas alógamas aquelas que apresentam menos de 5% de autofecundação. Em tais espécies, o melhoramento visa, essencialmente, a duas alternativas: i) a obtenção de populações com alta frequência de alelos favoráveis, ou seja, variedades de polinização livre; ii) aproveitamento do vigor híbrido ou heterose por meio do uso comercial da geração F_1 de duas ou mais linhagens e/ou variedades. Em qualquer dessas alternativas o melhoramento populacional é fundamental. Por meio do melhoramento aumenta-se a frequência dos alelos favoráveis, melhorando o desempenho da população “per se”, aumentando também a chance de extração de linhagens superiores e em contrapartida o desempenho da população híbrida (Paterniani e Miranda Filho, 1987).

O melhoramento de populações envolve basicamente duas estratégias: o melhoramento interpopulacional e o intrapopulacional. No primeiro caso, o melhoramento é realizado visando a melhoria da capacidade de combinação de uma população com outra. O melhoramento intrapopulacional, como o próprio nome indica, envolve o melhoramento “per se” da população. Nessa revisão, o enfoque será dado a essa estratégia de melhoramento.

Há vários métodos de melhoramento intrapopulacional. Descrições sobre eles são encontradas na literatura (Paterniani e Miranda Filho, 1987; Borém, 1998). A diferença básica entre eles é se a seleção é baseada no comportamento dos indivíduos, seleção massal, ou de famílias. Nesse último, podem ser usados diferentes tipos de famílias, que podem ser não endogâmicas, como meio-irmãos e irmãos germanos, ou endogâmicas, quando se utilizam as gerações provenientes de autofecundação como S_1 e S_2 . No Brasil, predomina o emprego dos métodos

que utilizam, especialmente, famílias de meio-irmãos, principalmente, pela facilidade de condução (Carvalho et al., 1998a; Carvalho et al., 1998b; Santos et al., 1998). Há relatos, contudo, do emprego de irmãos germanos (Naspolini Filho et al., 1986). Por outro lado, são escassas as citações envolvendo famílias S_1 e, principalmente, S_2 . Na literatura estrangeira, entretanto, o emprego de famílias S_1 é freqüente. Nessa revisão, ênfase será dada ao emprego de famílias S_2 .

Na condução de um programa de seleção recorrente com famílias S_2 , o procedimento básico é o seguinte: as plantas de uma população S_0 sob seleção são autofecundadas obtendo-se a geração S_1 . As plantas da geração S_1 autofecundadas são colhidas individualmente dando origem às famílias S_2 , as quais são avaliadas em ensaios com repetição, identificando-se as melhores para serem recombinadas. Nesse caso, a recombinação deve ser efetuada, pelo menos por duas gerações, para se restabelecer a condição de equilíbrio.

Embora cada ciclo seletivo S_2 seja mais demorado, a vantagem seria que este explora 1,5 vezes a variância aditiva entre as famílias (Souza Júnior, 1989), e, dessa forma, essa maior liberação de variabilidade poderia compensar o maior tempo despendido na condução de cada ciclo em relação ao uso de famílias não endogâmicas ou mesmo S_1 .

2.2 Nitrogênio na Cultura do Milho

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). De acordo com Uhart e Andrade (1995), condições estressantes de nitrogênio diminuem o número de grãos por espigas em consequência da redução da assimilação de carbono. Segundo Lafitte e Edmeades (1995a), o número de

espigas/planta é influenciado pelo suprimento de carbono e nitrogênio próximo ao florescimento.

As plantas de milho conseguem absorver o nitrogênio tanto na forma nítrica (NO_3^-), como na forma amoniacal (NH_4^+). Alguns estudos mostram que uma mistura de NH_4^+ e NO_3^- pode otimizar a produção comparando-se apenas com o fornecimento de NO_3^- , (Simiciklas e Below, 1992). A forma de aplicação do N, o tempo em que este permanece disponível no solo e o genótipo, são fatores que interagem para influenciar no uso de N e seu efeito na produtividade do milho, (Gentry e Below, 1993). Entretanto, de acordo com Fornasieri Filho (1992), a forma de N aplicado ao solo, aparentemente, não tem grande influência, pois a maioria dos solos propícios para a cultura do milho conta com intensa atividade microbiana, com elevada capacidade nitrificadora, ou seja, oxidação de NH_4^+ a NO_2^- e NO_3^- .

O caminhamento do nitrogênio do solo para as raízes das plantas dá-se por fluxo de massa. Assim, do ponto de vista prático, sua aplicação deve ser parcelada e em cobertura nos períodos de maior exigência da cultura. Segundo Fornasieri Filho (1992), sob ocorrência favorável de chuvas, em solos com disponibilidade adequada de matéria orgânica, os efeitos da adubação nitrogenada sobre a cultura do milho são, via de regra, pouco pronunciados. No caso de solos já degradados pelo uso intenso, as respostas são acentuadas. De acordo com Magalhães (1996), o fósforo é de grande importância no momento da absorção e translocação de nitrogênio.

A baixa eficiência dos fertilizantes nitrogenados em condições tropicais tem sido atribuída ao grande potencial de perdas, devido, principalmente, à lixiviação, desnitrificação e volatilização da amônia (NH_3), (Gamboa, Perez e Blasco 1971; Osiname, Van Gijn e Vlek 1983). Bartholomew (1971), citado por Basso (1994), afirma que o fato isolado mais importante na absorção e uso de

nitrogênio pelas plantas em condições de campo parece ser a água do solo, sendo difícil interpretar resultados de pesquisa sobre a utilização desse macronutriente sem que se considere e compreenda o fator água.

2.3 Resposta Diferencial de Cultivares de Milho à Adubação Nitrogenada

Há muitos trabalhos na literatura que mostram resposta positiva da cultura do milho ao nitrogênio. Cantarella (1992) comenta que de 70 a 80% dos ensaios conduzidos para verificar a eficiência desse nutriente foram constatadas respostas significativas. Entre os trabalhos que corroboram tal afirmação, inclusive para o caráter produção de grãos, incluem-se os realizados por Ferreira (1997), Pereira (1997), Paiva (1992) e Coelho (1987). Mesmo cultivares de milho aparentadas podem mostrar respostas diferenciadas à adubação nitrogenada, podendo não responder à adubação, ou responderem de forma linear ou quadrática (Balko e Russell, 1980).

No Brasil, são restritas as informações a respeito da resposta diferencial de variedades ou híbridos ao nitrogênio. Em um dos trabalhos, um híbrido tardio (AG-28) e um híbrido precoce (DK-35-40) foram comparados em diferentes níveis de semeadura e níveis de nitrogênio (20, 90, 160, 230 kg/ha) por Medeiros e Silva (1975). Ambas as cultivares aumentaram a produtividade com o incremento nos níveis de nitrogênio utilizados.

Em outro estudo, Gallon (1996) avaliou o efeito de doses de nitrogênio e potássio em duas cultivares de milho. Verificou que o híbrido triplo XL-380, mais exigente em fertilidade que o outro híbrido utilizado no estudo, HL-604 (híbrido duplo) foi mais produtivo em todas as condições avaliadas. Ambos responderam de forma similar à adubação nitrogenada. Não se verificou ganho expressivo em produtividade nos dois híbridos para doses superiores a 60 kg/ha de nitrogênio.

Brito (1995), avaliou três híbridos de milho, um tardio, um precoce e outro superprecoce em diferentes níveis de nitrogênio (0, 50, 100, 150). As cultivares diferiram entre si quanto a produção de grãos. Entretanto, os efeitos dos níveis de nitrogênio e a interação cultivares x níveis de nitrogênio foram não significativas.

Comparando desempenho de 14 materiais de milho em três níveis de nitrogênio em cobertura na forma de uréia (0, 60, 120 kg/ha), Duarte et al. (1998) verificaram que 12 dos 14 híbridos estudados responderam linearmente à aplicação de nitrogênio.

Nos Estados Unidos, alguns trabalhos foram realizados nas últimas décadas visando a comparar híbridos modernos com os híbridos primitivos em relação à resposta ao nitrogênio. Em um destes trabalhos, Castleberry, Crum e Krull (1984), verificaram aumento consistente em produtividade das cultivares mais antigas para as mais recentes. Esse aumento foi mais evidente quando os materiais foram cultivados em ambientes de alta fertilidade.

Um trabalho semelhante foi realizado por Carlone e Russell (1987), que compararam quatro variedades de polinização livre de antes de 1930, e quatro híbridos simples representantes de cada década de 1930 a 1980, em quatro níveis de N (0, 80, 160, 240). Na média, os efeitos de níveis de nitrogênio, cultivares e interação cultivares x níveis de N mostraram-se significativos. Os híbridos das décadas de 70 e 80 superaram os outros em todos os níveis, atingindo produção máxima em 160 kg de N, enquanto os demais híbridos atingiram em 240 kg/ha. Todas as cultivares apresentaram resposta linear significativa e positiva aos níveis de N, embora com diferentes magnitudes.

2.4 Seleção Visando à Melhoria na Eficiência do Uso de Nitrogênio

O conceito de eficiência de plantas na utilização de um nutriente engloba processos pelos quais absorvem, translocam, acumulam e utilizam melhor o referido nutriente para a produção de matéria seca e/ou grãos, em condições nutricionais normais ou adversas. O melhoramento para eficiência no uso de nitrogênio pode ser entendido sob dois enfoques: i) busca de genótipos superiores em ambientes com limitado suprimento; ii) busca de cultivares altamente responsivos em produtividade, em ambiente com suprimento elevado do nutriente. Na literatura, de um modo geral, a ênfase maior é dada ao primeiro aspecto, ou seja, o desempenho sob condições de estresse.

Neste contexto, Rosielle e Hamblin (1981), avaliaram as conseqüências teóricas de seleção sob condição de estresse e não estresse, em que tolerância a estresse foi definida como a diferença entre a produtividade com e sem estresse. Constataram que quando a seleção é efetuada na tolerância a estresse (menor diferença entre as produtividades dos dois ambientes), somente haverá ganho para condições sem estresse se a variância genética em condições estressantes for maior que em ambientes sem estresse. Já a seleção efetuada na média dos ambientes, só não promoverá ganhos para condições sem estresse se a variância genética em ambientes estressantes for maior e houver correlação alta e negativa no desempenho das famílias nos dois ambientes. Tolerância e produtividade média mostraram-se negativamente correlacionadas quando a variância genética em ambientes estressantes foi menor. A situação mais favorável ao melhorista é aquela em que a variância genética em ambientes estressantes é maior e a correlação genética entre os ambientes é alta e positiva. Nessas circunstâncias, produtividade média e tolerância a estresse seriam positivamente correlacionados entre si, proporcionando ganhos na produção em ambos os ambientes.

Para o caráter produção de grãos, diferenças genéticas em geral são mais pronunciadas em ambientes favoráveis. De acordo com Blum (1988), em ambientes pobres em N a variação ambiental é muito alta e, conseqüentemente, reduz a herdabilidade do caráter produção.

Em catorze experimentos conduzidos entre 1986 a 1995, em condições de baixo nível de N (nenhuma aplicação) e alto N (200 kg/ha), Banziger, Betrán e Lafitte (1997) observaram que a herdabilidade no sentido amplo para produção de grãos em baixo N foi em média 29% menor que em alto N, devido a menor variância genotípica. Entretanto, os erros das estimativas foram similares nas duas situações. Correlações genéticas em alto e baixo nitrogênio foram geralmente positivas. Contudo, a correlação diminui com o aumento da interação genótipos x ambientes. Distintos mecanismos fisiológicos e genes podem ser responsáveis pela produção em cada situação. Segundo os autores, programas de melhoramento genético de milho, tendo como objetivo regiões tropicais com baixa disponibilidade de N, deveriam incluir seleção em baixo nitrogênio para maximizar ganho com a seleção.

Um total de 144 famílias de meio-irmãos foram avaliadas por Santos et al. (1998), em ambientes sem estresse de N (60 kg/ha) e ausência de nitrogênio. As estimativas da média, herdabilidade, ganho com a seleção e índice b foram maiores na avaliação sem estresse de N. Selecionando-se em cada ambiente com intensidade de 20%, houve coincidência de 46%.

Com referência ao controle genético de caracteres associados à eficiência do uso de nitrogênio, são restritas as informações disponíveis na literatura. Pollmer et al. (1979), verificaram que o controle genético de absorção e translocação de nitrogênio na planta de milho, é predominantemente aditivo. Porém, efeitos não-aditivos também foram importantes. Constataram também a

ocorrência de interação genótipos x ambientes, fato também observado por Beauchamp, Kannenberg e Hunter, (1976).

Na avaliação da tolerância ao estresse de qualquer nutriente, um questionamento que surge é qual ou quais características devem ser consideradas visando a avaliação da resposta ao referido nutriente.

Características bioquímicas e fisiológicas podem auxiliar o melhorista na busca de cultivares superiores. Eichelberger et al. (1989) após oito ciclos de seleção fenotípica divergente para atividade da enzima nitrato-redutase, verificaram que a população teria sido indiretamente selecionada para um nível ótimo de atividade desta enzima através da seleção para produção de grãos. Entretanto, de acordo com Feil, Thiraporn, Stamp (1993) a avaliação da atividade de nitrato-redutase em "seedlings" pode acelerar progressos em melhoramento para a produção de grãos e absorção de N. Machado et al. (1992), utilizando vários tipos de materiais de milho, verificaram correlação positiva entre produção de grãos e atividade da enzima glutamina sintetase, sendo considerada um bom parâmetro a ser utilizado em programas de seleção visando a identificação de genótipos mais eficientes na utilização de N em milho.

O uso de características do sistema radicular pode contribuir em programas de melhoramento para uso eficiente de nitrogênio e/ou água, (Eghball e Maranville, 1993). Os autores verificaram que em condições limitantes de N em cultivares responsivas de milho, a raiz explora um volume maior de solo permitindo absorver quantidade adequada do nutriente. Por outro lado, sendo a disponibilidade de N adequada, as raízes concentram-se na região em que o nutriente apresenta-se em maior quantidade. Cultivares com sistema radicular mais profundo tiveram maior produtividade de grãos. Esse tipo de resposta parece ser similar em estresse hídrico. Simplicio (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.

Procurando identificar caracteres associados a uma maior eficiência no uso de nitrogênio em condições limitantes deste nutriente, Banziger e Lafitte (1997) avaliaram várias características em alguns tipos de famílias. Em um total de 19 experimentos, a herdabilidade média para produção de grãos foi de 46%. Para intervalo entre a antese e o florescimento feminino, a herdabilidade foi de 52% e a correlação desta característica com produção foi de -0,47; para número de espigas/planta as estimativas foram de 44% e 0,78; para concentração de clorofila na folha 35% e 0,24; para senescência foliar, foi encontrada uma herdabilidade de 60% e uma correlação com produção de 0,42. Constataram que a seleção direta para produção seria mais eficiente que a seleção indireta em qualquer característica secundária na maioria dos experimentos. Entretanto, um índice de seleção com todas as características seria 14% mais eficiente que a seleção baseada somente na produção, evidenciando a importância das características secundárias.

Há, na literatura, relatos de seleção com a cultura do milho, visando a verificar possíveis diferenças do material melhorado com relação à resposta ao nitrogênio. Faz-se necessário, contudo, esclarecer os parâmetros que compõem a eficiência no uso deste nutriente pelas plantas.

A eficiência no uso de nitrogênio pode ser definida como produção de grãos por unidade de N suprido no solo (G_w/N_s). Seus componentes primários são a eficiência na absorção de N, definida como a razão entre o conteúdo de nitrogênio na planta e o conteúdo de N suprido no solo (N_p/N_s), e a utilização eficiente de N, definida como a razão entre a produção de grãos e o conteúdo de N absorvido pela planta (G_w/N_p), (Moll, Kamprath e Jackson 1982). Esses

autores avaliando oito híbridos de milho em dois níveis de N (56 e 224 kg/ha), verificaram que a diferença entre estes quanto ao G_w/N_s em ambientes com baixo N (56 kg/ha) poderia ser atribuída a G_w/N_p , enquanto que em níveis mais altos de N (224 kg/ha), poderia ser atribuída a N_p/N_s .

Estudo comparando performance de híbridos interpopulacionais foi realizado por Kamprath, Moll e Rodriguez (1982). Avaliaram a resposta ao nitrogênio (56, 168 e 280 kg/ha de N) de três populações híbridas de milho: a população híbrida original entre as populações Jarvis x Indian Chief, e as populações híbridas após oito ciclos de seleção intra e oito ciclos de seleção interpopulacional, por meio de famílias de irmãos germanos. As populações híbridas melhoradas produziram mais que a população híbrida original em todos os níveis de nitrogênio. A população híbrida original respondeu à adubação nitrogenada com um maior peso de grãos por espiga, enquanto que as populações melhoradas responderam com um maior número de espigas por plantas. Segundo os autores, em baixo nível de nitrogênio, o componente N_p/N_s contribuiu mais para a variação entre as populações no G_w/N_s do que G_w/N_p . Em níveis mais altos de N, ocorreu o inverso. A seleção recorrente recíproca resultou em melhor média no G_w/N_s que a seleção recorrente intrapopulacional, pois apesar das produções máximas das duas populações híbridas melhoradas terem sido similares, a oriunda de seleção recorrente recíproca alcançou em um menor suprimento de nitrogênio.

Moll, Kamprath e Jackson (1987), avaliaram em dois níveis de nitrogênio (156 e 224 kg/ha), progênies do cruzamento de plantas $S_0 \times S_0$ de duas populações e os híbridos $S_1 \times S_1$ selecionados com base na produção de progênies $S_0 \times S_0$ e prolificidade das linhas parentais S_1 . Na média dos níveis de N não houve diferença entre os híbridos $S_0 \times S_0$ e os híbridos $S_1 \times S_1$ para produtividade de grãos. Contudo, significativo aumento devido à seleção foi encontrado em alto

nível de nitrogênio para espigas por plantas e nitrogênio total da planta. Em seguida, catorze híbridos $S_2 \times S_2$ foram selecionados a partir dos híbridos $S_1 \times S_1$, e foram avançados às gerações $S_3 \times S_3$, $S_4 \times S_4$, $S_5 \times S_5$, $S_6 \times S_6$. Na média das gerações avançadas, avaliadas em alto e baixo suprimento de N, 6 dos 14 híbridos foram superiores estatisticamente a um híbrido padrão (de produção semelhante à população híbrida original), e 7 dos 14 superaram o mesmo híbrido em alto nível de nitrogênio, mas não houve diferença entre os materiais em baixo nível de nitrogênio. Constataram, então, que o incremento na produção foi devido à resposta a alto nível de nitrogênio.

Seleção intra e interpoblacional com famílias de irmãos germanos nas populações Indian Chief e Jarvis Golden Pacific foram realizados por Moll, Jackson e Mikkelsen (1994). Ao todo, nove tratamentos foram avaliados: as duas populações originais e o respectivo híbrido interpoblacional entre elas; as mesmas populações, após 14 ciclos de seleção intrapoblacional e o respectivo híbrido entre elas; e também as duas populações, após 14 ciclos de seleção recorrente recíproca e o respectivo híbrido. Esses tratamentos foram avaliados em três níveis de nitrogênio (56, 140 e 224 kg/ha de N). Os híbridos oriundos de populações melhoradas apresentaram maior produtividade de grãos em todos os níveis de N e maior número de espigas/planta nos níveis de 140 e 224 kg/ha de N em relação ao híbrido das populações não melhoradas. As populações originais responderam à seleção intrapoblacional com maior produtividade e mais espigas/planta que a população original quando avaliadas em 140 e 224 kg/ha. Contudo, os resultados da seleção recorrente recíproca não foram concordantes nas duas populações. Na população Jarvis Golden Pacific, houve aumento da produtividade e altura da planta, enquanto que na Indian Chief houve redução. Significante heterose foi encontrada para produtividade em todas as populações híbridas e níveis de nitrogênio.

Mudanças nas características de crescimento da espiga foram constatadas por Lafitte e Edmeades (1995b) em populações previamente selecionadas para tolerância a seca (8 ciclos), ou baixo nível de N (3 ciclos), avaliadas sob condições não estressantes ou condições de baixo N. O ciclo 8 da população selecionada em estresse hídrico proporcionou maior produção e maior número de espigas por planta que o ciclo zero, em baixo nível de N, ou na média dos ambientes, mas não apresentou ganho em produtividade em condições não estressantes. A população obtida após três ciclos de seleção para baixo nitrogênio não apresentou incremento em nenhuma circunstância para produção de grãos e espigas por planta. As populações melhoradas produziram maior número de grãos que a população original, sendo que a selecionada em baixo nitrogênio apresentou incremento no número de grãos por espiga (não significativo em ambientes com baixo nitrogênio) e a selecionada em condições de seca, maior número de espigas por planta. Redução do número de floretes por espiga e da porcentagem de abortos nas populações melhoradas parece ser um importante mecanismo para aumentar e estabilizar a produção de grãos sob condição de estresse.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, no município de Lavras-MG, a uma altitude de 918m, 21°14' de latitude S e 45°00' de longitude W, e na Fazenda Vitorinha, de propriedade da Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão (FAEPE), no município de Ijaci-MG, a 805m de altitude, 21°10' de latitude S e 44°55' de longitude W.

As principais características químicas dos solos onde foram conduzidos os experimentos são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Análises químicas dos solos amostrados à profundidade de 0-20 cm nas áreas experimentais em Lavras e Ijaci. *

	pH	Fósforo mg/dm ³	Potássio mg/dm ³	Magnésio cmolc/dm ³	Cálcio cmolc/dm ³	Al+H cmolc/dm ³	M.O dag/kg
Lavras	6,2	13B	42B	1,5A	3,7M	2,6M	3,12A
Ijaci	5,7	3B	31B	0,85M	2,6M	3,3M	2,40M

* Análise realizada no Instituto de Química "John H. Weelock" do Departamento de Ciências do Solo da UFLA.

A = alto; B = baixo; M = médio.

3.2 Populações Utilizadas

Compuseram o material experimental um total de 281 famílias endogâmicas de três diferentes populações de milho, BR-105, BR-106 e CMS-39. Foram utilizadas 100 famílias S₃ e 100 famílias S₂ das variedades de polinização

livre BR-105 e BR-106, respectivamente, e 81 famílias S₃ do composto CMS-39. Todas as famílias utilizadas foram obtidas na UFLA a partir dos materiais originais.

A variedade BR-105 é originária da Tailândia, formado, pelo inter cruzamento de 36 germoplasmas, coletados no Caribe, México, Índia e América do Sul, com fontes de resistência ao "míldio pulverulento" (*Peronosclerospora sorghi* Syn = *Scelerospora sorghi*). As famílias superiores, após a recombinação, deram origem a população Suwan DMR (identificação do BR-105). Introduzido no Brasil, já foi submetido a vários ciclos de seleção recorrente intrapopulacional. Tem como características, resistência ao patógeno mencionado e baixa depressão por endogamia. Possui porte baixo, ciclo intermediário e bom nível de resistência às principais doenças foliares. Tem ampla adaptação em todo o Brasil. Seus grãos são duros e de coloração alaranjada, (Pellicano, 1990).

A variedade BR-106 foi obtida pelo inter cruzamento do composto formado pelas variedades tardias de porte alto (Centralmex, Compostos Dentados e Maya), com o BR-108 (Tuxpeño-1) de ciclo intermediário e porte baixo. Tem como principais características, ciclo e porte intermediário, ampla adaptação em todo o Brasil. Seus grãos são dentados e de coloração alaranjada (Pellicano, 1990).

A população CMS-39, sintetizada pelo Cento Nacional de Milho e Sorgo (CNPMS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foi obtida pelo inter cruzamento de 55 materiais, envolvendo híbridos simples, duplos e intervietais, escolhidos em ensaios nacionais de milho (Aguiar, 1986). Após o primeiro inter cruzamento, a população foi recombinada por mais quatro gerações utilizando-se o método irlandês modificado. Aguiar (1986) submeteu essa população ao primeiro ciclo de seleção recorrente, utilizando famílias de meio-

irmãos no ano agrícola 1984/85. O segundo ciclo de seleção foi realizado por Pacheco (1987), no ano agrícola 1985/86.

3.3 Delineamento Experimental e Condução do Experimentos

Para as famílias das populações BR-105 e BR-106, foram utilizados látices simples 10X10 e para as famílias derivadas das população CMS-39, látices simples 9X9. Em cada local, as três populações foram avaliadas em dois experimentos distintos: o primeiro sem o emprego de N em cobertura, e o segundo, com o emprego de 80 kg/ha de N em cobertura. Desse modo foram instalados 6 experimentos em cada local.

A semeadura foi realizada no mês de novembro de 1997 em ambos os locais. As parcelas constituíram-se de uma linha de 3m, sem bordadura, espaçadas de 0,9m, com cinco plantas por metro linear após o desbaste, efetuado 15 dias após a semeadura.

A adubação de semeadura, mecanizada e igual em todos os experimentos, foi colocada no sulco do plantio, na dosagem de 500 kg/ha de formulação 4-14-8 de NPK. Nos experimentos para avaliar resposta à adubação de cobertura (80 kg/ha de N), esta foi realizada no estágio de 4 a 6 folhas, de forma manual com sulfato de amônio. Demais tratos culturais foram os normalmente utilizados na cultura do milho na região.

3.4 Características Avaliadas

Foram tomadas informações de altura de planta, altura de espiga e número de espigas por planta. Contudo, serão comentados apenas os resultados relativos ao peso de espigas despalhadas.

3.5 Análise Estatística dos Dados

Os pesos de espigas despalhadas originais, antes de analisados, foram corrigidos para 13% de umidade dos grãos pela seguinte expressão:

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

em que:

$P_{13\%}$: peso de espigas despalhadas corrigido para 13%;

PC: peso de espigas despalhadas observado;

U: umidade de grãos, que neste trabalho foi estimada para cada repetição pela média das umidades de 10 parcelas escolhidas ao acaso.

Apesar da utilização do delineamento em látice, as análises de variâncias foram realizadas considerando-se o esquema de blocos casualizados, devido a perda de muitas parcelas e tratamentos em todos os experimentos. Apenas as famílias comuns aos experimentos com e sem N em cobertura para cada população foram utilizadas nas análises. Dessa forma, avaliaram-se 59 famílias da população BR-105, 67 famílias da população BR-106, e 37 famílias da população CMS-39.

O modelo estatístico utilizado nas análises individuais foi:

$$Y_{ij} = m + G_i + B_j + e_{(ij)},$$

em que:

Y_{ij} : Valor observado da família i , no bloco j ;

m : Média geral do experimento;

G_i : Efeito aleatório da família i , $i = 1, 2, \dots, g$;

B_j : Efeito aleatório do bloco j , $j = 1, 2, \dots, b$;

e_{ij} : Erro experimental associado à observação Y_{ij} .

O esquema da análise de variância, bem como as esperanças dos quadrados médios estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Esquema da análise de variância para o delineamento em blocos casualizados utilizado nas análises individuais.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos	$(b-1)$	Q_1		
Famílias	$(g-1)$	Q_2	$\sigma_E^2 + b\sigma_G^2$	Q_2/Q_3
Erro	$(b-1)(g-1)$	Q_3	σ_E^2	

Posteriormente realizou-se, para cada população, a análise conjunta das famílias nos dois níveis de nitrogênio em um mesmo local, conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = m + G_i + N_k + B_{j(k)} + (GN)_{ik} + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} : Valor observado na família i , no bloco j e nível de nitrogênio k ;

m : Média geral da análise conjunta;

G_i : Efeito aleatório da família i , $i = 1, 2, \dots, g$;

N_k : Efeito fixo do nível de nitrogênio k , $k = 1, 2, \dots, n$;

$B_{j(k)}$: Efeito do bloco j , dentro do nível de nitrogênio k , $j = 1, 2, \dots, b$;

$(GN)_{ik}$: Efeito aleatório da interação famílias (i) x níveis de nitrogênio (k);

e_{ijk} : Erro experimental associado à observação Y_{ijk} .

O esquema da análise de variância conjunta das famílias nos dois níveis de N em um mesmo local, bem como as esperanças dos quadrados médios encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3. Esquema da análise de variância conjunta das famílias nos dois níveis de N em cada local para delineamento em blocos casualizados.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos/Níveis	$n(b-1)$	Q_4	$\sigma_E^2 + g\sigma_B^2$	
Níveis (N)	$(n-1)$	Q_5	$\sigma_E^2 + g\sigma_B^2 + b(n/n-1)\sigma_{GN}^2 + bgV_N$	$(Q_5+Q_8)/(Q_4+Q_7)$
Famílias (G)	$(g-1)$	Q_6	$\sigma_E^2 + bn\sigma_G^2$	Q_6/Q_8
N x G	$(n-1)(g-1)$	Q_7	$\sigma_E^2 + b(n/n-1)\sigma_{GN}^2$	Q_7/Q_8
Erro	$n(b-1)(g-1)$	Q_8	σ_E^2	

Efetuuou-se ainda a análise conjunta para cada população, incluindo as famílias nos dois níveis de nitrogênio nos dois locais, conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkla} = m + G_i + N_k + L_a + B_{j(ka)} + (GN)_{ik} + (GL)_{ia} + (NL)_{ka} + (GNL)_{ikla} + e_{(ijkla)},$$

em que:

Y_{ijkla} : Efeito observado na família i, no bloco j, nível de nitrogênio k e no local l.

m: Média geral da análise conjunta;

G_i : Efeito aleatório da família i, $i = 1, 2, \dots, g$

N_k : Efeito fixo do nível de nitrogênio (N) k, $k = 1, 2, \dots, n$;

L_a : Efeito fixo do local a, $a = 1, 2, \dots, l$;

$B_{j(ka)}$: Efeito do bloco j , dentro do nível de N (k), dentro de local a , $j = 1, 2, \dots, b$;

$(GN)_{ka}$: Efeito aleatório da interação famílias (i) x níveis de nitrogênio (k);

$(GL)_{ia}$: Efeito aleatório da interação famílias (i) x locais (a);

$(NL)_{ka}$: Efeito fixo da interação níveis de N (k) x locais (a);

$(GNL)_{ika}$: Efeito aleatório da interação famílias (i) x níveis de N (k) x locais (a);

$e_{(ijka)}$: Erro experimental associado à observação $Y_{(ijka)}$.

O esquema da análise de variância conjunta das famílias nos dois níveis de nitrogênio e nos dois locais para cada população, bem como as esperanças dos quadrados médios, estão apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4. Esquema da análise de variância conjunta das famílias nos dois níveis de nitrogênio e nos dois locais para o delineamento em blocos casualizados.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos/(NL)	$(b-1)nl$	Q_9	$\sigma_E^2 + g\sigma_B^2$
Níveis (N)	$(n-1)$	Q_{10}	$\sigma_E^2 + g\sigma_B^2 + (n/n-1)b\sigma_{GN}^2 + b\lg V_N$
Locais (L)	$(l-1)$	Q_{11}	$\sigma_E^2 + g\sigma_B^2 + (l/l-1)bn\sigma_{GL}^2 + bngV_L$
N x L	$(n-1)(l-1)$	Q_{12}	$\sigma_E^2 + g\sigma_B^2 + (l/l-1)(n/n-1)b\sigma_{GNL}^2 + bgV_{LN}$
Famílias (G)	$(g-1)$	Q_{13}	$\sigma_E^2 + b\ln\sigma_G^2$
G x N	$(g-1)(n-1)$	Q_{14}	$\sigma_E^2 + (n/n-1)b\sigma_{GN}^2$
G x L	$(n-1)(l-1)$	Q_{15}	$\sigma_E^2 + (l/l-1)bn\sigma_{GL}^2$
G x N x L	$(g-1)(n-1)(l-1)$	Q_{16}	$\sigma_E^2 + (l/l-1)(n/n-1)b\sigma_{GNL}^2$
Erro	$(g-1)(b-1)nl$	Q_{17}	σ_E^2

Os testes F relativos à Tabela 4 foram calculados como seguem:

Níveis (N)	$(Q_{10}+Q_{17})/(Q_9+Q_{14})$
Locais (L)	$(Q_{11}+Q_{17})/(Q_9+Q_{15})$
N x L	$(Q_{12}+Q_{17})/(Q_9+Q_{16})$
Famílias (G)	Q_{13}/Q_{17}
G x N	Q_{14}/Q_{17}
G x L	Q_{15}/Q_{17}
G x N x L	Q_{16}/Q_{17}

Nos casos em que os valores de F que não foram um quociente simples de dois quadrados médios, os graus de liberdade adequados para o numerador e denominador foram obtidos utilizando-se a expressão apresentada em Vencovsky e Barriga (1992):

$$GL = \frac{(\underline{Q}_x + \underline{Q}_y)^2}{\frac{(\underline{Q}_x)^2}{GL_x} + \frac{(\underline{Q}_y)^2}{GL_y}}$$

em que:

Q_x e Q_y são os quadrados médios das fontes de variação que compõem o numerador ou denominador, e GL_x e GL_y são os respectivos graus de liberdade.

3.6 Estimativas dos Componentes de Variância e Parâmetros Genéticos e Fenotípicos

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas a partir das esperanças matemáticas apresentadas nas Tabelas 2, 3 e 4 de acordo com

Vencovsky e Barriga (1992). Foram estimadas as variâncias genéticas entre famílias (σ^2_G), herdabilidades no sentido amplo (h^2), variâncias das interações famílias x níveis de N (σ^2_{GN}) e famílias x locais (σ^2_{GL}), variância da interação tripla famílias x níveis de N x locais (σ^2_{GNL}) e coeficientes de variação genético (CVg). Os índices b foram calculados a partir das estimativas dos CVg's e CVe's (coeficiente de variação experimental), (Tabela 5).

TABELA 5. Expressões utilizadas nas estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos e fenotípicos, a partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância.

Parâmetros	Análises Individuais (Tabela 2)	Análises conj./local (Tabela 3)	Análise conj. total (Tabela 4)
σ^2_G	$(Q_2-Q_3)/b$	$(Q_6-Q_8)/b.n$	$(Q_{13}-Q_{17})/b.n.l$
σ^2_{GN}	-	$(Q_7-Q_8)/[b(n/n-1)]$	$(Q_{14}-Q_{17})/[bl(n/n-1)]$
σ^2_{GL}	-	-	$(Q_{15}-Q_{17})/[bn(l/l-1)]$
σ^2_{GNL}	-	-	$(Q_{16}-Q_{17})/[b(n/n-1)(l/l-1)]$
h^2	$(Q_2-Q_3)/Q_3$	$(Q_6-Q_8)/Q_6$	$(Q_{13}-Q_{17})/Q_{13}$
CVg	$\sqrt{\sigma^2_G}/\bar{X}$	$\sqrt{\sigma^2_G}/\bar{X}$	$\sqrt{\sigma^2_G}/\bar{X}$
CVe	$\sqrt{Q_3}/\bar{X}$	$\sqrt{Q_8}/\bar{X}$	$\sqrt{Q_{17}}/\bar{X}$

Em que $\bar{X}$ é a média do experimento em questão.

As correlações genéticas entre o desempenho médio das famílias de cada população nos diferentes ambientes, combinação local x nível de nitrogênio, foram estimadas pela seguinte expressão:

$$r_{i,j} = \frac{C\hat{o}v_{ij}}{\sqrt{\sigma_{Gi}^2 \times \sigma_{Gj}^2}},$$

em que:

$r_{i,j}$: correlação genética entre o desempenho médio das famílias nos ambientes i e j ;

$C\hat{o}v_{ij}$: covariância genética entre o desempenho médio das famílias nos ambientes

i e j ;

σ_{Gi}^2 e σ_{Gj}^2 : variâncias genéticas entre famílias no ambientes i e j respectivamente.

Os ganhos esperados com a seleção, considerando-se as médias das famílias em cada ambiente para as três populações, foram calculados de acordo com a seguinte expressão:

$$GS = \lambda \times \frac{\sigma_{Gi}^2}{\sigma_{Fi}}$$

em que:

λ é o diferencial de seleção padronizado;

σ_{Fi} é o desvio padrão fenotípico do ambiente i .

A resposta correlacionada entre a seleção baseada no desempenho médio das famílias no ambiente i e repostas no ambiente j pode ser expressa por:

$$GS = \lambda \times \frac{C\hat{o}v_{ij}}{\sigma_{Fi}}$$

em que todos os termos já foram definidos anteriormente.

4 RESULTADOS

Serão apresentados apenas os resultados do caráter peso de espigas despalhadas (kg/ha) considerando-se cada população individualmente. Como já comentado, houve perda de parcelas e tratamentos em todos os experimentos. Por essa razão, procederam-se as análises envolvendo apenas as famílias comuns a todos os experimentos de cada população.

4.1 População BR-105

Os resumos das análises individuais de variância, isto é, por local e por nível de N, são apresentados na Tabela 1A. Constatou-se que a precisão experimental, avaliada pelo coeficiente de variação (CVe) foi baixa. Esse parâmetro foi superior a 19% em todos os casos. Mesmo assim, em todos os experimentos detectaram-se diferenças significativas entre as famílias ($P \leq 0,01$).

Por sua vez, nas análises conjuntas dos níveis de N em cada local (Tabela 2A), além de diferenças significativas entre as famílias ($P \leq 0,01$), detectaram-se diferenças significativas entre os níveis de N ($P \leq 0,05$). Entretanto, não se constatou significância para a interação famílias x níveis de N em nenhum dos locais.

De acordo com a análise conjunta das famílias, incluindo os dois locais e os dois níveis de N (Tabela 6), houve efeito significativo para as fontes de variação famílias, níveis de N e locais ($P \leq 0,01$). No que se refere às interações, apenas famílias x locais foi significativa ($P \leq 0,05$). Depreende-se então que ocorre variabilidade entre as famílias, as quais apresentam comportamento consistente com relação à resposta ao nitrogênio, mas não à mudança do local de plantio.

TABELA 6. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter peso de espigas despalhadas, obtido na avaliação de famílias S₃ da população BR-105, incluindo os dois locais e dois níveis de nitrogênio.

Fontes de Variação	GL	QM
Blocos/Níveis/Locais	4	2492957,7
Níveis de N (N)	1	58533140,9**
Locais (L)	1	94017193,3**
N x L	1	9598118,0
Famílias (G)	58	17924918,7**
G x N	58	1856710,9
G x L	58	2255084,2*
G x N x L	58	1738411,9
Erro	232	1489242,0
Média		5262,0
CVe (%)		23,2

*, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente.

Constatou-se, na média das famílias e dos locais, que a adubação nitrogenada em cobertura contribuiu para um incremento de 14,3% na produtividade de espigas despalhadas. Quando se compara a produtividade média dos locais, verifica-se que, em Lavras, esta foi superior a de Ijaci em 18,5%. A produtividade variou de 4321 kg/ha em Ijaci na ausência de nitrogênio em cobertura a 5918 kg/ha, obtida em Lavras na presença de nitrogênio em cobertura (Tabela 7).

TABELA 7. Produtividade média do peso de espigas despalhadas (kg/ha) dos experimentos conduzidos com a população BR-105, na presença e ausência de N em cobertura nos municípios de Lavras e Ijaci.

Locais	Nitrogênio em Cobertura		Médias
	Com	Sem	
Lavras	5918	5499	5708
Ijaci	5311	4321	4816
Médias	5614	4910	5262

Na Tabela 8, estão apresentadas as produtividades das 15 melhores famílias da população BR-105 na média de todos os ambientes e as respectivas classificações e produtividades em presença (N+) e ausência (N-) de nitrogênio em cobertura. Apenas quatro das famílias mais produtivas na média geral (40, 56, 59 e 29) não estavam entre as 15 mais produtivas em N+. Na ausência de nitrogênio, esse número foi ainda menor, sendo de apenas três (22, 13 e 4). Observa-se também que a reposta à adubação nitrogenada variou de -9% para a família 14, ou seja, houve redução na produtividade com a adubação em cobertura, a 67% para a família 22, sendo que a média das repostas das 15 famílias foi igual a 16,9%. Outro fato que merece destaque é que, considerando-se a produtividade média das 15 famílias em N+ e N-, a magnitude da resposta à adubação nitrogenada em cobertura foi similar à reposta na média de todas as famílias e dos locais, sendo de 14,0%.

TABELA 8. Produtividade das 15 famílias de melhor desempenho na média geral dos ambientes para a população BR-105, sua classificação e produtividade na média nos ambientes N+ e N-.

Famílias	Produtividade média (kg/ha)	Classificação		Produtividade (kg/ha)		
		(N+)	(N-)	(N+)	(N-)	(N+)/(N-)
14	8471	5	1	8093	8849	0,91
28	8287	3	3	8177	8397	0,97
42	8267	4	2	8100	8433	0,96
10	7907	1	8	9306	6508	1,43
49	7165	9	4	7313	7018	1,04
51	6892	8	10	7595	6187	1,23
40	6877	17	5	6918	6837	1,01
17	6831	7	12	7606	6056	1,26
34	6695	11	11	7286	6103	1,19
22	6659	2	27	8323	4995	1,67
13	6584	6	24	7802	5366	1,45
56	6580	18	9	6662	6499	1,03
4	6578	10	16	7299	5857	1,25
59	6551	19	6	6531	6571	0,99
29	6479	16	13	6921	6037	1,15

A variabilidade entre as famílias pode ser observada nas distribuições de frequências apresentadas nas Figuras 1 e 2. As amplitudes em relação à média de cada experimento foram: 132% para o experimento que recebeu N em cobertura em Lavras; 129% para o experimento em Lavras na ausência de N em cobertura; 159% em Ijaci na presença de N em cobertura; 164% em Ijaci sem cobertura de N. Na média de todos os ambientes a amplitude de variação correspondeu a 113% da média geral, confirmando assim a grande variabilidade entre as famílias.

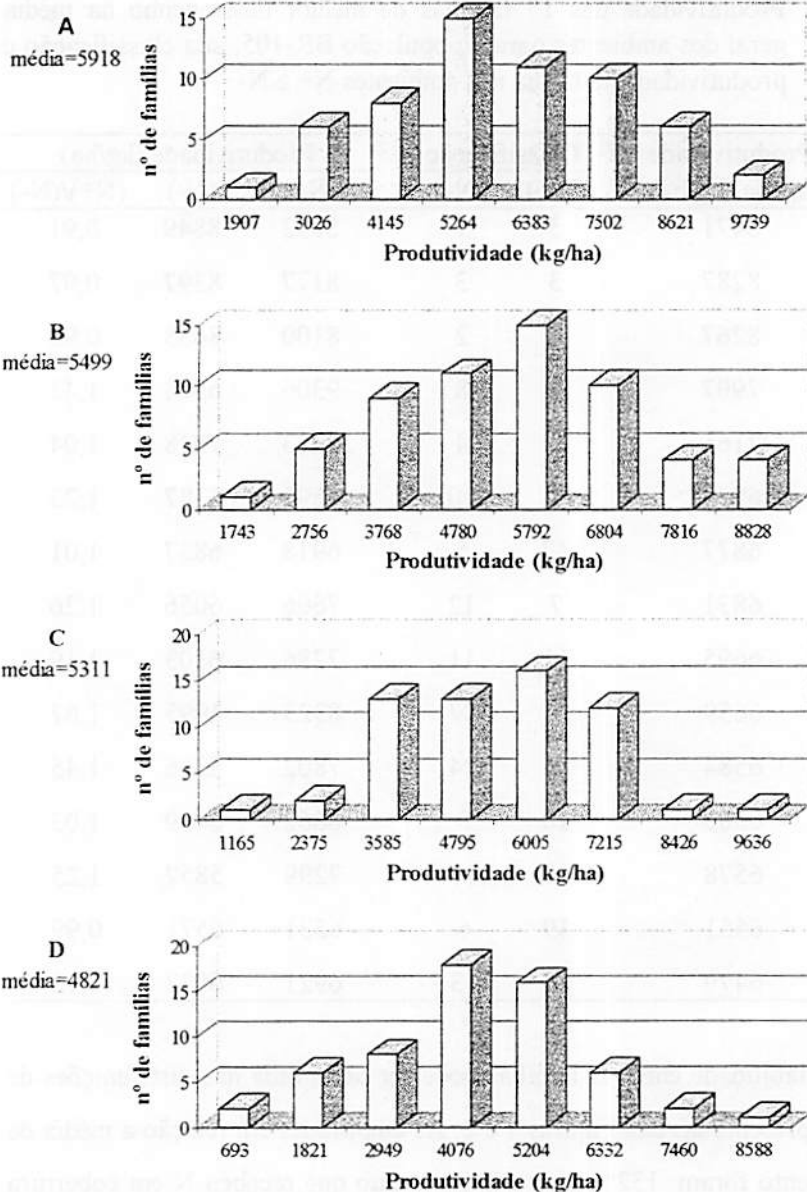


FIGURA 1. Distribuições de freqüências para peso de espigas despalhadas (kg/ha), referentes à população BR-105, obtidas nos experimentos com N em Lavras (A), sem N em Lavras (B), com N em Ijaci (C) e sem N em Ijaci (D).

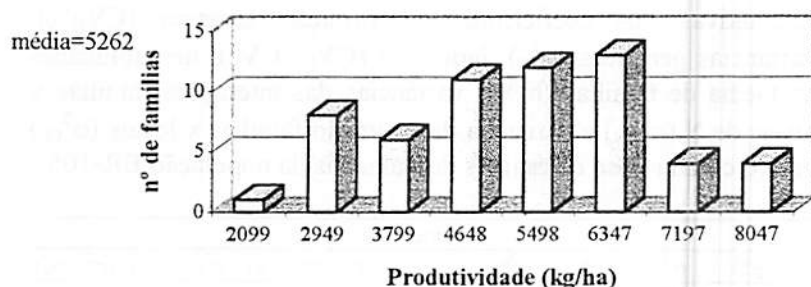


FIGURA 2. Distribuição de freqüências para peso de espigas despalhadas (kg/ha) referente à variedade BR-105 obtida a partir das médias das famílias em todos os ambientes.

As estimativas dos parâmetros genéticos apresentadas na Tabela 9 corroboram a existência de variabilidade entre famílias S_3 da população BR-105. A avaliação da variabilidade liberada entre famílias pela estimativa da variância genética é difícil devido a magnitude dos dados. Contudo, por meio das estimativas do CV_g pode-se inferir que a liberação da variabilidade em relação à média nos diferentes ambientes foi aproximadamente constante, uma vez que este variou de 26,1% em Lavras na ausência de N em cobertura a 31,5% em Ijaci, também sem nitrogênio em cobertura. Essa observação é reforçada pelas estimativas das herdabilidades (h^2) que também foram muito semelhantes. Como esperado, maiores estimativas de h^2 estão associadas a um maior valor de b . As menores estimativas para h^2 e b foram em Lavras na ausência de N em cobertura e as maiores em Ijaci na presença de N em cobertura. Observa-se, ainda, que as proporções das estimativas das variâncias das interações famílias x níveis de N (σ^2_{GN}) e famílias x locais (σ^2_{GL}), em relação à estimativa da variância genética entre famílias (σ^2_G) foram baixas, menores que 6,0%. A estimativa da variância da interação tripla ($\sigma^2_{GNL} = 31146$) correspondeu apenas a 1,5% da variância genética.

TABELA 9. Estimativas dos coeficientes de variação genético (CVg%), variâncias genéticas (σ^2_G), índices b (CVg/ CVe), herdabilidades na média de famílias ($h^2\%$), variâncias das interações famílias x níveis de N (σ^2_{GN}) e variância da interação famílias x locais (σ^2_{GL}) para o caráter peso de espigas despalhadas da população BR-105.

Análises	Parâmetros							
	CVg%	σ^2_G	b	$h^2\%$	σ^2_{GN}	$\sigma^2_{GN}/\sigma^2_G(\%)$	σ^2_{GL}	$\sigma^2_{GL}/\sigma^2_G(\%)$
Com N/Lavras	28,2	2775401	1,28	77	-	-	-	-
Sem N/Lavras	26,1	2055504	1,08	70	-	-	-	-
Com N/Ijaci	28,1	2229774	1,43	80	-	-	-	-
Sem N/Ijaci	31,5	1848397	1,14	72	-	-	-	-
Conjunta Lavras	26,5	2288109	1,15	84	127345	5,6	-	-
Conjunta Ijaci	29,5	2012270	1,26	87	26815	1,3	-	-
Todos ambientes	27,2	2054460	1,17	92	45934	2,2	95730	4,7

Os coeficientes das correlações genéticas entre o desempenho médio das famílias nos diferentes ambientes (combinação local x nível de N) são apresentados na Tabela 10. As altas estimativas encontradas ratificam as baixas magnitudes encontradas para as variâncias das interações em relação à variância genética entre famílias. Todas as correlações foram superiores a 0,80, sendo a menor entre os experimentos conduzidos na presença de N em Lavras e ausência em Ijaci, e a maior entre os experimentos conduzidos em Ijaci .

TABELA 10. Correlações entre médias do peso de espigas despalhadas da população BR-105 obtidas nos experimentos conduzidos em Lavras e Ijaci na ausência e presença de nitrogênio.

	Sem N/Lavras	Com N/Ijaci	Sem N/Ijaci
Com N/Lavras	0,90	0,87	0,80
Sem N/Lavras		0,97	0,92
Com N/Ijaci			0,98

Outro aspecto que merece destaque é a considerável coincidência existente entre os ambientes, considerando-se tanto as famílias com piores desempenhos como as famílias com melhores desempenhos. Na Tabela 11 são mostradas as porcentagens de famílias comuns aos ambientes, comparando-os dois a dois, considerando-se em cada um as respectivas 15 famílias com desempenhos superiores e inferiores. Tomando-se dois ambientes quaisquer observa-se uma tendência a haver maior coincidência entre as famílias que tiveram piores desempenhos.

TABELA 11. Porcentagem de coincidência entre os ambientes dois a dois para a população BR-105 considerando-se em cada um as respectivas 15 famílias com desempenhos superiores e inferiores.

	Sem N/Lavras		Com N/Ijaci		Sem N/Ijaci	
	Inferiores	Superiores	Inferiores	Superiores	Inferiores	Superiores
Com N/Lavras	60,0	60,0	60,0	53,3	66,6	40,0
Sem N/Lavras	-	-	73,3	60,0	66,6	40,0
Com N/Ijaci	-	-	-	-	73,3	46,6

Os ganhos esperados com a seleção, considerando-se as médias das famílias para a população BR-105, são apresentados na Tabela 12. De um modo geral, as estimativas com seleção direta e seleção indireta foram semelhantes entre si nos quatro ambientes. Em Lavras e Ijaci, de acordo com os valores percentuais, verifica-se que seleção visando a ambientes com adubação nitrogenada em cobertura seria mais eficiente com seleção direta nos respectivos ambientes. Já a seleção para ambientes sem N em cobertura, tanto em Lavras como em Ijaci, a seleção indireta em Ijaci no ambiente que recebeu adubação em cobertura resultaria em maiores ganhos percentuais que a seleção direta nesses ambientes.

TABELA 12. Ganhos esperados em porcentagem em relação à média populacional com a seleção direta e indireta, nos quatro ambientes, para a população BR-105, considerando uma intensidade de seleção de 20%.

Ambientes de Seleção	Resposta à Seleção			
	Lavras		Ijaci	
	Com N	Sem N	Com N	Sem N
Seleção direta	34,5	30,5	35,3	37,5
Lavras c/ N	-	28,9	29,8	30,9
Lavras s/ N	29,8	-	31,9	33,9
Ijaci c/ N	30,6	31,6	-	38,6
Ijaci s/ N	26,9	28,5	32,8	

4.2 População BR-106

Considerações similares às realizadas para a população BR-105, podem ser feitas para a população BR-106. Os resumos das análises individuais de variância para esta cultivar são apresentados na Tabela 3A. Da mesma forma que para a população BR-105 os CVe's foram elevados, sendo o menor 23,0%, obtido em Lavras na presença de N. Em todos os experimentos detectaram-se diferenças significativas entre as famílias ($P \leq 0,01$).

Considerando-se as análises conjuntas para níveis de N em cada local, houve significância para a fonte de variação famílias em Lavras e Ijaci ($P \leq 0,01$), mas só houve resposta à adubação nitrogenada em Ijaci ($P \leq 0,01$). Em nenhuma das duas análises realizadas foi detectado efeito significativo para a interação famílias x níveis de N (Tabela 4A).

De acordo com a análise conjunta das famílias, incluindo os dois níveis e os dois locais (Tabela 13), houve efeito significativo para as fontes de variação principais (níveis de N, locais e famílias) e interações níveis de N x locais e

famílias x locais ($P \leq 0,01$). Portanto, infere-se que existe variabilidade entre famílias, as quais respondem de maneira consistente à adubação nitrogenada, mas não à mudança do local de plantio, embora a probabilidade para a interação famílias x níveis de N tenha sido $P \leq 0,07$.

TABELA 13. Resumo da análise de variância conjunta das famílias para o caráter peso de espigas despalhadas obtido na avaliação de famílias S_2 da população de milho BR-106, incluindo os dois locais e os dois níveis de nitrogênio.

Fontes de Variação	GL	QM
Blocos/Níveis/Locais	4	189199,7
Níveis de N (N)	1	48111387,1**
Locais (L)	1	77071695,7**
N X L	1	28153700,8**
Famílias (G)	66	10640639,5**
G X N	66	1474192,6
G X L	66	1962450,9**
G X N X L	66	1346605,0
Erro	264	1120340,1
Média		4234,0
CVe (%)		25,0

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Comparando a produtividade na média das famílias e dos locais, constata-se que a adubação nitrogenada em cobertura contribuiu para um aumento de 15,2% na produtividade de espigas despalhadas. Com relação aos locais, a produtividade em Lavras superou a de Ijaci em 19,6%. A produtividade variou de

3327 kg/ha, obtida em Ijaci na ausência de N, a 4684 kg/ha, obtida em Lavras na presença de N em cobertura, (Tabela 14).

TABELA 14. Produtividade média do peso de espigas despalhadas (kg/ha) dos experimentos conduzidos com a população BR-106 na presença e ausência de N em cobertura nos municípios de Lavras e Ijaci.

Locais	Nitrogênio em Cobertura		Médias
	Com	Sem	
Lavras	4684	4543	4613
Ijaci	4384	3327	3855
Médias	4534	3935	4234

Na Tabela 15 são apresentadas as produtividades das 15 famílias com melhor desempenho na média de todos os ambientes e suas respectivas classificações e produtividades em presença (N+) e ausência (N-) de nitrogênio em cobertura. Considerando-se a presença de N em cobertura, apenas duas famílias (53 e 56) das 15 mais produtivas na média geral, não estiveram entre as 15 mais produtivas nesse ambiente. Já em N-, apenas quatro famílias (67, 14, 47 e 56) não estiveram entre as 15 mais produtivas. Observa-se também que a resposta à adubação nitrogenada em cobertura variou de -6% para a família 31, ou seja, houve redução na produtividade com a adubação em cobertura, a 49% para a família 67, sendo que a média das respostas das 15 famílias foi igual a 17,6%. Outro fato que merece destaque é que, considerando-se a produtividade média em N+ e N- das 15 famílias mais produtivas na média de todos os ambientes, a magnitude da resposta a adubação nitrogenada em cobertura foi similar à resposta na média de todas as famílias e dos locais, sendo de 15,8%.

TABELA 15. Produtividade das 15 famílias de melhor desempenho na média geral dos ambientes para a população BR-106, sua classificação e produtividade na média nos ambientes N+ e N-.

Famílias	Produtividade média (kg/ha)	Classificação		Produtividade (kg/ha)		
		(N+)	(N-)	(N+)	(N-)	(N+)/(N-)
32	7796	1	1	7959	7633	1,04
31	6785	4	2	6572	6999	0,94
66	6052	3	5	6678	5426	1,23
65	5943	9	3	6124	5762	1,06
38	5868	8	6	6317	5418	1,17
25	5643	11	4	5730	5555	1,03
67	5642	2	23	6743	4540	1,49
15	5584	7	13	6328	4840	1,31
63	5571	6	15	6372	4770	1,34
14	5560	5	17	6405	4715	1,36
45	5470	12	8	5602	5337	1,05
53	5318	16	10	5494	5142	1,07
8	5241	13	12	5548	4934	1,12
47	5131	10	25	5865	4396	1,33
56	4981	21	16	5208	4753	1,10

A variabilidade existente entre as famílias pode ser observada nas distribuições de freqüências apresentadas nas Figuras 3 e 4. As amplitudes em relação à média de cada experimento foram: 138% para o experimento que recebeu N em cobertura em Lavras; 162% para o experimento em Lavras que não recebeu N em cobertura; 183% em Ijaci com N em cobertura e 148% em Ijaci sem N em cobertura. Na média de todos os ambientes, a amplitude de variação correspondeu a 142%.

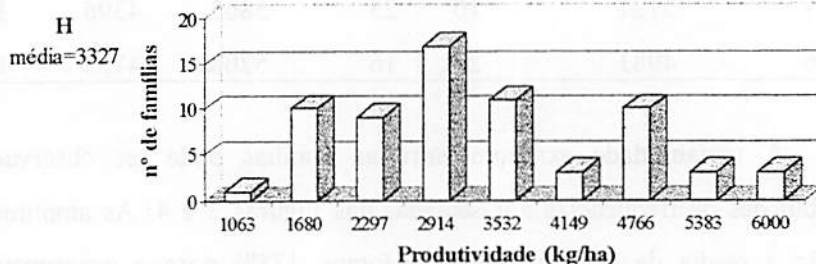
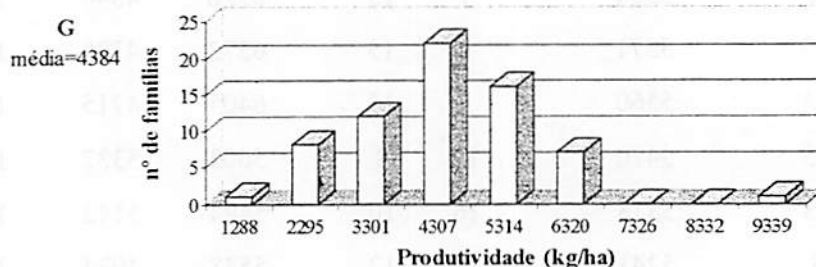
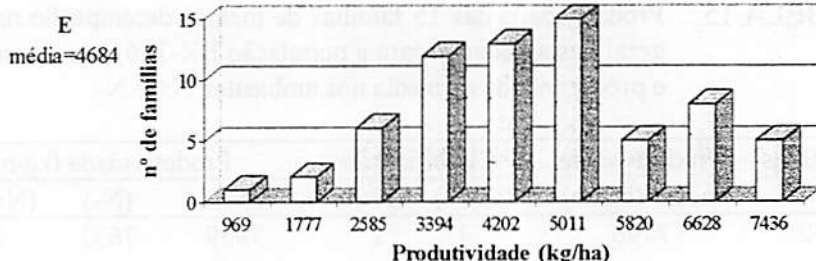


FIGURA 3. Distribuições de freqüências para peso de espigas despalhadas (kg/ha) referentes à cultivar BR-106 obtidas nos experimentos com N em Lavras (E), sem N em Lavras (F), com N em Ijaci (G) e sem N em Ijaci (H).

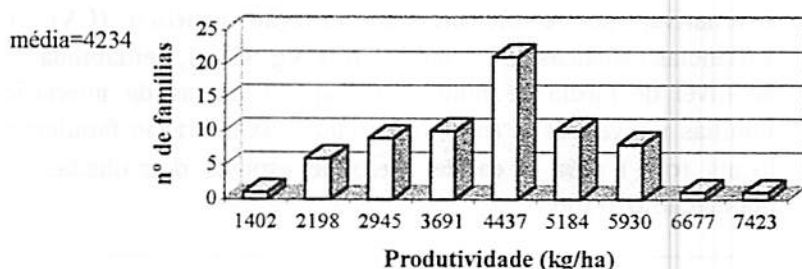


FIGURA 4. Distribuição de freqüências para peso de espigas despalhadas (kg/ha) referente à variedade BR-106 obtida a partir das médias das famílias em todos os ambientes.

As estimativas dos parâmetros genéticos para a população BR-106 apresentadas na Tabela 16, ratificam a existência de variabilidade entre as famílias S_2 . Como já comentado, a magnitude da estimativa da variância genética entre famílias dificulta a avaliação da variabilidade existente. De acordo com as estimativas do CVg, pode-se inferir que a liberação da variabilidade em relação à média foi, aproximadamente, a mesma nos diversos ambientes. A menor estimativa, 24,6% foi obtida na presença de N, e a maior, 30,5% na ausência de N, ambas em Ijaci. Observa-se, mais uma vez, semelhança entre as estimativas da herdabilidade nos diversos ambientes, variando de 66% em Ijaci na presença de N em cobertura, a 73% nos experimentos conduzidos em Lavras. Como esperado, maiores estimativas de herdabilidade estavam associadas a maiores estimativas do índice b , que variou de 0,98 a 1,17 nas análises individuais.

As estimativas das variâncias das interações famílias x níveis de N e famílias x locais, em relação à variância genética entre famílias, foram baixas, menores que 9,0%. A estimativa da variância da interação tripla ($\sigma^2_{GNL}=28283$) correspondeu apenas a 2,4% da variância genética.

TABELA 16. Estimativas dos coeficientes de variação genético (CVg%), variâncias genéticas (σ^2_G), índices b (CVg/ CVe), herdabilidades ao nível de média de famílias ($h^2\%$), variâncias da interação famílias x níveis de N (σ^2_{GN}) e variância da interação famílias x locais (σ^2_{GL}) para o caráter peso de espigas despalhadas da população BR-106.

Análises	Parâmetros							
	CVg%	σ^2_G	b	$h^2\%$	σ^2_{GN}	$\sigma^2_{GN}/\sigma^2_G(\%)$	σ^2_{GL}	$\sigma^2_{GL}/\sigma^2_G(\%)$
Com N/Lavras	26,5	1539689	1,15	73	-	-	-	-
Sem N/Lavras	29,0	1734376	1,17	73	-	-	-	-
Com N/Ijaci	24,6	1116872	0,98	66	-	-	-	-
Sem N/Ijaci	30,5	1030321	1,12	71	-	-	-	-
Conjunta Lavras	27,0	1549314	1,13	84	87721	5,7	-	-
Conjunta Ijaci	26,5	1041288	1,01	80	57309	5,5	-	-
Todos ambientes	25,8	1190037	1,03	89	44232	3,7	105263	8,8

A baixa magnitude das interações é ratificada pelas estimativas das correlações genéticas entre o desempenho médio das famílias nos ambientes dois a dois, que foram sempre altas. Por exemplo, a maior estimativa ocorreu entre os experimentos que receberam adubação nitrogenada em cobertura em Lavras e Ijaci, 0,94. A menor, por sua vez, ocorreu entre o experimento que recebeu N em cobertura em Lavras e o que não a recebeu em Ijaci, 0,65 (Tabela 17).

TABELA 17. Correlações entre médias do peso de espigas despalhadas da população BR-106, obtidas nos experimentos conduzidos em Lavras e Ijaci, na ausência e presença de nitrogênio.

	Sem N/Lavras	Com N/Ijaci	Sem N/Ijaci
Com N/Lavras	0,89	0,94	0,65
Sem N/Lavras		0,92	0,71
Com N/Ijaci			0,90

Merece destaque a considerável coincidência existente entre os ambientes, considerando-se tanto as famílias com piores desempenhos como as famílias com melhores desempenhos. Esse fato, da mesma forma que a população anterior, concorda com a baixa magnitude das interações em relação à variância genética. Na Tabela 18, é apresentada a porcentagem de famílias comuns aos ambientes comparados dois a dois, considerando-se em cada um as respectivas 15 famílias com desempenhos superiores e inferiores. As estimativas de coincidência variaram de 33 a 80%.

TABELA 18. Porcentagem de coincidência entre ambientes dois a dois para a população BR-106, considerando-se em cada um as respectivas 15 famílias com desempenhos superiores e inferiores.

	Sem N/Lavras		Com N/Ijaci		Sem N/Ijaci	
	Inferiores	Superiores	Inferiores	Superiores	Inferiores	Superiores
Com N/Lavras	53,3	80,0	60,0	60,0	53,3	46,6
Sem N/Lavras	-	-	53,3	66,6	40,0	33,3
Com N/Ijaci	-	-	-	-	53,3	46,6

Os ganhos esperados com a seleção, considerando-se as médias das famílias para a população BR-106, são apresentados na Tabela 19. Similarmente à população anterior, de modo geral, estimativas com seleção direta e indireta foram semelhantes entre si nos quatro ambientes, principalmente, com relação às estimativas dos ganhos para o ambiente com N em cobertura no município de Ijaci (Tabela 19). Considerando-se os valores absolutos das estimativas em todos os ambientes, a seleção direta proporcionaria maiores ganhos do que a seleção indireta em qualquer outro ambiente.

TABELA 19. Ganhos esperados em porcentagem em relação à média populacional com a seleção direta e indireta nos quatro ambientes para a população BR-106, considerando uma intensidade de seleção de 20%.

Ambientes de Seleção	Resposta à Seleção			
	Lavras		Ijaci	
	Com N	Sem N	Com N	Sem N
Seleção direta	31,6	34,7	27,9	36,1
Lavras c/ N	-	30,9	27,6	23,8
Lavras s/ N	28,4	-	27,3	25,8
Ijaci c/ N	28,2	30,3	-	31,0
Ijaci s/ N	20,5	24,2	26,2	-

4.3 População CMS-39

Os resumos das análises individuais de variância para a população de milho CMS-39 encontram-se na Tabela 5A. A precisão experimental, tendo como indicador o CVe, à semelhança das outras duas populações foi baixa. Todos os coeficientes de variação foram superiores a 21,0%. O mais baixo foi obtido em Lavras na presença de N em cobertura, 21,4%. O mais alto, em Ijaci, na ausência de N em cobertura, 32,1%. Contudo, em todos os experimentos, constatou-se significância da fonte de variação famílias ($P \leq 0,01$).

Nas análises conjuntas por local, as famílias da população CMS-39 diferiram, significativamente, em ambos os locais ($P \leq 0,01$), mas somente houve resposta em a adubação nitrogenada em Ijaci ($P \leq 0,01$). Não se detectou efeito significativo para a interação famílias x níveis de N em Ijaci. Em Lavras, embora o valor absoluto da probabilidade tenha sido superior a 5%, esteve muito próximo de ser significativo ($P \leq 0,055$), (Tabela 6A).

De acordo com a análise conjunta das famílias, considerando-se os dois níveis de N e os dois locais, somente houve efeito significativo para as fontes principais de variação, sendo famílias e locais com $P \leq 0,01$ e níveis de N a $P \leq 0,05$, (Tabela 20). Assim, as famílias apresentam diferentes potenciais produtivos, respondendo de maneira consistente à adubação nitrogenada e à mudança do local. A interação tripla só atingiu significância ao nível de probabilidade $P \leq 0,08$.

TABELA 20. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter peso de espigas despalhadas, obtido na avaliação de famílias S_3 da população CMS-39, incluindo os dois locais e dois níveis de nitrogênio.

Fonte de Variação	GL	QM
Blocos/Níveis/Locais	4	6636438,3
Níveis de N (N)	1	101712878,1*
Locais (L)	1	113648407,0**
N x L	1	1786881,8
Famílias (G)	36	57789076,7**
G x N	36	3304797,8
G x L	36	2686830,4
G x N x L	36	4490191,4
Erro	144	3169559,2
Média		6619,0
CVe (%)		26,9

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente.

Quando se compara a produtividade na média das famílias e dos locais, verifica-se que a adubação nitrogenada em cobertura contribuiu para um aumento

de 19,4% na produtividade média de espigas despalhadas. Com relação aos locais, a produtividade em Lavras superou a de Ijaci em 20,6%. A produtividade média nos ambientes variou de 5491 kg/ha em Ijaci na ausência de N em cobertura, a 7903 kg/ha em Lavras na presença de N em cobertura, (Tabela 21).

TABELA 21. Produtividade média do peso de espigas despalhadas (kg/ha) dos experimentos conduzidos com a população CMS-39 na presença e ausência de N em cobertura nos municípios de Lavras e Ijaci.

Locais	Nitrogênio em Cobertura		Médias
	Com	Sem	
Lavras	7903	6575	7239
Ijaci	6508	5491	5999
Médias	7205	6033	6619

Na Tabela 22, estão apresentadas as produtividades das 10 famílias da população CMS-39 que tiveram melhor desempenho na média de todos os ambientes, bem como as respectivas classificações e produtividades em presença (N+) e ausência (N-) de nitrogênio em cobertura. As 10 famílias mais produtivas na média de todos os ambientes coincidiram com as 10 mais produtivas na média dos ambientes que receberam N em cobertura (N+) e com oito das 10 mais produtivas na média dos ambientes que não receberam N em cobertura. As duas únicas exceções foram as famílias 6 e 10. Percebe-se ainda que, de modo geral, a resposta à adubação nitrogenada em cobertura foi baixa. Considerando-se as 10 famílias mais produtivas, em seis delas o incremento em produtividade de N- para N+ para foi inferior a 10%. A média das respostas das 10 famílias foi igual a 18,7%. Outro fato que merece destaque é que, considerando-se a produtividade média das 10 famílias em N+ e N-, a magnitude da resposta à adubação

nitrogenada em cobertura foi similar à resposta na média de todas as famílias e dos locais, sendo de 15,9%.

TABELA 22. Produtividade das 10 famílias de melhor desempenho na média geral dos ambientes para a população CMS-39, sua classificação e produtividade na média dos ambientes N+ e N-.

Famílias	Produtividade média (kg/ha)	Classificação		Produtividade (kg/ha)		
		(N+)	(N-)	(N+)	(N-)	(N+)/(N-)
32	13249	1	1	13653	12844	1,06
7	12702	2	2	13149	12254	1,07
28	10829	5	3	11310	10348	1,09
27	10443	3	8	12429	8456	1,45
25	10240	7	4	10186	10293	0,99
24	10128	4	7	11445	8811	1,30
9	9857	8	5	9835	9879	1,00
17	9685	9	6	9713	9656	1,01
6	8809	6	11	10832	6786	1,60
10	7633	10	13	8661	6604	1,31

Nas Figuras 5 e 6 são apresentadas, respectivamente, as distribuições de frequência para cada experimento e para a análise conjunta total. Constata-se mais uma vez grande variabilidade entre as famílias. As amplitudes em torno da média para cada experimento foram: 134% em Lavras na presença de N em cobertura; 189% em Lavras na ausência de N em cobertura; 196% em Ijaci com N em cobertura e 193% em Ijaci sem N em cobertura. Para a análise conjunta das famílias, incluindo os dois níveis de N e os dois locais, a estimativa dessa amplitude em torno da média foi de 157%.

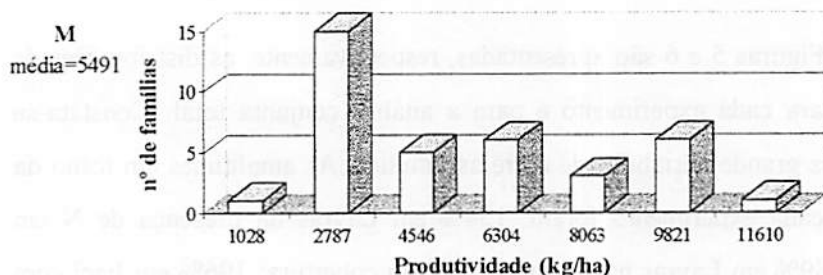
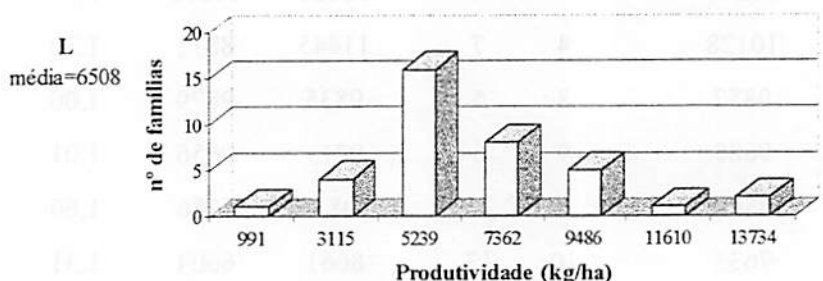
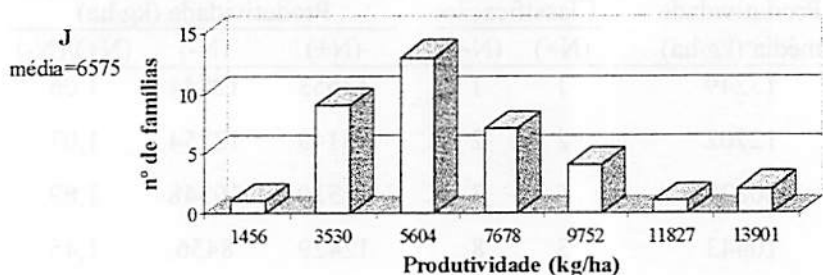
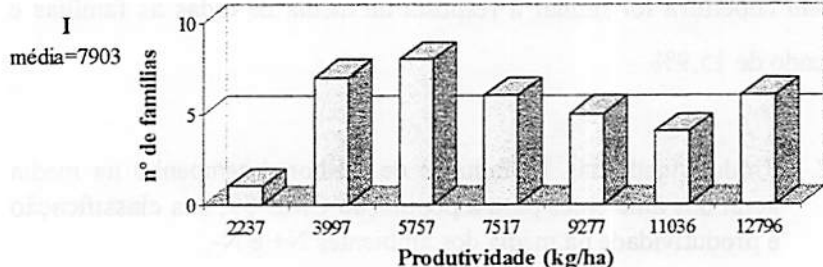


FIGURA 5. Distribuições de freqüências para peso de espigas despalhadas (kg/ha) referentes à população CMS-39, nos experimentos com N em Lavras (I), sem N em Lavras (J), com N em Ijaci (L), sem N em Ijaci (M).

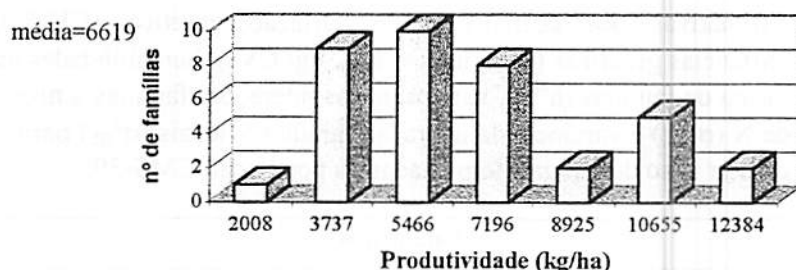


FIGURA 6. Distribuição de freqüência para peso de espigas despalhadas (kg/ha) referente à população CMS-39 obtida a partir das médias das famílias em todos os ambientes.

A ampla variabilidade existente entre famílias da população CMS-39 é corroborada pelas estimativas dos parâmetros genéticos apresentados na Tabela 23. De acordo com as estimativas do CVg, observa-se que a liberação de variabilidade foi similar nos diversos experimentos. A menor estimativa do CVg ocorreu em Lavras na presença de N em cobertura, 37,4%. Como nas outras duas populações, a maior estimativa aconteceu em Ijaci na ausência de N em cobertura, 45,8%. As estimativas da h^2 nas análises individuais também não diferiram muito entre si, variando de 77 a 86%. A magnitude da h^2 na análise conjunta foi bastante expressiva, 95%. A maior e menor estimativa do índice b ocorreram em Lavras, sendo 1,30 na ausência de N em cobertura e 1,75 na presença de N em cobertura. Com relação às estimativas das variâncias das interações, em dois casos elas podem ser consideradas nulas, sendo uma referente a interação famílias x níveis de N no município de Ijaci e a outra a interação famílias x locais. A estimativa da interação tripla ($\sigma^2_{GNL}=165079$), da mesma forma que para as duas outras populações, também foi baixa, correspondendo apenas a 2,4% da variância genética entre famílias.

TABELA 23. Estimativas dos coeficientes de variação genético (CVg%), variâncias genéticas (σ^2_G), índices b (CVg/ CVe), herdabilidades na média de famílias ($h^2\%$), variâncias das interações famílias x níveis de N (σ^2_{GN}) e variância da interação famílias x locais (σ^2_{GL}) para o caráter peso de espigas despalhadas da população CMS-39.

Análises	Parâmetros							
	CVg%	σ^2_G	b	$h^2\%$	σ^2_{GN}	$\sigma^2_{GN}/\sigma^2_G(\%)$	σ^2_{GL}	$\sigma^2_{GL}/\sigma^2_G(\%)$
Com N/Lavras	37,4	8745504	1,75	86	-	-	-	-
Sem N/Lavras	37,9	6221917	1,30	77	-	-	-	-
Com N/Ijaci	39,2	6512590	1,47	81	-	-	-	-
Sem N/Ijaci	45,8	6316319	1,43	80	-	-	-	-
Conjunta Lavras	36,6	7023930	1,46	90	459781	6,5	-	-
Conjunta Ijaci	42,5	6510267	1,46	89	-95813	/	-	-
Todos ambientes	39,5	6827440	1,47	95	16905	0,2	-60341	/

As altas estimativas das correlações genéticas encontradas entre o desempenho médio das famílias nos diferentes ambientes ratificam as baixas magnitudes encontradas das variâncias das interações em relação à variância genética entre famílias. A menor correlação aconteceu entre os experimentos conduzidos em Lavras, 0,89. A maior correlação aconteceu entre os experimentos conduzidos em Ijaci, 1,03 (Tabela 24).

TABELA 24. Correlações entre médias do peso de espigas despalhadas da população CMS-39 obtidas nos experimentos conduzidos em Lavras e Ijaci, na presença e ausência de nitrogênio.

	Sem N/Lavras	Com N/Ijaci	Sem N/Ijaci
Com N/Lavras	0.89	0.96	1.03
Sem N/Lavras		1.01	0.99
Com N/Ijaci			1.03

A considerável coincidência existente entre os ambientes, considerando-se tanto as famílias com piores desempenhos como as famílias com melhores desempenhos, evidencia, da mesma forma que para as duas outras populações, a baixa magnitude das interações em relação à variância genética. A Tabela 25 mostra a porcentagem de famílias comuns aos ambientes, comparado-os dois a dois, considerando-se em cada um as respectivas 10 famílias com desempenhos superiores e inferiores. Ao contrário do que aconteceu com a população BR-105, houve uma tendência de uma maior coincidência entre as famílias superiores do que entre famílias com piores desempenhos, tomando-se dois ambientes quaisquer.

TABELA 25. Porcentagem de coincidência entre os ambientes dois a dois para a população CMS-39, considerando-se em cada um as respectivas 10 famílias com desempenhos superiores e inferiores.

	Sem N/Lavras		Com N/Ijaci		Sem N/Ijaci	
	Inferiores	Superiores	Inferiores	Superiores	Inferiores	Superiores
Com N/Lavras	60,0	60,0	70,0	80,0	60,0	80,0
Sem N/Lavras	-	-	60,0	70,0	50,0	70,0
Com N/Ijaci	-	-	-	-	40,0	90,0

Os ganhos esperados com a seleção, considerando-se as médias das famílias para a população CMS-39, são apresentados na Tabela 26. Similarmente às duas outras populações anteriores, as estimativas dos ganhos com seleção direta e indireta para cada ambiente foram próximas, o que corrobora as altas correlações obtidas entre os ambientes.

TABELA 26. Ganhos esperados em porcentagem em relação à média populacional com a seleção direta e indireta nos quatro ambientes para a população CMS-39, considerando uma intensidade de seleção de 20%.

Ambiente de Seleção	Resposta a Seleção			
	Lavras		Ijaci	
	Com N	Sem N	Com N	Sem N
Seleção direta	48,6	46,6	49,4	57,4
Lavras c/ N	-	43,8	49,0	61,1
Lavras s/ N	40,9	-	48,7	55,8
Ijaci c/ N	45,4	48,3	-	59,4
Ijaci s/ N	48,3	47,2	50,7	-

5 DISCUSSÃO

Um dos problemas na avaliação de famílias endogâmicas de milho é a perda acentuada de vigor que ocorre ao longo das sucessivas autofecundações. No presente trabalho, a depressão por endogamia, juntamente com outros fatores, como a qualidade da semente armazenada, podem ter contribuído para a morte de muitas plantas e, em consequência, a perda de muitas famílias. Em função desse fato, as análises foram realizadas em blocos casualizados, como já comentado.

Quando da avaliação de famílias o primeiro questionamento que se faz é sobre o número que deve ser avaliado para se representar uma população. Verifica-se, no entanto, que são escassas as informações a esse respeito quando se utiliza famílias S_2 ou S_3 . A única referência encontrada foi a de Pinto (1996), que estudou o tamanho adequado da amostra para famílias S_1 das populações BR-105 e BR-106. Verificou que em programas de seleção recorrente para o caráter peso de espigas despalhadas, o número ideal de famílias para as duas populações foi de 175, portanto, bem superior ao número de famílias avaliadas neste trabalho.

Vale salientar que este número de famílias é essencial na seleção recorrente, para permitir ganhos contínuos. Contudo, no caso de seleção de famílias, visando a produção de híbridos de linhagens, o número de famílias avaliadas, certamente, não é relevante.

O sucesso de um programa de melhoramento depende da precisão das estimativas dos parâmetros genéticos, e, conseqüentemente, da precisão experimental. Considerando-se as classificações de Pimentel Gomes (1985) e Scapin, Carvalho e Cruz (1995), os CVe's obtidos indicam uma baixa precisão experimental para as três populações. Dentro de um mesmo local, os experimentos que receberam nitrogênio em cobertura apresentaram menores CVe's.

Um dos fatores que provavelmente mais afetou as altas estimativas dos CVE's é a grande variabilidade que ocorre dentro das famílias S_2 e S_3 . Essa variabilidade tem reflexos diretos na variância fenotípica dentro das parcelas, a qual é um dos constituintes do erro experimental. Isso evidencia que a comparação entre as estimativas dos CVE's obtidos neste trabalho com aquelas relatadas na literatura, quando normalmente são utilizados híbridos com pouca variação dentro das parcelas, não é válida. É possível também que, devido ao armazenamento, as sementes tenham perdido vigor, e tal fato deve ter influenciado a precisão experimental.

Comparando-se os CVE's obtidos com os de outros trabalhos em que foram utilizadas famílias endogâmicas, não há muita discrepância. Elias (1997), avaliando famílias S_2 "per se" da população CMS-39 obteve um CVE de 31,12%. Considerando-se os doze ensaios conduzidos, apenas em um deles a estimativa do CVE foi superior a esse valor. Todos os demais foram inferiores a 30%. Pinto (1996), em ensaios com famílias S_1 das populações BR-105 e BR-106, obteve CVE variando de 19,2 a 20,7% para a primeira e de 20,2 a 20,9% para a segunda. No presente trabalho, as médias dos CVE's para as três populações foram: 23,3% para a população BR-105, 25,1% para a BR-106 e 27,4% para a população CMS-39. Vale salientar que Pinto (1996) utilizou parcelas de 4m e três repetições, além das famílias estarem em menor grau de endogamia.

Uma segunda causa que pode ter contribuído para a baixa precisão experimental foi a utilização de parcelas com apenas uma linha de 3m. De acordo com Gomez e Gomez (1984) o tamanho da parcela é um dos fatores que mais afetam a precisão experimental. Existem, na literatura, estudos mostrando a viabilidade do uso de pequenas parcelas. Chaves (1985), utilizando famílias de meio-irmãos, encontrou para o caráter produção de espigas um tamanho ótimo de parcela de 3,6m².

Com relação aos locais, a produtividade média das famílias das três populações foram maiores em Lavras do que em Ijaci. A redução na produtividade de Ijaci em relação a Lavras foi similar nas três populações: 15,6% para a população BR-105, 16,4% para a BR-106 e 17,1% para a população CMS-39. Como a semeadura foi realizada praticamente na mesma época, as diferenças nas produtividades podem ser atribuídas à fertilidade do solo (Tabela 1). Em Lavras, o solo utilizado apresentava pH mais elevado e maiores teores de potássio (P_2O_5), magnésio, cálcio e matéria orgânica, que devem ter contribuído para um melhor desempenho da cultura.

O componente da interação famílias x locais, embora significativo em duas das três populações (BR-105 e BR-106), sua magnitude foi sempre inferior a 10% da variância genética entre famílias. Na literatura há muitos relatos com a cultura do milho, cuja participação na variância total foi muito mais expressiva (Pacheco, 1987; Aguiar, 1986).

Corroborando diversos trabalhos com a cultura do milho, na média dos ambientes as três populações responderam à adubação nitrogenada em cobertura, (Ferreira, 1997; Pereira, 1997; Paiva, 1992; Gallon, 1996; Muniz, 1995; Coelho, 1987; Novais, 1970). A magnitude média dessa resposta foi de 16,3%. Todas as populações responderam à adubação nitrogenada em Ijaci. Somente a população BR-105 respondeu a adubação de cobertura em Lavras. Uma das razões para esse resultado talvez seja que em Lavras a análise do solo apresentou alta quantidade de matéria orgânica, enquanto que em Ijaci detectaram-se apenas teores médios. Em solos com disponibilidade adequada de matéria orgânica e sob ocorrência favorável de chuvas, os efeitos da adubação nitrogenada em cobertura são, via de regra, pouco pronunciados (Fornasiere Filho, 1992).

Apenas a população BR-106 apresentou interação locais x níveis de N significativa, ou seja, as famílias dessa população respondem de maneira

diferenciada à adubação nitrogenada em cobertura em Lavras e Ijaci. De fato, observando-se as análises conjuntas dos níveis de nitrogênio por local, a população BR-106 respondeu somente à adubação nitrogenada em cobertura no município de Ijaci.

Um aspecto que chama a atenção é o comportamento das famílias quanto aos ambientes com e sem nitrogênio em cobertura. Em apenas duas circunstâncias a interação famílias x níveis de N atingiu $P \leq 0,10$. Como já comentado e apresentado nas Tabelas 8, 15, 22, houve uma considerável coincidência entre as famílias mais produtivas na média geral com as famílias mais produtivas na média dos ambientes que receberam e não receberam adubação nitrogenada em cobertura. Deve ser considerado não somente a baixa magnitude de respostas das populações à adubação nitrogenada, mas também as magnitudes de respostas semelhantes entre as famílias de cada população, pelo menos entre as mais produtivas, que devem ter contribuído para uma maior correlação entre os ambientes e conseqüentemente menor efeito da interação.

De acordo com Comstock e Moll (1963), espera-se que a interação genótipos x ambientes seja mais acentuada em tipos de famílias que liberam maior variabilidade. Por exemplo, esperar-se-ia maior magnitude desta interação em famílias endógamas do que em famílias de meio-irmãos. As baixas magnitudes das estimativas das variâncias das interações em relação à variância genética entre famílias obtidas neste trabalho, também podem ser atribuídas a possíveis erros de amostragem, uma vez que poucas famílias de cada população foram avaliadas. Lima Neto (1994), avaliando famílias de meio-irmãos e irmãos germanos da população ESALQ-PB 4, encontraram um tamanho de 75 a 100 famílias em ambos os tipos de famílias para se estimar com precisão parâmetros genéticos associados ao caráter peso de espigas despalhadas.

A ausência de interação é um aspecto importante, uma vez que esta não somente interfere na recomendação de cultivares como dificulta o trabalho do melhorista na identificação de famílias superiores, (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). A interação tripla famílias x níveis de N x locais foi não significativa para as três populações, indicando que não há um comportamento específico das famílias a uma determinada combinação local x nível de N.

Em todos os ambientes em que as três populações foram avaliadas, detectaram-se diferenças significativas entre famílias, indicando a existência de famílias com diferentes potenciais produtivos em cada população. Os valores obtidos dos índices b, apresentados em Vencovsky (1987), corroboram a variabilidade existente entre famílias que pode ser explorada pela seleção. De acordo com esse autor, na experimentação com progênies de milho, quando a estimativa deste índice é maior do que um, existem condições propícias à seleção. Dos doze ensaios conduzidos, apenas em um deles a estimativa do índice b foi inferior a 1, referente ao experimento com a população BR-106 que recebeu nitrogênio em cobertura em Ijaci.

As herdabilidades no sentido amplo, considerando-se as médias das famílias nos diversos ambientes a que cada população foi submetida, foram semelhantes entre si. Em cada local, a diferença entre as herdabilidades para os ambientes que receberam e não receberam nitrogênio em cobertura foi sempre inferior a 11% do valor da maior estimativa para as três populações. Esse valor está bem abaixo daquele encontrado por Banziger, Bétran e Lafitte (1997) que foi de 29%. Considerando-se a herdabilidade na média dos ambientes, as estimativas para cada população superaram 85%. Esse valor não difere muito do encontrado na literatura quando se utiliza famílias endogâmicas. Burton et al. (1971), avaliando famílias S_1 da população BSK encontraram herdabilidades variando de 79 a 84%; Tanner e Smith (1987), encontraram herdabilidades

variando de 54 a 90% para famílias S_1 e de 39 a 75% para famílias de meio-irmãos; Lamkey e Hallauer (1987), encontraram herdabilidades de 77,3% para famílias S_2 , 79,8% para famílias S_1 , para irmãos germanos de 68,0% e meio-irmãos de 58,5%. Pinto (1996), avaliando famílias S_1 das populações BR-105 e BR-106, encontrou herdabilidades que variaram de 69,1 a 77,4% para a primeira e de 55,0 a 67,4% para a segunda. Elias (1997), em ensaios com famílias S_2 da população CMS-39 encontrou uma herdabilidade de 79,8%.

Por se tratarem de famílias endogâmicas, torna-se necessário esclarecer o que está contido no numerador do estimador das herdabilidades. Para a população BR-106, em que foram usadas famílias S_2 , os componentes da variância genética entre famílias pode ser expressa por, (Souza Júnior, 1989):

$\sigma_G^2 = 1,5\sigma_A^2 + 0,125\sigma_D^2 + 2,5D_1 + 0,5265D_2 + 0,0625\tilde{H}$ (1), em que: σ_A^2 é a variância genética aditiva associada aos efeitos médios dos alelos; σ_D^2 é a variância genética de dominância associada aos efeitos das interações intraalélicas; D_1 covariância entre os efeitos médios aditivos dos alelos e os efeitos de dominância dos homozigotos; D_2 variância de dominância dos homozigotos; H é a depressão por endogamia elevada ao quadrado.

Com relação às duas outras populações, em que se utilizaram famílias S_3 , a variância genética entre famílias é fornecida pela expressão:

$$\sigma_G^2 = 1,75\sigma_A^2 + 0,0625\sigma_D^2 + 3,25D_1 + 0,78125D_2 + 0,046875\tilde{H} \text{ (2)}$$

Vale salientar que em ambos os casos não foi possível estimar o componente da variância aditiva σ_A^2 , uma vez que apenas um tipo de família foi utilizado. Percebe-se, entretanto, principalmente em S_3 , que a contribuição da

variância de dominância é reduzida. Por outro lado, dependendo da frequência alélica da população, o avanço da endogamia, ao invés de proporcionar maior variância entre famílias, poderá reduzi-la, uma vez que o componente D_1 pode ser negativo, especialmente quando a frequência alélica da população é baixa. Lamkey e Hallauer (1987), encontraram estimativas de herdabilidades em S_2 menores do que em S_1 e segundo eles, uma das hipóteses seria o valor negativo do componente D_1 .

Considerando-se a importância de se identificar linhagens superiores, os componentes da variância genética entre famílias devem ser comparados aos componentes da covariância genética existente entre essas famílias e as linhagens delas derivadas.

A covariância entre famílias S_2 , derivadas de plantas S_1 , com a S_∞ é fornecida pela expressão, (Souza Júnior, 1989):

$$C_{1,2,\infty} = 1,5\sigma_A^2 + 2,75D_1 + 0,625D_2 \quad (3)$$

Já a covariância de famílias S_3 , derivadas de plantas S_2 , com a S_∞ pode ser expressa por:

$$C_{2,3,\infty} = 1,75\sigma_A^2 + 3,375D_1 + 0,8125D_2 \quad (4)$$

Vê-se que nas estimativas das covariâncias não estão presentes os componentes da variância de dominância e de depressão por endogamia. Contudo, como já comentado, as contribuições desses componentes nas variâncias entre famílias são baixas. Comparando-se as expressões 1 e 3, e as expressões 2 e 4, verifica-se que os coeficientes para σ_A^2 são iguais, tanto em 1 e 3, como em 2 e 4. Com relação aos componentes D_1 e D_2 , as estimativas são semelhantes em ambas as comparações.

Diante do exposto, pode-se inferir que as estimativas dos ganhos com a seleção, utilizando-se as herdabilidades no sentido amplo, não devem estar muito inflacionadas.

É oportuno salientar que o desempenho de um híbrido depende não somente da capacidade combinatória de suas linhagens, mas também do desempenho “per se” destas, (Vencovsky, 1987). Há na literatura relatos que mostram que grande parte do sucesso obtido nos híbridos atuais foi devido à performance “per se” das linhagens, (Russell, 1991).

Fica evidente que em programas cujo objetivo é a obtenção de linhagens, a avaliação das famílias endogâmicas nas etapas intermediárias é necessária para se obter maior sucesso. Contudo, deve-se estar atento para a precisão experimental, uma vez que esta pode ser o fator decisivo para se identificar as famílias superiores e, conseqüentemente, obter sucesso ou fracasso em um programa de melhoramento.

6 CONCLUSÕES

Constatou-se ampla variabilidade genética entre as famílias avaliadas, evidenciando a possibilidade de seleção de famílias com maior potencial produtivo.

Houve resposta ao nitrogênio aplicado em cobertura nas três populações, sendo a resposta média de 16,3%.

Considerando-se as três populações, em apenas duas situações a interação famílias x níveis de nitrogênio foi significativa, porém ao nível 10% de probabilidade. Esse fato, associado às altas estimativas das correlações genéticas entre o desempenho médio das famílias em alto e baixo nitrogênio (superior a 0,65), evidenciam que o comportamento das famílias foi coincidente nos dois níveis de nitrogênio utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, P. A. Avaliação de progênies de meio-irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambientes. Lavras: UFLA, 1986. 69p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- BALKO, L. G.; RUSSELL, W. A. Response of maize inbred lines to N fertilizer. *Agronomy Journal*, Madison, v.72, n.5, p.723-728, Sept./Oct. 1980.
- BANZIGER, M.; BETRÁN, F. J.; LAFITTE, H. R. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Science*, Madison, v.37, n.4, p. 1103-1109, July/Aug. 1997.
- BANZIGER, M.; LAFITTE, H. R. Efficiency of secondary traits for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Science*, Madison, v.37, n.4, p. 1110-1117, July/Aug. 1997.
- BASSOI, L. H. Nitrato no solo e acúmulo de N pelo milho fertirrigado. Piracicaba: CENA, 1994. 103p. (Tese-Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura).
- BEAUCHAMPS, E. G.; KANNENBERG, L. W.; HUNTER, R. B. Nitrogen accumulation and translocation in corn genotypes following silking. *Agronomy Journal*, Madison, v. 68, n.2, p. 418-422, Mar./Apr. 1976.
- BLUM, A. Plant breeding for stress environments. Boca Ration: CRC Press, 1988. 223p.
- BORÉM, A. Melhoramento de Plantas. 2. ed. Viçosa: UFV, 1998. 453p.
- BRITO, A. R. de M. B. Comportamento de híbridos de milho tardio, precoce e superprecoce na época de "safrinha" submetidos a diferentes níveis de nitrogênio. Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. 78p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- BURTON, J. W.; PENNY, L. H.; HALLAUER, A. R.; et al. Evaluation of synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. *Crop Science*, Madison, v.11, n.3, p. 361-365, May/June 1971.

- CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. *Cultura do milho: Fatores que afetam a produção*. Piracicaba: POTAFÓS, Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1992. p. 147-196.
- CARLONE, M. R.; RUSSELL, W. A. Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different eras of breeding. *Crop Science*, Madison, v.27, n.3, p. 465-470, May/June 1987.
- CARVALHO, H. W. L.; SANTOS, M. X.; LEAL, M. L. da S.; PACHECO, C. A. P. Melhoramento genético da variedade de milho BR 5028- São Francisco no nordeste brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 4, p. 441-448, abr. 1998a.
- CARVALHO, H. W. L.; PACHECO, C. A. A. P.; SANTOS, M. X.; et al. Três ciclos de seleção recorrente entre e dentro de famílias de meio-irmãos na população de milho BR 5011 no nordeste brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 5, p. 713-720, maio 1998b.
- CASTLEBERRY, R. M.; CRUM, C. W.; KRULL, C. F. Genetic yield improvement of U.S. maize cultivar under varying fertility and climatic environments. *Crop Science*, Madison, v. 24, n.1, p. 33-36, Jan./Feb. 1984.
- CHAVES, L. J. Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. 148p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- COELHO, A. M. Balanço do nitrogênio (^{15}N) na cultura do milho (*Zea mays* L.) em um latossolo vermelho-escuro fase cerrado. Lavras: UFLA, 1987. 142 p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- COMSTOCK, R. E.; MOLL, R. H. Genotype-environment interactions. In: HANSON, W. D.; ROBINSON, H. F. *Statistical genetics and plant breeding*. Washington: NASNRC, 1963. (Publicação 982).
- DUARTE, A. P.; FREITAS, J. G.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; et al. Eficiência e resposta de genótipos de milho ao nitrogênio em cobertura. In: CONGRESSO NACIONAL DO MILHO E SORGO, 22, 1998, Recife. *Resumos...* Recife: EMBRAPA, 1998. p. 184.

EGHBALL, B.; MARANVILLE, J. W. Root development and nitrogen influx of corn genotypes grown under combined drought and nitrogen stresses. *Agronomy Journal*, Madison, v. 85, n.1, p. 147-152, Jan./Feb. 1993.

EICHELBERGER, K. D.; LAMBERT, R. J.; BELOW, F. E.; et al. Divergent phenotypic recurrent selection for nitrate reductase activity in maize . II. Efficient use of fertilizer nitrogen. *Crop Science*, Madison, v. 29, n.6, p. 1398-1402, Nov./Dec. 1989.

ELIAS, H. T. Comparação de testadores na avaliação de famílias S₂ de milho. Lavras: UFLA, 1997. 61p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

FEIL, B.; THIRAPORN, R.; STAMP, P. In vitro nitrate reductase activity of laboratory-grown seedlings as an indirect selection criterion for maize. *Crop Science*, Madison, v. 33, n.6, p. 1280-1286, Nov./Dec. 1993.

FERREIRA, A. C. de B. Efeito da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos e concentração de nutriente no milho. Viçosa: UFV, 1997. 74p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

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

GALLON, J. A. Avaliação nitrogenada e potássica em cultivares de milho (*Zea mays*, L.) com diferentes potenciais produtivos. Jaboticabal: UNESP, 1996. 88p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).

GAMBOA, J.; PEREZ, G.; BLASCO, M. Um modelo para describir los procesos de retención y lixiviation en los suelos. *Turrialba, Coronado*, v.21, n.3, p. 312-316, jul./set. 1971.

GENTRY, L. E., BELOW, F. E. Maize productivity as influenced by form and availability of nitrogen. *Crop Science*, Madison, v. 33, n.3, p. 491-497, May/June 1993.

GOMEZ, K. A.; GOMEZ, A. A. Statistical procedures for agricultural research. 2. ed. New York: John Wiley, 1984. 680p.

- KAMPRATH, K. J., MOLL, R. H., RODRIGUEZ, N. Effects of nitrogen fertilization and recurrent selection on performance of hybrid populations of corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.74, n.5, p. 955-958, Nov./Dec. 1982.
- LAFITTE, 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
- LAFITTE, H. R.; EDMEADES, G. O. Association between traits in tropical maize inbred lines and their hybrid under high and low soil nitrogen. *Maydica*, Bergamo, v. 40, p. 259-267, 1995a.
- LAFITTE, H. R.; EDMEADES, G. O. Stress tolerance in tropical maize is linked to constitutive changes in ear growth characteristics. *Crop Science*, Madison, 35, n.3, p. 820-826, May/June 1995b.
- LAL, R. Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. *Critical Reviews in Plant Science*, Boca Ration, v.17, n. 4, p. 319-464, 1998.
- LAMKEY, K. R.; HALLAUER, A. R. Heritability estimated from recurrent selection experiments in maize. *Maydica*, Bergamo, v.32, n.1, p. 61-78, July 1987.
- LIMA NETO, F. P de. Tamanho da amostra para a estimação de parâmetros genéticos em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ/USP, 1994. 81p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MACHADO, A. T.; MAGALHÃES, J. R.; MAGNAVACA, R.; et al. Determinação da atividade de enzimas envolvidas no metabolismo de N em diferentes genótipos de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v. 4, n.1, p. 45-47, 1992.
- MAGALHÃES, J. V de. Absorção e translocação de nitrogênio por plantas de milho (*Zea mays* L.) submetidos a períodos crescentes de omissão de fósforo na solução nutritiva. Viçosa: UFV, 1996. 76p. (Tese - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

- MEDEIROS, J. B.; SILVA, P. R. F da.** Efeito do nível de nitrogênio e da densidade de plantas sobre o rendimento de grãos e outras características agronômicas de duas cultivares de milho (*Zea mays* L.). *Agronomia Sulriograndense*; Porto Alegre, v.11, n.2, p. 227-242, 1975.
- MOLL, R. H. KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A.** Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, Madison, v.74, n.3, p. 562-564, May/June 1982.
- MOLL, R. H. KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A.** Development of nitrogen-efficiency of prolific hybrids of maize. *Crop Science*, Madison, v. 27, n. 2, p. 181-186, Mar./Apr. 1987.
- MOLL, R. H.; JACKSON, W. A.; MIKKELSEN, R. L.** Recurrent selection for maize grain yield: dry matter and nitrogen accumulation and partitioning changes. *Crop Science*, Madison, v. 34, n.4, p. 874-881, July/Aug. 1994.
- MUNIZ, J. A.** Avaliação da estabilidade de cultivares de milho em diferentes níveis de adubação e locais da região de Lavras - MG. Lavras: ESAL, 1995. 60p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- NASPOLINI FILHO, V.; GAMA, E. E. G. e; VIANA, R. T.; et al.** Seleção entre e dentro de famílias de irmãos germanos na população CMS-05. EMBRAPA. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo 1980-1984. Sete Lagoas, 1986. p. 21-22.
- NOVAIS, R, F de.** Comportamento de dois milhos híbridos duplos (*Zea mays*, L. Ag 206 e H6999) em três populações de plantas e três níveis de N. Viçosa: UFV, 1970. 64p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- OSINAME, O.; Van GIJN, H.; VLEK, P. L. G.** Effect of nitrifications inhibitors on the fate and efficiency of nitrogen fertilizers under simulated humid tropical conditions. *Tropical Agriculture*, Trinidad, v.60, n.3, p. 211-217, 1983.
- PACHECO, C. A. P.** Avaliação de progênies de meio-irmãos da população CMS-39 em diferentes condições de ambientes - 2^a ciclo de seleção. Lavras: ESAL, 1987. 109p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento).

- PAIVA, L. E: **Influência de níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade no rendimento forrageiro e qualidade de silagem de milho (*Zea mays* L.).** Lavras: ESAL, 1992. 81p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- PATERNIANI, E; MIRANDA FILHO, J. B. **Melhoramento de populações.** In: PATERNIANI, E; VIÉGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho.** 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-274.
- PELLICANO, I. J. **Potencial da inerpopulação de milho (*Zea mays* L.) BR-105 x BR-106 para o melhoramento genético.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1990. 139 p. (Dissertação- Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)
- PEREIRA, S. L. **Efeito da adubação nitrogenada e molibdica sobre a produtividade, teor de nitrogênio, atividade de nitrato redutase do nitrato e outras características da cultura do milho.** Viçosa: UFRV, 1997. 89p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 5. ed. Piracicaba: Nobel, 1985. 466p.
- PINTO, R. de M. C. **Tamanho da amostra para seleção recorrente com famílias S₁ de milho.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. 92p. (Dissertação de Mestrado - Genética e Melhoramento de Plantas).
- POLLMER, W. G; EBERHARD, D.; KLEIN, D.; et al. **Genetic Control of nitrogen uptake and translocation in maize.** *Crop Science*, Madison, v. 19, n.1, p. 83-86, Jan./Feb. 1979.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS. J. B.; ZIMMERMANN, M. J. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- ROSIELLE, A. A.; HAMBLIN, J. **Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments.** *Crop Science*, Madison, v. 21, n. 6, p. 943-946, Nov./Dec. 1981.
- RUSSELL, W. A. **Genetic improvement of maize yields.** *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 46, p. 245-299, 1991.

- SANTOS, M. X dos; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C. A. P.; et al. Melhoramento intrapopulacional no sintético elite NT para solos pobres em nitrogênio. I. Parâmetros genéticos de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 1, p. 55-61, jan. 1998.
- SCAPIN, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.5, p. 683-686, maio 1995.
- SIMICKLAS, K. D.; BELOW, F. E. Role of nitrogen form in determining yield of field - grown maize. *Crop Science*, Madison, v. 32, n.5, p. 1220-1225, Sept./Oct. 1992.
- SIMPLÍCIO, J. B. Comparação de cultivares de milho quanto a exigência em N, P, K, e tolerância ao alumínio em soluções nutritivas. Jaboticabal: UNESP, 1996. 103 p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).
- SOUZA JÚNIOR, C. L. de. Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal. Piracicaba: FEALQ, 1989. 134p.
- TANNER, A. H.; SMITH, O. S. Comparison of half-sib and S_1 recurrent selection in the Krug Yellow Dent maize populations. *Crop Science*, Madison, v.27. n.3, p. 509-513, May/June 1987.
- 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.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E; VIÉGAS, G. P. *Melhoramento e produção do milho*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-274
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.

ANEXO

ANEXO A

Página

TABELA 1A.	Resumo das análises de variância individuais para peso de espigas despalhadas (kg/ha), para as famílias S_3 da população BR-105, em Lavras e Ijaci, na presença e ausência de nitrogênio (N).	66
TABELA 2A.	Resumo das análises de variância conjuntas dos níveis de N em cada local para peso de espigas despalhadas (kg/ha) das famílias S_3 da população BR-105, em Lavras e Ijaci.	66
TABELA 3A.	Resumo das análises de variância individuais para peso de espigas despalhadas (kg/ha), para as famílias S_2 da população BR-106, em Lavras e Ijaci, na presença e ausência de nitrogênio (N).	67
TABELA 4A.	Resumo das análises de variância conjuntas dos níveis de N em cada local, para peso de espigas despalhadas (kg/ha) das famílias S_2 da população BR-106, em Lavras e Ijaci.	67
TABELA 5A.	Resumo das análises de variância individuais para peso de espigas despalhadas (kg/ha), para as famílias S_3 população CMS-39, em Lavras e Ijaci, na presença e ausência de nitrogênio (N).	68
TABELA 6A.	Resumo das análises de variância conjuntas dos níveis de N em cada local para peso de espigas despalhadas (kg/ha) das famílias S_3 da população CMS-39, em Lavras e Ijaci	68

TABELA 1A Resumo das análises de variância individuais para peso de espigas despalhadas (kg/ha), para as famílias S₃ da população BR-105, em Lavras e Ijaci, na presença e ausência de nitrogênio em cobertura (N)

Fontes de		QM			
Variação	GL	Com N/Lavras	Sem N/Lavras	Com N/Ijaci	Sem N/Ijaci
Blocos	1	330800,0	869198,4	8067554,3	704291,9
Famílias	58	7248361,9**	5868073,8**	5551885,8**	5106793,9**
Erro	58	1697560,7	1757066,3	1092338,1	1409999,1
Média		5918	5499	5311	4321
CVe (%)		22,0	24,1	19,7	27,5

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

TABELA 2A. Resumo das análises de variância conjuntas dos níveis de N em cada local para peso de espigas despalhadas (kg/ha) das famílias S₃ da população BR-105, em Lavras e Ijaci.

Fontes de		QM	
Variação	GL	Lavras	Ijaci
Blocos/Níveis	2	599992,4	4385923,1
Níveis de N (N)	1	10363140,3*	57768118,6*
Famílias (G)	58	10879750,6**	9300252,3**
G x N	58	2236695,4	1358427,4
Erro	116	1727315,5	1251168,6
Média		5708	4816
CVe (%)		23,0	23,2

*, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

TABELA 3A. Resumo das análises de variância individuais para peso de espigas despalhadas (kg/ha), para famílias S₃ da população BR-106 em Lavras e Ijaci na presença e ausência de nitrogênio em cobertura (N).

Fontes de Variação	GL	QM			
		Com N/Lavras	Sem N/Lavras	Com N/Ijaci	Sem N/Ijaci
Blocos	1	57730,8	112582,7	3838,1	582651,4
Famílias	66	4244188,0**	4736789,9**	3557898,6**	2885002,0**
Erro	66	1164809,2	1268036,0	1224153,6	824358,5
Média		4684	4543	4384	3327
CVe (%)		23,0	24,8	25,2	27,3

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 4A. Resumo das análises de variância conjuntas dos níveis de N em cada local, para peso de espigas despalhadas (kg/ha) das famílias S₂ da população BR-106, em Lavras e Ijaci.

Fontes de Variação	GL	QM	
		Lavras	Ijaci
Blocos/Níveis	2	85154,7	293244,8
Níveis de (N)	1	1328826,8	74936261,1**
Famílias (G)	66	7413681,0**	5189409,3**
G X N	66	1567306,3	1253491,3
Erro	132	1216424,1	1024256,0
Média		4613	3855
CVe (%)		23,9	26,3

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 5A. Resumo das análises de variância individuais para peso de espigas despalhadas (kg/ha), para as famílias S₃ população CMS-39, em Lavras e Ijaci, na presença e ausência de nitrogênio em cobertura (N).

Fontes de		QM			
Variação	GL	Com N/Lavras	Sem N/Lavras	Com N/Ijaci	Sem N/Ijaci
Blocos	1	18854622,4	5462974,3	1764461,7	463694,7
Famílias	36	20348773,0**	16136821,1**	16052600,0**	15732702,2**
Erro	36	2857764,7	3692986,7	3027420,2	3100065,1
Média		7903	6575	6508	5491
CVe (%)		21,4	29,2	26,7	32,1

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 6A. Resumo das análises de variância conjuntas dos níveis de N em cada local para peso de espigas despalhadas (kg/ha) das famílias S₃ da população CMS-39, em Lavras e Ijaci.

Fontes de		QM	
Variação	GL	Lavras	Ijaci
Blocos/Níveis	2	12158798,4	1114078,2
Níveis de N (N)	1	65231307,4	38268452,4**
Famílias (G)	36	31371096,3**	29104810,7**
G x N	36	5114497,8	2680491,4
Erro	72	3275375,7	3063742,7
Média		7239	6000
CVe (%)		25,0	29,2

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.