

POTENCIAL DE GANHO GENÉTICO EM RAÇA LOCAL DE
MILHO-BRANCO

ANA RAQUEL RIBEIRO E SOUZA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES
RIO DE JANEIRO – BRASIL
DEZEMBRO – 2006

POTENCIAL DE GANHO GENÉTICO EM RAÇA LOCAL DE MILHO-BRANCO

ANA RAQUEL RIBEIRO E SOUZA

Tese apresentada à Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro”, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Messias Gonzaga Pereira

CAMPOS DOS GOYTACAZES
DEZEMBRO – 2006

POTENCIAL DE GANHO GENÉTICO EM RAÇA LOCAL DE
MILHO-BRANCO

ANA RAQUEL RIBEIRO E SOUZA

Tese apresentada à Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro”, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada em 22 de setembro de 2006.

Comissão Examinadora:

Prof. Antônio Teixeira do Amaral Júnior
Conselheiro

Prof^a Telma N.S. Pereira

Prof. João Carlos Cardoso Galvão

Prof. Messias Gonzaga Pereira
Orientador

METADE

*E que a força do medo que tenho
não me impeça de ver o que anseio.
Que a morte de tudo o que acredito
não me tape os ouvidos nem a boca
Porque metade de mim é o que eu grito
mas a outra metade é silêncio.*

*Que a música que eu ouço ao longe,
seja linda, ainda que tristeza.
Que a mulher que eu amo seja pra sempre
amada mesmo que distante
Porque metade de mim é partida
e a outra metade é saudade.*

*Que as palavras que eu falo
não sejam ouvidas como prece
nem repetidas com fervor
apenas respeitadas
como a única coisa que resta
a um homem inundado de sentimentos
Porque metade de mim é o que ouço
mas a outra metade é o que calo.*

*Que essa minha vontade de ir embora
se transforme na calma e na paz que eu mereço
Que essa tensão que me corroe por dentro
seja um dia recompensada
Porque metade de mim é o que eu penso
e a outra metade é um vulcão.*

*Que o medo da solidão se afaste
que convive comigo mesmo
se torne ao menos suportável.
Que o espelho reflita em meu rosto
um doce sorriso
que me lembro ter dado na infância
Porque metade de mim
é a lembrança do que fui
a outra metade eu não sei.*

*Que não seja preciso mais
do que uma simples alegria
para me fazer aquietar o espírito.
E que o teu silêncio me fale cada vez mais
Porque metade de mim é abrigo
mas a outra metade é cansaço*

*Que a arte nos aponte uma resposta
mesmo que ela não saiba
E que ninguém a tente complicar
porque é preciso simplicidade
para fazê-la florescer
Porque metade de mim é a platéia
e a outra metade é canção*

*E que a minha loucura seja perdoada
Porque metade de mim é amor
e a outra metade... também.*

Oswaldo Montenegro

*Aos principais mestres da minha vida:
José Mauro da Silva Santos e Italo Borato.*

AGRADECIMENTO

À Bárbara, sempre Santa!

À Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” (UENF), pela oportunidade de realização deste Curso e pela concessão da bolsa.

Ao Laboratório de Melhoramento e Genética Vegetal (LMGV), pelo apoio físico e administrativo.

Ao meu orientador, professor Messias Gonzaga Pereira, pela orientação, pela confiança e pelo respeito, durante a realização deste trabalho.

Ao professor Glauco Vieira Miranda, pela presença fundamental, pelos conselhos e pela supervisão na realização deste trabalho.

À professora Telma, por todo conhecimento compartilhado e pelos bons momentos.

Ao professor Antônio Teixeira do Amaral Júnior, pelas sugestões na condução dos trabalhos, pela paciência e pela educação incomparáveis.

Ao professor João Carlos Cardoso Galvão, pela presença e serenidade na minha defesa, além da grande amizade.

Ao professor Acelino Couto Alfenas, por toda ajuda e pela oportunidade oferecidas.

Aos técnicos agrícolas José Roberto Assis de Bem e ao Sr. Geraldo de Carvalho, por toda ajuda no campo.

Aos integrantes do Programa Milho[®], Jerferson, Manoel, André, Rodrigo “Quadrado”, Helder, Tiago (Tiára) e, em especial, ao Leandro, ao Zé Roberto, à Lucimar e à Priscila, por me ajudarem e me ensinarem a instalar meus experimentos.

Ao meu avô, Jayme José Ribeiro (*in memoriam*), e à minha sábia avó Maria, grandes precursores do milho-branco.

Aos meus pais, Eduardo e Mônica, pelo apoio incondicional.

Ao meu marido, Glauco, pela paciência, dedicação e ajuda sempre.

À minha irmã, Fernanda, pela presença constante e pela preocupação.

À minha querida madrinha, Salomé, por sempre me incentivar.

Ao casal Sogno, Brunão e Regina, pela boa companhia.

Ao tio Marcinho, pelo seu raciocínio lógico e um pouquinho de homeopatia.

Aos meus tios, José Sebastião, Hedinho, Bete, Magela, Tonho, Ledite, Irene, Zico, Sebastião e Laura, pela preocupação, pelo incentivo e pelo carinho.

À minha tia, Conceição (*in memoriam*), por guiar meus passos.

Ao Maikon, à Michela, à Neuza, ao Betão e à Fá, pela grande amizade e pela cumplicidade de toda uma vida.

À “Angie”, pelos momentos mágicos e loucos que passamos juntas e por sempre ter acreditado em mim.

Aos amigos de sempre, Brício, “Small Dú”, Ângela, Rosy, Márcia, Wanderley e Aurélio, pelo apoio em tudo.

Aos amigos do Laboratório de Virologia Vegetal Molecular, Glória, Dani, Adriana, Renata, Tutu, Léo, Eliane, Adriana Truta, Evando, Alisson e Miguel e, em especial, à Ana Verônica, por todas as técnicas ensinadas.

Aos novos e especiais amigos, Marcos Bastiani, César (BB), Pri, Zé de Bem, Leandro Vagno, Lucimar, Lauro, Aroldo, Silvério, Elba, Pedrão, Chicasso, Neuma, Túlio, Felipp, Cláudio Moisés e Robinho, pelas risadas, cervejas, lágrimas... Enfim, por tornarem meus dias bem melhores.

À sábia Luíza, terapeuta, amiga e manicure, por todos os valiosos conselhos.

Ao fidelíssimo grupinho das terças e de todos os outros dias, Luciléa, Kalyandra, Janice, Patrícia, Yaska e Hérika, pois sem ele a realização de muitos sonhos não seria possível.

Ao “Super P”, pela segurança das terças-feiras.

À minha verdadeira “estrutura emocional”, Isadora, por nunca duvidar do meu retorno.

Ao *bon vivant* Gabriel Mantovani, pela sua doçura e companhia diária.

A todas as cervejas que bebi ao som de “Por que a gente é assim?”, foram todas especiais, inesquecíveis e muito necessárias.

Frases que ficaram:

- “... a gente colhe quantidade e vende volume...”
- “... ai Quel, bezei qui bezei...”
- “... ai Quel, vou sequestrá-lo... de repente vai...”
- “... aí Rep, estou tão feliz...; você acredita que tive que dar uns tapas no BB...”
- “... aiiiiii meu Deus!!...”
- “... aiiiiiiiiiiiiiiii, tô nerrrrrrrrrrvosa!!!... em beim!?!...”
- “... amiga Quel, você é meu melhor amigo!!!!”
- “... Nelsinhooooo, não pode fazer isso!! É feio....”
- “... com o advento da molecular.....anyway...”
- “... dança igualzinho um soquete, rs.....”
- “... desgosto, passa daqui... mais é um paçoca mesmo!!!...”
- “... é isso aí.. trocar a marcha e seguir em frente..”
- “... é tudo galinha; um monte de p.. vou te ensinar, tem que jogar milho...”
- “... então, tudo PORRETA?”
- “... essa não é mesmo a anáfase da meiose l...não, não!!!
- “... esse fim de semana, o LH vai chegar!...”
- “... eta disgrama!... só vejo tetrade...”
- “... eu não posso acreditar, uma mestranda...”
- “... eu no Cabana Roda?... é pura coincidência.7503! não quer dizer nada....”
- “... eu tava com a Quequel, o tempo todo, pode perguntar!!!”
- “... gente coisa é outra fina...”
- “... haramm...”
- “... instalar experimento, no sábado? Vai ter cerveja? Então tá lindona...”
- “... jacaré, você é muito cartesiano...”
- “... mais é um corno mesmo....”
- “... mais minha linda... Wando é afrodisíaco!!!”
- “... mais o motor, é uma beleza!!!”
- “... Maria é uma Santa...”
- “... mas ele disse assim, nas minhas bochechas....”
- “... menina, menina! Respeita titia...”
- “... Diga Quel, tudo certinho!?!...”
- “... morreu Maria Préá!”
- “... muchachas, Gabas esta acá!!!”
- “... mucho loco!!!..aposto que você não sabe o nome científico do moleque-da-bananeira!?!...”
- “... muito prazer...gg, dos prazeres, terrenos e carnais ao seu dispor!!!

- “... não faz mal, não danada?”
- “... não posso nada até as 22 horas... tenho monitoria!”
- “... Não reconheço.”
- “... no duro, na cebola...”
- “... Garotinha, nunca trabalhei tão pouco na minha vida...”
- “... ô beleza...o arubu preto ta aí?”
- “... ô Chefe, se tá bão?”
- “... ô Dudu, você sabe do meu marido?”
- “... o Eduardo é meu amigo, quando os seus amigos vierem aqui....”
- “... odeio Campos, tenho alergia do mundo... não vou andar de barquinho...”
- “... odeio miséria...o sistema tem que ser burutu!!!”
- “... olha isso!!!!”
- “... olha o caminhão de croro, hipocroreto de croro e gásssssssssssssssss....”
- “... pensamento positivo sempre... troca figurinha...”
- “... prefiro nem saber...”
- “... no carambola, a Brama gelada é só R\$ 1,60...”
- “... que foi gatinha?...e aí meu camarada..”
- “... Quel, nosso hino,vem cantar!”
- “... não faz assim com tatai e nanãe!...”
- “... sua tese esta pronta, eu suponho!!???”
- “... tá guardando isso pra quem?...”
- “... tá me entendendo....”
- “... tira esse animal nojento de perto de mim!!!”
- “... titio já esta meio adiantado...”
- “... uaiiiiiii Quelzinha...mais a cartomante é boa mesmo?”.
- “... uiiiiuiiiii Raquel, uiiiiuiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii... não é nas costas a toa!”
- “... uma água tônica diet, por favor!”
- “... a não, só mais uma cervejinha...olha que beleza de pernil!...
- “... vamos dar um curso na Semana do Fazendeiro: Ângela com pragas, Izabel com adubação verde e Raquel com doenças de milho!!! Olha que legal!
- “... vixe.... eu vou comer é uma canjiquinha.....”
- “... vocês tem que ser bão, igual ao Humberto.... é 10 de novo!”

BIOGRAFIA

ANA RAQUEL RIBEIRO E SOUZA, filha de Eduardo Santos Souza e Avelina Mônica Ribeiro e Souza, nasceu em 13 de abril de 1980, na cidade de Barbacena, Estado de Minas Gerais.

Em janeiro de 2004, concluiu o Curso de Agronomia, pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Em agosto de 2005, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Produção Vegetal, na Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro”, Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Produção de milho	4
2.2. Sistemas de produção	5
2.3. Histórico do melhoramento de milho	6
2.4. Manejo da cultura do milho	8
2.5. Milho-branco	12
2.6. Raça local de milho-branco	12
2.7. Raça local de milho e variabilidade genética	15
2.8. Estimativas de parâmetros genéticos	16
2.9. Correlação entre caracteres	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Locais de condução dos experimentos	19
3.2. Método de melhoramento	20
3.3. População	20
3.4. Etapas do ciclo de seleção	21
3.5. Obtenção das progênes	21
3.6. Avaliação e seleção entre progênes	21
3.8. Correção dos dados	23
3.9. Análises estatísticas	23
3.10. Ganhos esperados por seleção	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Análises estatísticas	32
4.2. Estimativas de parâmetros genéticos	41
4.3. Correlação entre caracteres	47
4.4. Predição de ganhos	55
5. RESUMO E CONCLUSÕES	62
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

RESUMO

SOUZA, Ana Raquel Ribeiro, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro”, setembro de 2006. **Potencial de ganho genético em raça local de milho-branco**. Orientador: Prof. Messias Gonzaga Pereira. Conselheiro: Prof. Antônio Teixeira do Amaral Júnior.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o desempenho agrônomo e a variabilidade genética e prever os ganhos genéticos de uma raça local de milho-branco. Para isso foram instalados três experimentos, com 100 progênies de meios-irmãos; um em Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro, e dois em Minas Gerais, nos municípios de Coimbra e Barbacena, no ano agrícola de 2005/2006. Pela análise de variância verificaram-se diferenças significativas entre as progênies para todas as características, o que indicou a presença de variabilidade genética na população para os três locais. A altura de plantas foi considerada alta para o sistema produtivo atual, com a média de 254 cm em Campos dos Goytacazes, 239 cm em Coimbra e 295 cm em Barbacena. A média de produtividade de grãos foi de 820 kg ha⁻¹ em Campos dos Goytacazes, 631 kg ha⁻¹ em Coimbra e 2.795 kg ha⁻¹ em Barbacena. Essas produtividades foram consideradas baixas e relacionadas à falta de resposta da população aos insumos como adubação e irrigação, à densidade de plantas e à falta de adaptação aos ambientes avaliados, como em Campos dos Goytacazes e Coimbra. Nesses dois locais, a variância genética na raça local de milho-branco foi responsável pela maioria da variância fenotípica para produtividade de grãos,

podendo ser explorada em ciclos de seleção. No entanto, em Barbacena não foi detectada variância genética entre as progênes da população. Portanto, sugerem-se a utilização de maior precisão experimental com a realização de novo experimento em local com menor oscilação espacial e a utilização de outros tipos de progênes que capitalizem maior parte da variância aditiva. Os ganhos genéticos preditos para a produtividade de grãos serão de 62% para Campos dos Goytacazes e de 80% para Coimbra. A seleção direta para produtividade de grãos e sua seleção indireta para alturas de planta e espiga não aumentaram significativamente as médias dessas características. Concluiu-se que a raça local de milho-branco apresentou variabilidade genética e ganhos de seleção preditos altos; as médias das principais características agronômicas da população foram inadequadas para o sistema produtivo moderno, conseqüentemente essa raça local não evidenciou satisfatório potencial para o melhoramento; e a diferença entre os ambientes proporcionou resposta específica da população em cada local, ou seja, interação progênes x ambiente. Recomenda-se o cruzamento dessa raça local com outra de germoplasma com grãos brancos, com alta produtividade de grãos, com menores alturas de planta e espiga, contendo menor relação altura de planta e espiga, com florescimento mais precoce, bem como com maior capacidade de adensamento de plantas.

ABSTRACT

The objective of this work was evaluated the agronomic performance, the genetic variability and, the potential of genetic gain of white landrace maize. Three experiments with 100 half sib progenies were conducted at Campos dos Goytacazes, RJ, Coimbra, MG, and, Barbacena, MG on the 2005/2006. Analysis of variance showed significant differences among progenies for many characteristics. Therefore, this indicated genetic variability to landrace maize to tree locals. The plants of maize were considered high to agricultural system with 2.54 meters on Campos dos Goytacazes, 2.39 m on Coimbra and, 2.95 m on Barbacena. The productivity was 820 kg ha⁻¹ on Campos dos Goytacazes, 631 ha⁻¹ on Coimbra and, 2.795 kg ha⁻¹ on Barbacena. These productivities were considered poor and related with the incapacity of maize population responses the irrigation and fertilization and low adaptability to Campos dos Goytacazes and Coimbra. The genetic variability of white landrace maize was responsible with more of phenotypic variability to productivity to Campos dos Goytacazes and Coimbra. On other hand, the genetic variability was not detected to Barbacena. So, the solutions are a new experiment with low environment variation and use other types of progenies with higher additive variance. The genetic gains to productivity will be of 62% to Campos dos Goytacazes and, of 80% to Coimbra. The direct selection to productivity did not contribute to higher plant and higher ear. Concluded that: white landrace maize show genetic variability and predictive genetic gain will be high; the mean of principal agronomic

characteristics are inadequate to modern agriculture system and so, the landrace maize is not adequate to Campos dos Goytacazes and Coimbra; the differences among environments showed specific responses of landrace maize with intensive interaction landrace x environment; the characteristics showed correlation and the recommendation is to cross this landrace maize with other white population with high productivity, small plants and early.

1. INTRODUÇÃO

A produção de milho-branco tem importância local, com reflexos sociais, econômicos e ambientais na microrregião de Barbacena-MG.

A importância social do milho-branco da população local de Barbacena está relacionada com seu uso diário na alimentação humana e na criação de animais. Do grão seco é produzido, em moinhos de pedra com acionamento hidráulico, o fubá de milho-branco, que é utilizado no preparo de pratos típicos como angu-branco, mingaus, bolos, dentre outros. Apesar de o milho-amarelo também ser usado no preparo dessas iguarias, os moradores da região preferem o milho-branco por seu aspecto visual (cor), suas características organolépticas (consistência e sabor) e, principalmente, pelo valor cultural que desempenha na região. Seu uso é um hábito antigo entre os moradores, passado por várias gerações, e que se mantém forte até hoje. Na criação de animais, o fubá e seus derivados são usados como ingredientes na alimentação de suínos e cães. Já o milho grão é utilizado como único alimento na criação de frangos caipiras, galinhas poedeiras e patos.

Esses agricultores não estão integrados no sistema de produção moderna, por ser um nicho específico de pequeno valor econômico para a indústria de insumos agrícolas (sementes, adubos e mecanização), uma vez que apresentam como características a ausência de utilização de cultivares modernos, um sistema de produção com baixos insumos e industrialização (logo não são atendidos pelos sistemas comerciais), o custo de produção com base mais no

trabalho do que nos insumos e a inexistência de acompanhamento do desenvolvimento do melhoramento, associado à maior produtividade por meio da utilização de insumos (plantio direto, controle pré e pós-emergência com herbicidas, plantio com plantadeiras e monocultivo) e da utilização de métodos de seleção eficientes para as características de interesse, o que não é observado nesses agricultores que realizam a seleção de plantas com base apenas no seu fenótipo. Portanto, por serem de baixa eficiência para caracteres com herdabilidade reduzida, são excluídos e não atendidos. Se esses agricultores familiares não se integrarem ao sistema de produção moderno, eles serão excluídos do mercado regional de milho, porque suas demandas tecnológicas não são atendidas, como cultivares que otimizem a interação genótipo X ambiente.

Há necessidade de permanência desses agricultores no campo, pois nos centros urbanos eles tendem a ter subempregos, por se tratar de pessoas de baixa escolaridade e qualificação. No campo, eles dispõem de qualidade de vida digna, com legumes, frutas, ovos, carnes, transporte e lazer, benefícios que certamente não seriam mantidos nos centros urbanos.

Os aspectos econômicos da cultura do milho-branco estão na agregação de valores dos produtos agropecuários.

As lavouras de milho-branco são pequenas, não gerando recursos financeiros suficientes para manutenção dos agricultores na zona rural. A média de faturamento desses agricultores, em 1 ha, com a produção de 60 sacos (de 60 kg) ao valor de R\$ 18,00/saco, é de R\$ 1.080,00, num período de um ano, visto que o plantio nessa região é realizado anualmente e que o custo de plantio é mínimo. A maneira de agregar valor é feita pela comercialização de porcos, ovos, carne de boi e frango, leite e seus derivados (queijos, doces, bolos, broas e biscoitos), o que permite aumentar a renda dos agricultores.

Esses agricultores são, em geral, descapitalizados e com acesso restrito aos sistemas formais de financiamento agrícola, logo a redução no custo de produção é fundamental para que ocorra o plantio, uma vez que o custo do saco de grãos varia de R\$ 50,00 a R\$ 200,00, representando alta porcentagem do valor total do custo de produção.

Os agricultores familiares de Barbacena estão ligados ao meio por utilizarem técnicas antigas de produção, como: uso de adubo orgânico (esterco de bovinos), consórcio e cultivo mínimo do solo, não usam herbicidas, inseticidas,

fungicidas, irrigação e adubos químicos, principalmente N, que demanda alta energia na sua produção e é poluente quando aplicado em excesso, além disso dificilmente usariam cultivares transgênicos.

As raças locais de milho apresentam máxima interação com sua região de origem, onde são plantadas e selecionadas. No entanto, a variabilidade genética nessas populações pode ser útil como fonte de germoplasma para outros locais, com sistemas produtivos similares, cujos problemas com estresses bióticos e abióticos são comuns.

O desempenho dessa população na localidade de Campos dos Goytacazes-RJ, que apresenta condições edafoclimáticas contrastantes com aquelas da sua origem, é de grande interesse, principalmente no que se refere à produtividade diante de altas temperaturas, baixa altitude, baixa precipitação e ventos fortes.

Há também interesse em mostrar a eficiência do método de seleção para características de baixa herdabilidade, em identificar a variabilidade genética na população e em avaliar a eficiência direta e indireta.

Logo, um processo de melhoramento sobre a raça local de milho-branco, visando o aumento da produção e da produtividade local dos agricultores da microrregião de Barbacena, acompanhada de interação genótipo X ambiente, será de suma importância para o desenvolvimento sócio-econômico desses agricultores, Assim, os objetivos do trabalho foram:

- a) caracterizar uma raça local de milho-branco;
- b) avaliar sua variabilidade genética;
- c) avaliar seu desempenho agrônômico;
- d) predizer os ganhos genéticos com um ciclo de seleção de progênies de meios irmãos; e
- e) resgatar uma raça local de milho-branco que nunca passou por algum método clássico de melhoramento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de milho

O cultivo do milho, antes da Revolução Verde (década de 1970), era relacionado à subsistência; hoje, com a melhoria dos níveis tecnológicos no processo produtivo e com o conseqüente incremento na produtividade, a produção está mais associada a cultivos comerciais (SAWASAKI e PATERNIANI, 2004). Por ser o Brasil um país que apresenta grande diversidade cultural e econômica, o cultivo do milho em pequenas propriedades, visando a subsistência, ainda é atividade comum. Em termos de área plantada e de produção de grãos, o milho é a segunda cultura de maior importância no Brasil, devendo ser ressaltado que apenas nos quatro últimos anos perdeu a primeira colocação para a cultura da soja, mesmo assim apresenta importância social e econômica pelo número de empregos gerados (GARCIA, 2006).

Assim, sua importância reside na capacidade de empregar mão-de-obra, em virtude de suas características de produção. Essa cultura tem grande participação na geração de empregos no setor rural, seja no emprego de homens na pequena propriedade ou na contratação de tratoristas na grande propriedade (SAWASAKI e PATERNIANI, 2004). Devido à grande versatilidade no seu uso, o milho pode ser consumido diretamente ou como componente para fabricação de balas, biscoitos, pães, chocolates, geléias, maionese e até cerveja. Seu uso industrial não se restringe ao setor alimentício. É largamente utilizado na

produção de elementos espessantes e colantes e na produção de óleos e de etanol. Portanto, é uma cultura que gera grande número de empregos no setor industrial (WIKIPÉDIA, 2006).

Apesar de nacionalmente conhecido e cultivado, somente cerca de 15% da produção brasileira se destina ao consumo humano, mesmo assim de maneira indireta, na composição de outros produtos. Este fato se deve principalmente à falta de hábito de consumo nas maiores regiões produtoras, e de informação sobre o milho e de maior divulgação de suas qualidades nutricionais. Dentre as iguarias brasileiras, o milho é matéria-prima principal de vários pratos como canjica, cuscuz, polenta, angu, mingaus, cremes, bolos, pipoca ou milho cozido, sendo a maioria desses pratos consumida apenas em determinados meses do ano, em virtude de festas típicas regionais (WIKIPÉDIA, 2006).

2.2. Sistemas de produção

O milho é cultivado em praticamente todo o território nacional, com uma área plantada na safra 2005/2006 de 12 milhões de hectares, destacando-se como o terceiro maior produtor do grão. Entretanto, o Brasil não se destaca entre os países com maior produtividade, cuja média é 3.175 kg/ha, valor inferior ao da média mundial, que é de 4.500 kg/ha (AGRIANUAL, 2005).

Uma das razões do baixo nível de produtividade é a existência da diversidade nas condições de cultivo. É observada desde a agricultura de subsistência, sem utilização de insumos modernos (produção voltada para o consumo na propriedade e eventual excedente comercializado), até lavouras que utilizam o mais alto nível tecnológico, alcançando produtividades equivalentes às obtidas em países de agricultura mais avançada (MATTOSO, 2003). O conjunto de pequenos produtores formados por agricultores que empregam em suas lavouras baixo capital e nível tecnológico, e que respondem pela maioria dos produtores de milho do País, tem como enfoque o consumo da produção na propriedade, e não a comercialização. Já a parcela de grandes produtores, caracterizados pelo alto investimento de capital e tecnologia na produção de milho, responde pela minoria dos produtores no Brasil (DUARTE, 2003).

Um trabalho realizado pela Embrapa Milho e Sorgo, sem considerar a região de plantio, evidenciou quatro tipos de produtores de milho: a) “Produtor

Comercial de Grãos” é aquele que produz milho e soja em rotação, é especializado na produção, tem como objetivo a comercialização e utiliza a melhor tecnologia disponível; b) “Produtor de Grãos e Pecuária” refere-se ao agricultor que usa médio nível de tecnologia em lavouras pequenas, tem o milho como principal cultura e não possui boa capacidade gerencial; c) “Pequeno Produtor” é aquele produtor de subsistência, que utiliza baixos níveis tecnológicos, envolvendo o uso de sementes não-melhoradas e pequenas lavouras; e d) “Produtor de Milho Safrinha” é o que produz milho fora da época convencional, na segunda safra, e possui conhecimento sobre a cultura a ponto de poder ajustar o nível tecnológico a ser empregado em função dos riscos ambientais, principalmente falta de chuva. Logo, é evidente que não existe um único padrão tecnológico que atenda a todos os sistemas de produção utilizados e que se adapte a todas as situações inerentes a cada lavoura (MATTOSO, 2003).

2.3. Histórico do melhoramento de milho

Os cultivares de milho utilizados nas décadas de 1960 e 1970 são hoje os denominados de “variedades antigas”, sendo o Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), um dos pioneiros na formação e no desenvolvimento de variedades melhoradas no Brasil. Essas variedades foram rapidamente disseminadas por todo o País, mas apresentavam características que não convinham ao mercado de sementes, que era o porte muito elevado. Tal característica acarretava problemas na mecanização agrícola, principalmente na época da colheita; na polinização manual nos programas de obtenção de híbridos e de melhoramento; na retirada dos pendões em campos de formação de híbridos; e no acamamento e quebramento (MACHADO, 1998).

Também naquela época foram plantadas variedades que possuíam como características baixa produtividade, porte excessivamente alto, facilidade de acamamento e baixa eficiência fisiológica, além de não suportarem altas densidades de semeadura por causa do tipo de arquitetura da planta e por possuírem ciclo tardio (GARCIA, 2006). A origem dessas variedades é desconhecida, sendo muitas provenientes de introdução ou seleção de tipos

praticados por agricultores, coletadas de produtores de milho locais, recebendo nomes da região ou do município da coleta. A baixa produtividade das variedades é consequência das condições tecnológicas em que eram conduzidas as lavouras, apesar de adequadas na época. Dentre os fatores culturais utilizados que limitaram o alcance de maior produtividade, destacam-se a adubação apenas com farinhas de ossos no plantio e a população de plantas em torno de 27.500 plantas/ha (espaçamento de 1,2 x 0,3 m), sendo esse número muito baixo quando comparado aos de hoje, em que se consegue uma população de até 55.000 plantas/ha (SAWAZAKI e PATERNIANI, 2004).

Na década de 1980, os programas de melhoramento ainda sofriam influência da Revolução Verde, mas o grande advento dessa época foi a biotecnologia, que tinha como objetivo desenvolver cultivares promissores no que se refere à produtividade, à qualidade nutricional, à resistência e à tolerância a diferentes tipos de estresses bióticos e abióticos, que passaram a fazer parte dos programas de melhoramento genético (MACHADO, 1998).

O desenvolvimento de cultivares melhorados realizado pelas instituições públicas, na década de 1980, mostrou forte relação com o mercado de sementes, com as empresas vinculadas a esse setor e com grandes produtores. Por consequência, houve distanciamento natural dos pequenos agricultores e das comunidades familiares, devido à falta de estratégia adequada para levar a tecnologia a esses agricultores, que têm a cultura do milho voltada para o consumo em sua própria propriedade (MACHADO, 1998). Na década de 1990, começou o enfoque no meio ambiente e no estresse ambiental. Assim, houve necessidade de mudar os métodos e as estratégias dos programas de melhoramento genético. As atenções eram voltadas para a agricultura e o desenvolvimento sustentável, que seguem o princípio de que a agricultura deve ser uma atividade lucrativa, onde o uso de insumos e energia é minimizado, os alimentos devem ser produzidos com qualidade e isentos de agentes contaminantes ou tóxicos e o meio ambiente deve ser mantido com boa qualidade e despoluído. Nesse período ocorre a aplicação da biotecnologia, com interesse no desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas, na multiplicação de plantas por clonagem *in vitro*, na marcação molecular de caracteres genéticos de interesse e, principalmente, na proteção desses cultivares (MACHADO, 1998).

Atualmente o melhoramento genético de milho visa atender à política global de desenvolvimento sustentável, onde, além das características agronômicas tradicionais de avaliação, também são incorporados parâmetros de eficiência para o uso de insumos externos e elementos nutricionais orgânicos e inorgânicos e de tolerância aos estresses biótico e abiótico.

2.4. Manejo da cultura do milho

O milho é cultura de primavera-verão. A produção de grãos ou de milho para silagem depende da energia solar captada, da água e dos nutrientes captados pela planta para manter seu crescimento. Esses fatores ambientais são definidos principalmente por clima e solo. Os fatores edafoclimáticos são referidos como os mais importantes não só para o desenvolvimento da cultura, como também para a definição de sistemas de produção. Assim, temperatura, precipitação e radiação solar atuam eficientemente nas atividades fisiológicas, interferindo diretamente na produção de grãos e matéria seca (SANS e SANTANA, 2003).

A exigência térmica, que é a soma das unidades calóricas da emergência ao florescimento, define o ciclo do cultivar. Cultivares de ciclo normal apresentam exigência térmica de 890 a 1.200 unidades calóricas (UC), o que promove o florescimento masculino em torno de 70 dias após a emergência. Nos cultivares considerados precoces, a exigência térmica varia de 831 a 889 UC e o florescimento masculino ocorre em torno de 65 dias; nos cultivares considerados superprecoce a exigência térmica varia de 780 a 830 UC e o florescimento ocorre por volta de 60 dias. Outras classificações incluem cultivares de ciclo semiprecoce, médio e tardio (MIRANDA *et al.*, 2005).

O plantio realizado quando as médias das temperaturas mínimas estiverem abaixo de 10 °C tem a germinação reduzida e o maior número de plantas anormais. Para o desenvolvimento adequado do milho, a faixa de temperatura diurna ótima varia de 25 a 30 °C. No estágio de 12-14 folhas (pré-endoamento), temperaturas acima de 32 °C reduzem a produção, por diminuir a viabilidade do grão de pólen. Temperaturas diurnas abaixo de 19 °C provocam redução do metabolismo e do crescimento da planta, resultando na produção de espigas menores, o que diminui a produção. As temperaturas noturnas maiores

que 24 °C proporcionam aumento da respiração, de tal forma que a taxa de fotossíntese cai e, conseqüentemente, ocorre queda na produção. A redução da temperatura para valores inferiores a 15 °C ocasiona retardamento na maturação dos grãos. Quanto maior a diferença entre as temperaturas diurna e noturna melhor o crescimento e o desenvolvimento do milho, visto que quanto mais elevada for a amplitude térmica, maior será a eficiência de conversão da planta no estágio de 12-14 folhas em grãos leitosos.

Quanto maior a intensidade de luz, maior a produção de grãos, já que a planta de milho, por pertencer ao grupo de plantas C4, responde com elevados rendimentos ao aumento da intensidade luminosa (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Logo, qualquer fator que diminua a incidência de luz na cultura, como dias nublados e chuvosos e alta população de plantas, pode causar redução na produção (MIRANDA *et al.*, 2005).

A altitude é outro fator a ser considerado ao tomar a decisão de quando plantar a lavoura. No Brasil central, considera-se que a aptidão da região para produtividade acima de 150 sacos de grãos de milhos/ha é baixa em altitudes menores que 500 m, média de 500 a 700 m, alta de 700 a 1.100 m e média/alta de 1.100 a 1.300 m. Altitudes acima de 700 m apresentam como vantagens temperaturas noturnas inferiores a 24 °C e maior precipitação pluvial. Por outro lado, apresentam a desvantagem de maior umidade proporcionada pelo orvalho, o que favorece a ocorrência de doenças (MIRANDA *et al.*, 2005).

A escolha do cultivar deve levar em consideração a finalidade da cultura, a época de plantio e o nível tecnológico que será empregado (MIRANDA *et al.*, 2005). O produtor deverá considerar aspectos como: adaptação à região, produtividade e estabilidade, ciclo, tolerância a doenças, qualidade do colmo e raiz, textura e cor de grão, visto que a produtividade da lavoura de milho é o resultado do potencial genético, das condições edafoclimáticas do local de plantio e do manejo da lavoura (CRUZ *et al.*, 2003).

No mercado de sementes de milho existem basicamente dois tipos de cultivares: os híbridos e as variedades. Os híbridos, dependendo da base genética, podem ser classificados em intervarietal, simples modificado, triplo e duplo. As variedades são populações melhoradas, que possuem maior rusticidade e estabilidade, são mais adaptadas a sistemas de cultivos que empregam de baixa à média quantidade de insumos e podem ser reutilizadas, sem diminuição

da produtividade (MIRANDA *et al.*, 2005). São ainda de grande importância em regiões onde, devido às condições econômico-sociais e de baixa tecnologia, a utilização de híbridos torna-se inviável. Na agricultura familiar, as variedades devem ser amplamente utilizadas e recomendadas (CRUZ *et al.*, 2003).

Os híbridos somente têm alto vigor e produtividade na primeira geração, sendo necessária a aquisição de sementes todos os anos (CRUZ *et al.*, 2003). Em geral, os híbridos são desenvolvidos para utilização em sistemas de cultivo que empregam alta tecnologia, o que justifica o alto investimento em sementes, fertilizantes, defensivos e, em alguns casos, irrigação. Em geral, quanto maior o potencial produtivo do cultivar, maior será o preço da semente, e também as exigências quanto à época adequada de plantio e tratamentos culturais, fertilidade do solo e ao controle fitossanitário (MIRANDA *et al.*, 2005).

Existem cultivares específicos para produção de grãos, milho-verde, milho-doce, milho-branco, silagem, pipoca, óleo etc., o que aumenta as chances de sucesso do empreendimento, com otimização das vantagens específicas (MIRANDA *et al.*, 2005).

Os cultivares de milho podem ser agrupados de acordo com a textura do grão. Os milhos comuns podem apresentar grãos dentados, duros, semiduros e semidentados, de características intermediárias. Nos do tipo dentado ou mole (*dent*), os grânulos de amido são densamente arranjados nas laterais dos grãos, formando um cilindro aberto que envolve parcialmente o embrião. Na parte central, os grânulos de amido são menos densamente dispostos e farináceos. O grão é caracterizado pela depressão ou “dente” na sua parte superior, resultado da rápida secagem e contração do amido mole. Os grãos do tipo duro ou cristalino (*flint*) apresentam reduzida proporção de endosperma amiláceo em seu interior, notando-se que a parte dura ou cristalina é a predominante e envolve por completo o amido amiláceo. A textura dura é devido ao denso arranjo dos grãos de amido com proteína. Os grãos semiduros e semidentados apresentam características intermediárias (CRUZ *et al.*, 2003).

Os grãos duros têm a vantagem de boa armazenagem e qualidade de germinação, em função da quantidade de endosperma vítreo que apresentam. Milhos de grãos mais duros são preferidos pela indústria alimentícia, alcançando preço um pouco superior no mercado, enquanto os de grãos dentados não são aceitos ou são comprados por um preço menor (CRUZ *et al.*, 2003). No entanto,

em cultivares para produção de milho-verde e silagem, grãos dentados é uma característica desejada e freqüente, uma vez que grãos do tipo duro apresentam menor digestibilidade, devido à presença de maior quantidade de endosperma vítreo, que impede a atuação das enzimas do trato digestivo animal (VIEIRA NETO *et al.*, 2004). Dentre as opções de mercado, 35,9% dos cultivares apresentam grãos semiduros e 45,1%, grãos duros. Os cultivares semidentados (13,8%) e dentados (5,1%) são minorias (CRUZ *et al.*, 2003).

Com os trabalhos de melhoramento (há cerca de 70 anos), além de mais produtivos, os cultivares modernos sofreram várias modificações morfológicas, como a redução do porte e ciclo da planta, maior adaptabilidade a condições de estresse hídrico, maior capacidade de resposta à adubação, menor acamamento, maior resistência a doenças e pragas e maior eficiência na produção de grãos. Os cultivares mais tardios tiveram redução de cerca de dez dias no ciclo (da emergência até o florescimento masculino), em comparação com as formas antigas. A redução no porte avaliada pela altura da espiga foi de 95 cm no cultivar moderno mais alto. A eficiência da planta de milho na produção de grãos, avaliada pelo ICO (índice de colheita = massa seca de grãos/massa seca total), foi acima de 40% para os cultivares modernos, enquanto das variedades antigas ficaram entorno de 28% (SAWAZAKI e PATERNIANI, 2004).

A redução do ciclo dos cultivares e do seu porte resultou em aumento no potencial de produção, uma vez que, modificando a arquitetura foliar das plantas, a fotossíntese teve seu uso intensificado, permitindo maior número de plantas/ha.

O tamanho do grão depende principalmente do endosperma. A coloração é encontrada neste (branca, amarela e alaranjada), na aleurona e no pericarpo. O aleurona e o pericarpo podem ser estriados, manchados etc. (MACHADO e PATERNIANI, 1998). Embora no comércio o predomínio seja da cor alaranjada (40%), com variações de laranja ou laranja-avermelhada, avermelhadas, amarelo-alaranjada, amarelo-laranja e amarela, existem também cultivares de grãos brancos e o cultivo em pequenas áreas de grãos coloridos e de textura farinácea (CRUZ *et al.*, 2003).

2.5. Milho-branco

É uma variedade ainda pouco difundida no Brasil, tendo como finalidade a produção de canjica, grãos e silagem.

A planta é bastante alta, variando de 2,20 a 2,80 m, sendo a inserção da espiga a 1,50 m do solo aproximadamente. A espiga é grande, cilíndrica e apresenta alta compensação. O sabugo é fino. Os grãos são brancos, profundos, pesados e de textura média. O colmo tem alta resistência física e boa sanidade. A raiz tem boa fixação. A planta é especialmente resistente às principais doenças foliares do milho, em diferentes altitudes e épocas de plantio (WIKIPÉDIA, 2006).

Em algumas épocas e regiões do Brasil, a cotação da saca de milho-branco pode ser até 50% superior à do milho tradicional. O auge da demanda ocorre no período imediatamente posterior à Quaresma, pois a canjica é um prato típico das chamadas “festas juninas”, diferentemente da microrregião de Barbacena-MG, onde o consumo ocorre durante todo o ano.

No Brasil, o milho-branco é bastante difundido nos Estados do Paraná e São Paulo, ocorrendo plantações isoladas em Santa Catarina, Minas Gerais e Mato Grosso. Nos Estados Unidos, a produção de milho-branco, em 2004, correspondia a 3% do total. Embora ainda minoritário, nos últimos anos o milho-branco tem ganhado espaço no mercado, e a área plantada tem refletido o aumento da demanda. Um dos motivos é que o mercado reconhece que ainda não existem variedades transgênicas de milho-branco, o que automaticamente aumenta seu valor em nichos específicos (WIKIPÉDIA, 2006).

2.6. Raça local de milho-branco

A cidade de Barbacena-MG está localizada a 1.165 m de altitude, na região central das Minas Gerais, denominada Campos das Vertentes, a 21°13'33" de latitude sul e 43° 46'25" de longitude oeste. Tem uma população de 121.397 habitantes (IBGE, 2004), e destaca-se internacionalmente pela produção de rosas, sendo esta a principal e mais rentável atividade agrícola desenvolvida no município. Ao se destacar nacionalmente na atividade da floricultura, os órgãos de apoio e assistência à agricultura priorizam suas atenções nessa atividade, não oferecendo a devida assistência aos produtores que se dedicam à produção de

hortifrutigranjeiros, à atividade da pecuária e aos pequenos agricultores, que também são responsáveis pela economia da cidade.

As sementes híbridas, os adubos formulados e outros insumos modernos são utilizados de forma diferenciada na região. Devido à topografia muito acidentada e ao alto grau de desconfiança dos pequenos agricultores em relação ao híbrido, no que se refere à dependência do mercado de sementes, a região preservou e mantém até hoje a tradição de cultivar materiais antigos, mais bem adaptados às condições regionais de terreno, clima e relevo (SILVA e SANTOS, 1998). Muitos agricultores mantiveram, em parte ou no todo, o sistema de produção original, ou seja, aquele praticado por seus antepassados e que lhes foram passados por várias gerações. Uns dos componentes desse sistema de produção são o uso de sementes-crioulas, ou próprias, e o baixo capital aplicado nas lavouras, principalmente no que se refere à utilização de insumos. Dessa forma, os sistemas de produção definidos como modernos deram sinais de insustentabilidade econômica, ambiental e, principalmente, social na região, manifestada pela exclusão de agricultores que não conseguiram ou não puderam se adaptar (MENEGUETTI *et al.*, 2002).

Grande parte da população barbacenense se localiza na chamada zona rural e é composta, em sua grande maioria, por agricultores familiares com médio a baixo poder aquisitivo e acesso limitado à tecnologia. Esses agricultores possuem um antigo e comum hábito da região, que é o cultivo do milho-branco, cujas sementes-crioulas são mantidas ao longo dos anos nas próprias propriedades e são utilizadas no plantio da safra seguinte.

Mesmo aqueles produtores que utilizam alguma tecnologia e, portanto, conseguem maior produção, só plantam um único tipo de milho, o branco. Entre os motivos que os levaram a manter os sistemas locais de produção estão a preservação de costumes tradicionais, a característica específica da espécie e certa autonomia em relação ao sistema de produção.

O consumo de milho-branco em Barbacena e em seus distritos ocorre de forma intensa, de modo que alguns agricultores chegam a desconhecer o uso do milho-amarelo-alaranjado na alimentação humana, admitindo seu uso apenas de forma restrita na alimentação de suínos. Os agricultores utilizam o milho-branco como base na sua alimentação diária, onde o prato típico da região, denominado angu, está presente todos os dias do ano no almoço e jantar, pois os mais idosos

se recusam a fazer suas refeições sem a presença deste. Da mesma maneira, o milho é igualmente usado no preparo de mingaus, bolos, biscoitos, comidas típicas como frango ao molho pardo, farinha de fubá branco, dentre outros. São também observadas na região pessoas que têm como principal fonte de renda a venda do fubá de milho-branco em mercados, armazéns, feira livre etc. Desse milho são obtidos a silagem e o alimento de pequenos animais, como frangos caipiras, galinhas poedeiras e patos.

As sementes da população local de milho de polinização aberta, cultivadas pelos agricultores por um período mínimo de 50 anos, passam por um tipo de melhoramento, em que as espigas são debulhadas manualmente, eliminam-se as sementes das pontas e as restantes são usadas no plantio da próxima safra. Apesar de ser uma planta de polinização aberta, existe um isolamento devido ao ciclo mais longo, ao baixo interesse de plantar milhos amarelos e à facilidade do descarte de sementes oriundas de grãos amarelos, devido ao efeito de xênia.

Como se trata de um milho-crioulo, a característica da planta não difere das de outros cultivares de mesma origem relatadas. A planta é extremamente alta, variando de 2,50 a 3,0 m, e possui até duas espigas/planta, com boa qualidade de empalhamento, evitando a presença de patógenos e pragas no campo e no local de armazenamento. Os grãos possuem o pericarpo e a aleurona incolores e o endosperma branco, daí a cor branca dos grãos. Outros fatores inerentes à microrregião são sua elevada altitude e seu relevo montanhoso, que torna alta a suscetibilidade das plantas ao acamamento e quebramento devido à ocorrência de ventos e chuvas fortes. Essas características estão diretamente relacionadas com o maior problema enfrentado pelos agricultores durante o plantio do milho-branco, uma vez que doenças foliares, pragas, patógenos de solo e semente não são fatores limitantes.

É importante ressaltar a alta qualidade das sementes, que pode ser explicada pelo próprio processo seletivo ao qual é submetida à população, pois as plantas são colhidas com pelo menos três meses após a maturação fisiológica, e suas sementes, mantidas nas espigas empalhadas, são armazenadas em condições ambientes no paiol para plantio na próxima safra (MIRANDA *et al.*, 2003).

Em geral, os agricultores usam baixo nível tecnológico, o ciclo da cultura é longo e o plantio é realizado nos meses de outubro/novembro, quando a temperatura varia entre 17 e 25°C (primavera) e 21 e 34°C (verão) e a chuva é freqüente. Não há critério em relação ao número de sementes usadas para plantar 1 ha; o espaçamento entre as linhas de plantio é de 1 m e entre as plantas de 0,50 m. O preparo do solo é convencional, isto é, composto por uma aração e duas gradagens, realizado com junta de bois, e recentemente, porém em poucas propriedades, usa-se trator, por meio de prestação de serviços. O consórcio com feijão e abobrinha é comum na região, visando o uso mais intensivo da área e a diversificação da fonte de renda (MIRANDA *et al.*, 2005). A calagem é feita com calcário, que é distribuído sobre a superfície do solo alguns meses antes do plantio; a quantidade utilizada é determinada pelo próprio agricultor, uma vez que as características química e física do solo são desconhecidas. O mesmo ocorre com a adubação, em que são utilizados 150 kg da formulação 04-14-08 no plantio; a adubação de cobertura não é realizada pela maioria dos produtores da região, bem como o uso de irrigação. O controle de plantas daninhas é feito duas vezes, com enxada, se necessário. O controle químico de pragas e doenças não é realizado, por essas não atingirem o nível de dano econômico. A colheita manual acontece quando todas as plantas da lavoura estão totalmente secas. As espigas empalhadas colhidas são armazenadas em paiol, sem proteção contra pragas de armazenamento, principalmente carunchos e ratos. Essas práticas, realizadas sem nenhum critério técnico por esses agricultores, resultam em produção sempre abaixo da esperada.

2.7. Raça local de milho e variabilidade genética

A raça local de milho se destaca, em geral, pelo seu desempenho em várias condições de estresse. Trata-se de população bem adaptada ao seu local de origem, destacando-se pela alta resistência a pragas e doenças, bem como pela toxidez por alumínio, sendo considerado material importante para o melhoramento vegetal.

As raças locais são menos produtivas que os cultivares comerciais, entretanto essas populações são importantes por constituírem fonte de

variabilidade genética, que podem ser exploradas na busca de genes tolerantes e, ou, resistentes aos fatores bióticos e abióticos (ARAÚJO e NASS, 2002).

Portanto, há interesse dos melhoristas em ampliar a variabilidade genética dos seus programas de melhoramento, evitando, com essa prática, a perda de materiais por grandes epidemias, como a ocorrida em 1970 nos Estados Unidos, por *Helminthosporium maydis*, ou até mesmo perdas por erosão genética. Atividades como exploração de centros de origem e nos bancos de germoplasma, além de coletas junto aos agricultores, com a finalidade de resgatar raças locais para posterior utilização, são comuns entre pesquisadores.

2.8. Estimativas de parâmetros genéticos

A estimativa de parâmetros genéticos possibilita a obtenção de informações sobre a natureza da ação gênica envolvida na herança dos caracteres e fornece bases para a avaliação dos programas de melhoramento genético de uma população (COCKERHAM e ROBINSON, 1948).

As características agrônomicas de importância econômica são quantitativas, ou seja, são controladas por muitos genes e com influência do ambiente. As variações fenotípicas das características são devido aos efeitos genéticos e ambientais, e à interação destes. A variação dos efeitos dos alelos envolvidos no controle da característica é definida como variação genética ou genotípica. Os efeitos dos genes podem ser intra (dominância e recessividade) ou interlocos (epistasia). A variação dos efeitos médios dos alelos favoráveis ou desfavoráveis (ou seja, a presença do alelo) é conhecida como variância aditiva. A variação dos efeitos dos desvios da dominância (intra-locos) é conhecida como variância devido à dominância. A variação dos efeitos interlocos é conhecida como variância epistática. Somente os genes com efeitos aditivos podem ser herdados, pois um único alelo de cada loco de cada genitor em organismos diplóides é transmitido para a próxima geração. As estimativas dos componentes da variância genética são feitas por meio das médias, variâncias e co-variâncias genéticas. Em características qualitativas, os efeitos dos alelos são avaliados pela presença ou ausência da expressão, devido à baixa influência ambiental e ao fato de o controle genético ser por um ou dois genes no máximo.

As variâncias aditivas e de dominância, a herdabilidade e as correlações genéticas são, dentre os parâmetros genéticos, os mais importantes para a escolha da população-base e do método de seleção mais adequado (LORDÉLO, 1981). Conhecimentos acerca desses componentes de variâncias propiciam ao melhorista condições para estimar herdabilidade e prever o ganho genético com a seleção, o que permite avaliar as potencialidades da população, bem como a eficiência relativa dos métodos de melhoramento (HALLUER e MIRANDA FILHO, 1981).

Vários métodos foram propostos, todos fundamentados basicamente no grau de parentesco entre os indivíduos que constituem as progênes geradas em diferentes tipos de cruzamentos (PIRES, 2000). Um desses métodos é o da espiga por fileiras (*ear-to-row*), relatado por Hopkins em 1896, que em virtude de sua comprovada ineficiência no melhoramento de características muito influenciadas pelo ambiente, por exemplo produtividade, foi modificado por LONNQUIST (1964), gerando, então, o método espiga por fileira modificado, no qual foi introduzido o uso de repetições locais e seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos. Nesse método, a seleção entre progênes é baseada na comparação das médias das progênes de meios-irmãos. Posteriormente, foi denominado como seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos, por PATERNIANI (1967).

A seleção dentro das populações visa selecionar grupos de indivíduos ou progênes superiores e, conseqüentemente, aumentar a média da população. A seleção recorrente pode ser conduzida para melhoria do comportamento de uma única população, sendo, nesse caso, denominada intrapopulacional. Os métodos intrapopulacionais, em geral, são de mais fácil execução e aplicáveis à maioria das características agrônômicas e, por essa e outras razões, são mais comumente utilizados do que os interpopulacionais, que são eficazes quando o objetivo da seleção recorrente é a melhoria simultânea de duas populações, visando a obtenção de linhagens com alta capacidade de combinação para produção de híbridos. Quando o objetivo do “programa” é adaptar germoplasma exótico ou melhorar o nível geral de variedades e a ação gênica predominante é aditiva, recomendam-se os métodos intrapopulacionais (BORÉM e MIRANDA, 2005).

A seleção com base no comportamento das progênes ou famílias é mais eficiente do que a realizada apenas com base no fenótipo dos indivíduos. Este princípio, instituído por Louis de Vilmorin no final do século XIX, talvez seja um dos mais importantes já estabelecidos no melhoramento de plantas. A seleção com base na avaliação de algum tipo de progênie permite a execução de testes com repetições conduzidas em diferentes ambientes. Dessa forma, as médias das progênes expressam menor variância fenotípica do que as estimativas para plantas individuais, ou seja, aquelas apresentam maior acurácia do que estas. A redução da variância fenotípica contribui para maior ganho genético esperado (BORÉM e MIRANDA, 2005).

2.9. Correlação entre caracteres

O conhecimento da correlação entre caracteres é importante, porque permite conhecer a influência que a seleção em uma característica terá sobre outras, aparentemente independentes. A correlação observada diretamente é a fenotípica, que pode ser decomposta em correlação genética e correlação ambiental. As correlações fenotípicas e genotípicas podem ter valores muito diferentes e até sinais contrários, tornando necessária a quantificação da correlação genética. Uma característica com baixa herdabilidade ou difícil de medir pode mais facilmente sofrer melhoramento genético se estiver altamente correlacionada com outra de alta herdabilidade e fácil medição, e a seleção incidir sobre essa outra (CRUZ e REGAZZI, 2002).

Em determinado ambiente, as características fenotípicas são os resultados da manifestação do genótipo sob influência do meio. Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, detecta-se efeito adicional, resultante da interação destes (SANTOS *et al.*, 2002). Em virtude da grande amplitude de plantio da lavoura de milho no Brasil, é muito difícil desenvolver cultivares que atendam a todas as regiões, uma vez que essas são altamente contrastantes, seja devido ao clima, solo, nível tecnológico empregado nas propriedades e mercado, ou às condições socioculturais dos produtores (MIRANDA *et al.*, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Locais de condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos em três ambientes:

1) Na Escola Agrícola “Antônio Sarlo”, situada na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ.

Campos dos Goytacazes localiza-se no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil, à latitude 21°45'15" sul e longitude 41°19'28" oeste, estando a uma altitude de 14 m. Com uma área de 4.031,910 km², é a maior produtora de álcool e petróleo do Brasil, e foi a primeira cidade a ter energia elétrica da América Latina. Possui clima tropical, quente e úmido, com temperatura média de 22,7 °C e precipitação média de 600 mm (WIKIPÉDIA, 2006).

2) Na estação experimental da Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Coimbra-MG.

Coimbra é um município do Estado de Minas Gerais. Localiza-se à latitude 20°50'30" sul e longitude 42°48'30" oeste, estando a uma altitude de 715 m. Possui uma área de 300,264 km², situada entre as Serras da Mantiqueira, a Serra do Caparaó e a Serra da Piedade, portanto uma cidade de relevo montanhoso, com 85% de montanhas, 12% ondulado e 3% plano. Possui clima

tropical de altitude, com média anual de 19,5°C e precipitação média de 1.200 mm (WIKIPÉDIA, 2006).

3) No sítio “Barro Preto”, situado no município de Barbacena-MG.

Barbacena é um município do Estado de Minas Gerais. Localiza-se à latitude 21°13'33" Sul e longitude 43°46'25" Oeste. Barbacena fica na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, a 169 km de Belo Horizonte. O município, com 1.439 km², ocupa o sítio de um antigo aldeamento de índios puris, na região conhecida como Campo das Vertentes. Sua economia baseia-se na agricultura, com ênfase nos hortifrutigranjeiros, nas flores e na pecuária. Com altitude de 1.165 m, tem clima subtropical, com média anual de 17°C e precipitação média anual de 1.400 mm (WIKIPÉDIA, 2006).

3.2. Método de melhoramento

Foi utilizado o melhoramento intrapopulacional de Seleção Entre Famílias de Meios-Irmãos, que é um método muito usado, por ser simples, rápido e eficiente na avaliação de populações de polinização aberta de milho (COIMRA, 2000).

3.3. População

Foi utilizada a raça local de Barbacena de milho-branco, obtida da seleção feita por pequenos produtores há vários anos de cultivo e que nunca passou por ciclo formal de seleção.

A raça local de milho-branco apresenta ampla variabilidade para a maioria dos caracteres agrônômicos de importância econômica da cultura.

Dentre as suas características podem ser citadas:

- duas espigas por planta;
- variabilidade em relação à altura da planta;
- resistência às principais doenças e pragas da cultura;
- grão de cor predominantemente branca; e
- grãos do tipo dentados.

3.4. Etapas do ciclo de seleção

O ciclo de seleção foi dividido em três etapas:

- obtenção das progênies de meios-irmãos;
- avaliação e seleção entre progênies; e
- recombinação das progênies superiores.

3.5. Obtenção das progênies

Foram selecionadas 100 espigas armazenadas em paiol, pelo pequeno agricultor da região, Sr. Sebastião Ribeiro. O critério de seleção das espigas foi o empalhamento adequado, a ausência de pragas e o maior tamanho das mesmas. Estas 100 espigas foram debulhadas manualmente, separadas, identificadas e armazenadas pelo Programa Milho[®] da UFV. Cada espiga constituiu uma família de meios-irmãos.

3.6. Avaliação e seleção entre progênies

Para avaliação e seleção entre famílias de meios-irmãos, foram instalados três experimentos: um em Coimbra-MG, em outubro de 2005, um em Campos dos Goytacazes-RJ, na mesma época de plantio, e outro em Barbacena-MG, com plantio em novembro de 2005. Uma quantidade suficiente de sementes de todas as progênies de meios-irmãos foi guardada, para posterior recombinação das famílias selecionadas.

O delineamento experimental utilizado foi o látice triplo 10 X 10, com três blocos de repetição, contendo 100 parcelas cada um. A parcela experimental foi constituída por uma fileira de 3,0 m de comprimento, com espaçamento de 1,0 m e densidade de semeadura de 0,20 m entre as plantas. Foram semeadas 20 sementes por linha. O desbaste foi realizado aos 21 dias após a emergência, deixando uma planta por cova. Foi mantida a população de 50.000 plantas por hectare.

O preparo do solo em Barbacena-MG e em Campos dos Goytacazes-RJ foi o convencional, isto é, uma aração e duas gradagens, e em Coimbra-MG adotou-se o plantio direto, por ser o sistema de manejo de solo utilizado na

região. A adubação de plantio foi de 300 kg/ha de N-P-K, formulação 8-28-16. A adubação de cobertura foi realizada com a aplicação de 60 kg de N/ha, na forma de sulfato de amônio, quando a planta apresentava a sexta folha completamente desenvolvida. Os tratos culturais (desbaste e capina) foram realizados, quando necessário.

Os seguintes caracteres foram avaliados:

- Porcentagem de Plantas Acamadas (PPA): obtida pela relação entre o número de plantas acamadas na parcela e o estande final. Foram consideradas plantas acamadas aquelas que apresentaram ângulo de inclinação superior a 45 graus, em relação à vertical, na ocasião da colheita.

- Porcentagem de Plantas Quebradas (PPQ): obtida pela relação entre o número de plantas quebradas na parcela e o estande final. Foram consideradas plantas quebradas aquelas que apresentaram o colmo quebrado, abaixo da espiga superior, em cada parcela, por ocasião da colheita.

- Estande Final (EF): número de plantas na parcela, na ocasião da colheita.

- Prolifidade (PRF): obtida ao dividir o número de espigas da parcela pelo estande final.

- Espigas sem grãos (ESG): número de plantas que apresentaram sabugo, mas não formaram grãos.

- Dias para florescimento masculino (FM): número de dias após a emergência das plântulas até a abertura das anteras; emissão do pendão.

- Dias para florescimento feminino (FF): número de dias após a emergência das plântulas até a presença de estilo-estigma em 50% das plantas.

- Altura de planta (AP): medida em metros, após o pendoamento, do nível do solo à base do limbo da folha bandeira, em cinco plantas competitivas por parcela.

- Altura de espiga (AE): medida em metros, após o pendoamento, do nível do solo à base da espiga superior no colmo, nas mesmas cinco plantas avaliadas para altura, por parcela.

- Número de espigas/parcela: número de espigas colhidas em cada parcela.

- Peso de grãos/parcela (PG): peso de grãos em kg/parcela, posteriormente transformado para kg/ha e corrigido para 14,5% de umidade.

3.8. Correção dos dados

Os dados obtidos com o peso de grãos e espigas por parcela foram corrigidos para umidade de 14,5%, para posterior análise estatística. Foi utilizada a seguinte fórmula:

$$P\% = \frac{Pc(1-U)}{(1-0,145)},$$

em que

P% = peso corrigido para 14,5% de umidade;

Pc = peso de campo (por parcela);

U = umidade dos grãos expressa em decimais; e

(1 - 0,145) = expressa o teor de matéria seca, quando a umidade é 14,5%.

3.9. Análises estatísticas

3.9.1. Análise de variância

A análise de variância intrablocos do látice, com tratamentos ajustados, foi realizada de acordo com o modelo linear proposto por Cochran e Cox (1957). Todos os efeitos foram pressupostos como sendo aleatórios. Portanto, considerou-se que as famílias de meios-irmãos avaliadas compunham uma amostra da população-base, sendo possível a estimação de parâmetros referentes à mesma população. O seguinte modelo estatístico para análise de variância total de parcela foi adotado:

$$Y_{ijl} = \mu + T_i + R_j + (B/R)_{jl} + E_{ijl},$$

em que

Y_{ijl} = observação do tratamento i ($i = 1, 2, \dots, v$), no bloco l ($l = 1, 2, \dots, k$) da repetição j ($j = 1, 2, \dots, r$);

μ = constante comum a todas as observações;

T_i = efeito da progênie de meios-irmãos i ;

R_j = efeito da repetição j ;

$(B / Rr)_{jl}$ = efeito do bloco l , dentro da repetição j ; e

E_{ijl} = erro experimental associado ao tratamento i no bloco l , da repetição j .

As seguintes pressuposições estão associadas ao modelo estatístico:

- $T_i \sim \text{NID}(0, \sigma_g^2)$;

- $R_j \sim \text{NID}(0, \sigma_r^2)$;

- $(B / R)_{jl} \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$;

- $E_{ijl} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$; e

- T_i , R_j , $(B / R)_{jl}$, e E_{ijl} são variáveis independentes para todo i , j e l .

O teste de interesse na análise de variância foi o da hipótese:

$H_0: \sigma_g^2 = 0$ vs

$H_1: \sigma_g^2 > 0$.

A estatística apropriada para o teste em questão foi:

$$F = \frac{\text{QMT}(aj)}{\text{QME}},$$

a qual, sob H_0 , tem distribuição F , com 99 graus de liberdade.

Tabela 1 – Esquema da análise de variância para o experimento em látice triplo 10 x 10, mostrando as esperanças matemáticas dos quadrados médios

FV	GL	QM	E(QM) ^{1/}
Repetições	(r-1) = 2	QMR	$\sigma^2 + k\sigma_b^2 + v\sigma_r^2$
Blocos/repetição (aj.)	r (k-1) = 27	QMB	$\sigma^2 + kr\sigma_g^2 + k\sigma_b^2$
Progênie (aj.)	(k ² -1) = 99	QMT _(aj)	$\sigma^2 + \frac{k}{k+1}r\sigma_g^2$
Resíduo (erro intrabloco)	(k-1)(rk-k-1) = 171	QME	σ^2
Total	(rk ² -1) = 299		

Fonte: Viana (1993).

^{1/} k = número de tratamentos por bloco; v = número total de tratamentos (v = k²); e r = número de repetições.

3.9.2. Análise de variância conjunta

Foram consideradas para análise conjunta as características em que as relações entre os quadrados médios dos resíduos entre os locais não foram superiores a quatro vezes (Tabela 2).

Tabela 2 – Esquema da análise de variância conjunta para os três experimentos em látice triplo 10 x 10, mostrando as esperanças matemáticas dos quadrados médios para Barbacena e Viçosa (MG) e Campos dos Goytacazes-RJ

FV	GL	QM	E(QM) ^{1/}
Repetições/Ambientes	(r-1) a	QMR	$\sigma^2 + k\sigma_b^2 + v\sigma_r^2$
Ambiente (A)	a-1	QMA	$\sigma^2 + k\sigma_{ga}^2 + kr\sigma_a^2$
Progênie (aj.)	(k ² -1)	QMT _(aj)	$\sigma^2 + k\sigma_{ga}^2 + \frac{k}{k+1}r\sigma_g^2$
Progênie X Ambientes	(k ² -1) x (l-1)	QMTA	$\sigma^2 + k\sigma_{ga}^2$
Resíduo Médio (erro intrabloco)	(k-1)(rk-k-1)	QME	σ^2
Total	(rk ² -1) x l		

Fonte: Viana (1993).

^{1/} k = número de tratamentos por bloco, v = número total de tratamentos (v = k²) e r = número de repetições.

3.9.3. Análise de co-variação

A estimação dos produtos médios, em relação aos caracteres X e Y (PM_{xy}), foi realizada mediante o uso da análise de variância individual para cada um dos caracteres e da análise de variância para a soma dos valores de X e Y. Portanto, os produtos médios foram estimados a partir da seguinte equação:

$$PM_{xy} = \frac{QM_{x+y} - QM_x - QM_y}{2},$$

em que

QM_{x+y} = quadrado médio da análise da soma dos caracteres X e Y;

QM_x = quadrado médio da análise do caráter X; e

QM_y = quadrado médio da análise do caráter Y.

Os componentes de co-variância foram estimados a partir das esperanças de produtos médios das fontes de variação (Tabela 3), sendo estas obtidas de maneira semelhante à estimação das esperanças de quadrados médios.

Tabela 3 – Esquema da análise de co-variação, mostrando as esperanças matemáticas dos produtos médios

FV	GL	PM	E(PM)
Blocos	r-1	PMB_{xy}	$\sigma_{xy} + g\sigma_{rxy}$
Tratamentos	g-1	PMT_{xy}	$\sigma_{xy} + r\sigma_{gxy}$
Resíduo	(r-1)(g-1)	PME_{xy}	σ_{xy}

Fonte: Cruz e Regazzi (2002).

3.9.4. Estimativas de parâmetros genéticos

De posse das esperanças de quadrados médios, apresentadas na Tabela 3, foram obtidas as estimativas dos componentes de variância. Foram utilizados os seguintes estimadores:

$\hat{\sigma}_g^2$, estimador da variância genotípica entre progênes (σ_g^2);

$$\hat{\sigma}_g^2 = \left(\frac{k+1}{k} \right) \left(\frac{QMT_{(aj)} - QME}{r} \right);$$

$\hat{\sigma}^2$, estimador da variância ambiental (σ^2);

$$\hat{\sigma}^2 = QME;$$

$\hat{\sigma}_F^2$, estimador da variância fenotípica entre progênes (σ_F^2) (VIANA, 1993); e

$$\hat{\sigma}_F^2 = \left(\frac{k+1}{k} \right) \left(\frac{QMT_{(aj)}}{r} \right).$$

A variância genética aditiva (σ_A^2) foi estimada a partir da seguinte relação (FALCONER, 1987):

$$\sigma_g^2 = \frac{1}{4} \sigma_A^2,$$

portanto

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4\hat{\sigma}_g^2.$$

Para calcular o desvio-padrão da estimativa da variância genotípica entre progênes utilizou-se a expressão:

$$s(\hat{\sigma}_g^2) = \pm \left[\left(\frac{k+1}{k} \right)^2 \cdot \frac{2}{r^2} \cdot \left(\frac{(QMT_{(aj)})^2}{(gl_1+2)} + \frac{(QME)^2}{(gl_2+2)} \right) \right]^{1/2},$$

em que

$s(\hat{\sigma}_g^2)$ = corresponde ao erro da estimativa da variância genética entre progênes; e

gl_1 e gl_2 = correspondem aos graus de liberdade para tratamento ajustado e resíduo intrablocos.

Os coeficientes de variação genética (CVg) e experimental (CVe) e o índice de variação (θ) foram obtidos de acordo com Vencovsky (1996), citado por Coimbra (2000). Os seus estimadores foram:

$$CV_g \% = \frac{\hat{\sigma}_g \cdot 100}{\bar{X}} ;$$

$$CV_e \% = \frac{\hat{\sigma}_e \cdot 100}{\bar{X}} ; e$$

$$\hat{\theta} = \frac{CV_g \%}{CV_e \%},$$

sendo \bar{X} a estimativa da média do carácter em estudo.

O estimador da herdabilidade, em sentido restrito, em nível de média de família de meios-irmãos foi:

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_F^2}.$$

De acordo com as esperanças dos produtos médios da análise de co-variação (Tabela 3), foi possível estimar a co-variância genética entre os caracteres X e Y (σ_{gxy}). O estimador:

$$\hat{\sigma}_{gxy} = \left(\frac{PMT_{xy} - PME_{xy}}{r} \right).$$

De posse do valor da estimativa da co-variância genética entre dois caracteres, foi estimado o coeficiente de correlação genética (r_{gxy}),

$$r_{gxy} = \frac{\hat{\sigma}_{gxy}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{gx}^2 \cdot \hat{\sigma}_{gy}^2}},$$

em que

r_{gxy} = estimador do coeficiente de correlação genética entre os caracteres X e Y;

$\hat{\sigma}_{gxy}^2$ = estimador da co-variância genética entre os caracteres X e Y;

$\hat{\sigma}_{gx}^2$ = estimador da variância genética do caráter X; e

$\hat{\sigma}_{gy}^2$ = estimador da variância genética do caráter Y.

Os estimadores das variâncias genotípicas dos caracteres X e Y foram obtidos pelas seguintes fórmulas:

$$\hat{\sigma}_{gx}^2 = \left(\frac{QMT_x - QME_x}{r} \right).$$

$$\hat{\sigma}_{gy}^2 = \left(\frac{QMT_y - QME_y}{r} \right).$$

Segundo Viana (1996), a co-variância entre médias genotípicas de mesma família de meios-irmãos, em relação a dois caracteres, equivale a um quarto da co-variância entre valores genéticos aditivos de mesmo indivíduo na população-base. Portanto, o estimador da correlação entre médias genotípicas de mesma família de meios-irmãos (r_{gxy}) é o estimador da correlação entre valores genéticos aditivos do mesmo indivíduo, na população de referência, ou seja, o estimador da correlação genética aditiva na população base.

Os estimadores dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) e de ambiente (r_a) foram:

$$r_F = \frac{PMT_{xy}}{\sqrt{QMT_x \cdot QMT_y}},$$

$$r_a = \frac{PME_{xy}}{\sqrt{QME_x \cdot QME_y}}.$$

3.10. Ganhos esperados por seleção

3.10.1. Seleção direta e indireta

A possibilidade de prever ganhos é considerada uma das maiores contribuições da genética quantitativa para o melhoramento. Assim, os processos de seleções direta e indireta surgem como as primeiras alternativas para obtenção de ganhos genéticos compensadores (MARTINS *et al.*, 2003). O estudo da natureza e magnitude das relações existentes entre caracteres fornece subsídios para se saber como o melhoramento de uma característica pode causar alterações em outras, o que torna possível a obtenção de resultados por meio de seleção direta e indireta para os caracteres de interesse (COIMBRA, 2000).

A predição de ganho foi realizada de acordo com a seguinte expressão:

$$GS = DS.p.h^2 = DS.p.\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_F^2},$$

em que

GS = ganho genético por seleção; e

p = controle parental; neste trabalho, a unidade de seleção é igual à unidade de recombinação, sendo recombinados apenas os indivíduos selecionados, portanto, p = 1.

DS = diferencial de seleção, obtido da seguinte forma:

$$DS = \bar{X}_s - \bar{X}_o,$$

sendo

\bar{X}_s = média dos indivíduos selecionados; e

\bar{X}_o = média da população.

O ganho de seleção indireto, ou seja, o ganho em relação ao caráter Y, quando a seleção é praticada sobre o caráter X, foi estimado pela seguinte expressão:

$$GS_{y(x)} = DS_{y(x)} \cdot h_y^2 \cdot p,$$

em que

$GS_{y(x)}$ = ganho em relação ao caráter Y, pela seleção direta no caráter X;

h_y^2 = herdabilidade do caráter Y;

$DS_{y(x)}$ = diferencial de seleção indireto, dado por:

$$DS_{y(x)} = \bar{X}_{sy} - \bar{X}_{oy},$$

em que

\bar{X}_{sy} = média dos indivíduos selecionados em relação ao caráter Y,

quando a seleção é praticada no caráter X; e

\bar{X}_{oy} = média da população para o caráter Y.

3.10.2. Níveis independentes de eliminação

O método dos níveis independentes de eliminação baseia-se no estabelecimento de nível mínimo (ou máximo) para cada caráter, de modo que a seleção seja feita entre os indivíduos cujo desempenho esteja entre o desejado e o limite preestabelecido (CRUZ e REGAZZI, 2002).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os programas GENES – Genética e Estatística (CRUZ, 1997) e SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises estatísticas

De acordo com a análise de variância conjunta, não foi constatada significância para a interação progênie x ambientes, para os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %) e relação altura de espiga/altura de planta (AE/AP), pelo teste F, a 5% de probabilidade, para as progênie de meios-irmãos da população cabocla de milho-branco (Tabela 4). Logo, para esses caracteres as progênie mantiveram o mesmo padrão de comportamento nas três localidades onde os experimentos foram conduzidos, conseqüentemente as conclusões para um ambiente serão semelhantes às dos demais.

Para os caracteres altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm) e peso de grãos (PG, kg/ha), houve interação progênie x ambientes, sendo o teste F significativo a 1% de probabilidade, ou seja, existe variabilidade entre as progênie por se tratar de três localidades com condições edafoclimáticas contrastantes. Como a população foi estruturada em famílias de meios-irmãos, a variabilidade genética entre progênie significa existência de variabilidade aditiva na população-base para esses caracteres, evidenciando a possibilidade de obtenção de ganhos por meio do processo de seleção com alteração do valor genotípico dessas características.

Tabela 4 – Resumo das análises de variância conjuntas para os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da população branca nos experimentos realizados em Barbacena-MG, Campos dos Goytacazes-RJ e Coimbra-MG

FV	GL	Quadrados Médios						
		EF	PRF	ESG	AP	AE	AE/AP	PG
Ambientes	2	1057,101**	108587,6 **	105788,6**	252811,2**	161989,4**	3169,2**	430508422**
Progênies (aj.)	99	36,979**	969,6**	896,9**	680,8**	650,4**	65,2*	780891**
Progênies x ambientes	198	7,569 ns	581,8 ns	520,98 ns	489,1**	385,2**	54,7 ns	580328**
Resíduo (erro intrabloco)	513	7,756	508,3	438,80	444,1	282,1	46,7	484400

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Os resultados das análises de variância para os caracteres prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) estão na Tabela 5 para Barbacena. Na Tabela 5 estão também o coeficiente de variação (CV%) e a eficiência do látice. Foi observada a eficiência do látice para os caracteres estande final (EF), prolificidade (PRF), espigas sem grãos (ESG), relação altura de espiga/altura de planta (AE/AP) e peso de grãos (PG), variando de 101,4 a 106,2% e para AP e AE de 175,88 e 152,6%, respectivamente. Segundo Marques Júnior *et al.* (1999), as análises dos dados devem ser processadas em látice, independentemente da magnitude da eficiência, por sempre apresentar alguma vantagem à seleção. Assim, o emprego do látice em relação aos blocos casualizados funciona como garantia para o melhorista de que possível heterogeneidade do solo pode ou não ocorrer.

Os coeficientes de variação do látice para os caracteres altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e AE/AP foram considerados baixos (até 15%), médios para EF, PRF e PG (máximo de 30%) e muito alto para ESG (maior que 30%). Os coeficientes de variação (CV) encontrados em ensaios agrícolas de campo estão relacionados com a precisão do experimento e com a variação intrínseca do caractere. Existe uma classificação proposta por Gomes (1990), que é amplamente utilizada pelos pesquisadores. Porém, segundo Scapim *et al.* (1995), essa classificação é muito abrangente e não leva em consideração as particularidades da cultura, sendo sugerida a classificação proposta por Garcia (1989), citado por Granatte *et al.* (2000). Essa classificação considera a peculiaridade inerente a cada caráter, em geral, um CV alto ocorre quando o caráter em questão sofre grande influência do ambiente, de modo heterogêneo, entre repetições para um mesmo tratamento (GRANATE *et al.*, 2002).

A análise de variância do estande final (EF, plantas/ha) entre as progênies foi significativa para o experimento de Barbacena (Tabela 5). A ocorrência de falhas de plantas nas parcelas, causando variações no estande, é uma situação freqüente em experimentos de campo, por diferentes razões. Nesse trabalho a significância observada para EF se deve às diferentes capacidades de germinação das progênies, sendo esta sua característica intrínseca. Assim sendo, progênies diferentes apresentam diferentes porcentagens de germinação, o que, conseqüentemente, provocou variação no estande final. Houve significância

Tabela 5 – Resumo das análises de variância para os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espiga sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da população branca em Barbacena-MG

FV	GL	Quadrados Médios						
		EF	PRF	ESG	AP	AE	AE/AP	PG
Repetições	2	0,693	58,530	227,43	5072,31	4582,5	64,84	8470178
Blocos/repetições (aj.)	27	11,291	490,322	406,14	3290,44	1963,8	24,24	2104084
Progênies (aj.)	99	17,561**	404,920 ns	344,01 ns	544,59 ns	563,2 **	22,61**	1215903 ns
Resíduo (erro intrabloco)	171	7,363	366,316	277,73	454,43	356,6	13,10	1205927
Média		13,913	79,30	21,8	295,05	195,5	66,09	2795
CV (%)		19,503	24,20	76,3	7,22	9,6	5,48	28
Eficiência do látice		103,019	101,4	102,4	175,88	152,6	106,2	105,0

* e ns = significativo e não-significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

entre as progênies para AE e AE/AP. Para AP e PG não houve diferenças significativas entre as progênies. Nesse ambiente, não foram coletados dados referentes aos dias de florescimento masculino e feminino.

Os resultados das análises de variância referente aos caracteres EF, PRF, ESG, AP, AE, AE/AP e PG para Campos dos Goytacazes-RJ, estão na Tabela 6, bem como o CV e a eficiência do látice. Os caracteres EF, PRF, ESB e AE/AP foram significativos pelo teste F, a 1% de probabilidade, no entanto não serão discutidos, por não terem apresentado interação progênies x ambiente significativa nas análises de variância conjuntas.

De acordo com a análise de variância, foi observada a existência de variabilidade entre progênies, para os caracteres AP, AE e PG, pelo teste F, a 1% de probabilidade (Tabela 6). Essas características apresentaram baixo coeficiente de variação para AP e AE, e CV médio para PG, indicando alta precisão experimental e valores que confirmam a eficiência do látice como um delineamento estatístico que possibilita a obtenção de melhor controle local.

As análises de variância dos caracteres EF (estande final), PRF (prolificidade), ESG (espigas sem grãos), AP (altura de plantas), AE (altura de espigas), AE/AP (relação entre altura de plantas e altura de espigas) e PG (peso de grãos) para Coimbra-MG estão na Tabela 7, bem como os CVs e a eficiência do látice. Como já mencionado, só serão discutidos os caracteres que apresentaram interação progênies x ambiente significativa de acordo com as análises de variâncias conjuntas (Tabela 4). Para AP, AE e PG, os CVs foram considerados baixos e a eficiência do látice alta, confirmando a eficiência do teste. Em Coimbra, os caracteres AE e PG foram significativos a 5% de probabilidade, pelo teste F, e o caractere AP não. Assim, as plantas das progênies mantiveram a homogeneidade no que se refere à altura de plantas, uma vez que a seleção feita pelos agricultores visa a utilização dessas plantas para silagem. Portanto, plantas mais altas produzem maior quantidade de matéria verde, o que não está de acordo com o sistema moderno de produção de silagem, em que a qualidade é prioridade sobre a quantidade, o que levou à ausência de variabilidade genética entre as progênies. Entretanto, o fato de o experimento ter sido submetido a veranicos e temperaturas elevadas durante a maior parte do ciclo da cultura, provavelmente, explica parte da baixa produtividade da raça local de milho-branco, pois é sabido que em tais condições a germinação de grãos de pólen é

Tabela 6 – Resumo das análises de variância para os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da população branca, em Campos dos Goytacazes-RJ

FV	GL	Quadrados Médios						
		EF	PRF	ESG	AP	AE	AE/AP	PG
Repetições	2	4,013	677,41	430,03	141463,12	5358,2	191,50	462702
Blocos/repetições (aj.)	27	4,568	565,817	577,28	560,14	444,3	9,42	249219
Progênies (aj.)	99	19,003**	772,561**	73127**	385,36**	330,8**	16,43**	326509**
Resíduo (erro intrabloco)	171	4,172	438,114	378,87	180,60	138,4	7,40	126701
Média		13,463	53,95	46,49	254,09	175,4	69,07	820
CV (%)		15,172	38,80	41,87	5,29	6,7	3,94	20
Eficiência do látice		100,145	101,11	102,93	121,07	122,44	101,00	107

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Tabela 7 – Resumo das análises de variância para os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênes de meios-irmãos da população branca, em Coimbra-MG

FV	GL	Quadrados Médios						
		EF	PRF	ESG	AP	AE	AE/AP	PG
Repetições	2	536,410	11831,08	9999,80	22204,6	14058,6	261,09	71849
Blocos/repetições (aj.)	27	16,344	1089,71	1597,25	3775,7	2692,4	176,37	282940
Progênes (aj.)	99	15,553*	955,79*	863,60*	729,0 ns	526,9*	135,58 ns	399135**
Resíduo (erro intrabloco)	171	11,733	720,45	659,81	697,4	351,4	119,58	120573
Média		10,460	41,92	58,72	238,94	149,16	62,58	631
CV (%)		32,746	64,02	43,75	11,05	12,56	17,47	18
Eficiência do látice		101,842	113,74	112,65	151,37	181,56	102,51	111,0

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

comprometida e o enchimento de grãos ocorre de forma insatisfatória. O caractere AE apresentou significância, por ser de origem genética, logo houve variabilidade entre as progênes e interação destas com o ambiente. Conclui-se, portanto, que esse caractere pode ser modificado para as gerações seguintes.

Para os experimentos de Campos dos Goytacazes-RJ e Coimbra-MG, a análise conjunta para número de dias após a emergência das plântulas até a emissão do pendão (FM), número de dias após a emergência das plântulas até a presença de estito-estigma em 50% das plantas (FF), intervalo de dias entre os florescimentos masculino e feminino (IFMF) e porcentagem de plantas quebradas (PPQ) revelou haver interação progênes x ambientes entre os caracteres FF e IFMF a 1% de probabilidade, pelo teste F (Tabela 8). Assim sendo, altitudes, temperaturas e espaçamento diferentes daqueles verificados no local de origem da população interferem nos intervalos de dias entre o florescimento masculino e feminino (IFMF), atrasando o florescimento feminino (FF) em função de temperaturas elevadas e do excesso de luz difusa absorvida pelas plantas na ocasião de alta densidade de plantas.

A Tabela 9 apresenta as análises de variância para os caracteres números de dias para emissão do pendão (FM) e do estilo estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF) e porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ), em Campos dos Goytacazes-RJ. Considerando os caracteres FM e FF, observou-se significância a 1%; para IFMF este foi de 5%, pelo teste F. Portanto, existem diferenças entre as progênes e provavelmente o IFMF seja o principal motivo para a baixa produção constatada nesse ambiente, visto que a maioria das plantas produziu espigas sem grãos, apesar da irrigação e da quantidade de adubos utilizados.

Para o caráter PPQ, não foi observada significância a 5% de probabilidade, pelo teste F, entre as progênes (Tabela 9). No entanto, todas as progênes foram igualmente ruins, uma vez que plantas quebradas estiveram sempre presentes, independentemente do ambiente em que foram cultivadas. Portanto, todas as progênes possuem igual disposição ao quebramento e, ou, acamamento, uma vez que o elevado porte das plantas é uma característica genética intrínseca a essa população, que por conseqüência não apresenta variabilidade genética para reduzir esse caractere.

Tabela 8 – Resumo das análises de variância para os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e do estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF) e porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local de milho-branco, nos experimentos de Campos dos Goytacazes-RJ e em Coimbra-MG

FV	GL	Quadrados Médios			
		FM	FF	IFMF	PPQ
Ambientes	1	55161,70**	74259,37**	1416,81**	647736**
Progênies (aj.)	99	28,40**	48,74**	15,92**	266,70 ns
Progênies x ambientes	99	8,15	19,79**	13,50**	264,86 ns
Resíduo (erro intrabloco)	342	6,96	9,30	3,86	257,65

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Os caracteres FM, FF e IFMF apresentaram significância a 1% de probabilidade, pelo teste F, e o caráter PPQ não foi significativo em Coimbra-MG (Tabela 10). Em síntese, houve considerável intervalo de dias entre o florescimento masculino e o feminino nas progênies. Essa falta de sincronia pendão/espiga compromete a produção da lavoura, por não permitir a ocorrência de fecundação dos óvulos.

Tabela 9 – Resumo das análises de variância para os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e do estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF) e porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local de milho-branco, em Campos dos Goytacazes-RJ

FV	GL	Quadrados Médios			
		FM	FF	IFMF	PPQ
Repetições	2	79,93	94,51	11,64	222,89
Blocos/repetições (aj.)	27	7,21	12,27	4,64	86,21
Progênies (aj.)	99	9,53**	14,65**	3,60*	91,65 ns
Resíduo (erro intrabloco)	171	2,93	5,55	2,62	85,20
Média		74,12	77,39	3,27	93,38
CV (%)		2,3	3,0	49,5	9,9
Eficiência do látice		113,1	110,2	105,3	100,0

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

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 10 – Resumo das análises de variância para os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e do estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF) e porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local de milho-branco, em Coimbra-MG

FV	GL	Quadrados Médios			
		FM	FF	IFMF	PPQ
Repetições	2	615,9	367,87	41,61	5643,0
Blocos/repetições (aj.)	27	41,9**	47,88	6,18	557,0
Progênies (aj.)	99	26,9**	53,88**	25,82**	439,9 ns
Resíduo (erro intrabloco)	171	11,0	13,05	5,10	430,1
Média		93,3	99,6	6,3	27,67
CV (%)		3,5	3,6	35,6	74,0
Eficiência do látice		130,1	128,3	100,6	101,0

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

4.2. Estimativas de parâmetros genéticos

Na Tabela 11 encontram-se as estimativas médias dos componentes de variâncias genotípica, genética aditiva, genótipo x ambiente, ambiental e fenotípica entre progênies, coeficiente de variação genética (CVg), relação CVg/CVe e herdabilidade restrita, com base na média de família (h^2) para os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), para os experimentos realizados em Barbacena-MG, Campos dos Goytacazes-RJ e Coimbra-MG.

O caractere EF apresentou baixa variância genotípica e nenhuma interação com o ambiente. Esse caractere não foi influenciado pelo ambiente, uma vez que as sementes utilizadas nos três experimentos foram oriundas de uma mesma espiga, mantendo uma mesma porcentagem de germinação, e não houve estresse ambiental que compromettesse esse estágio da cultura. Logo, apresentou relação CVg/CVe próxima da unidade e alta herdabilidade.

O caractere PRF apresentou baixa variância genotípica quando comparado com a variância fenotípica, conseqüentemente PRF foi influenciado pelo ambiente, apresentando herdabilidade de 44%. Dados semelhantes foram verificados para os caracteres ESG e AE, sendo AE o que mais sofreu interação

Tabela 11 – Estimativas médias dos componentes das variâncias genotípica ($\hat{\sigma}_g^2$), genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), genótipo x ambiente ($\hat{\sigma}_{gxa}^2$), ambiental ($\hat{\sigma}^2$) e fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$) entre progênes de meios-irmãos, coeficiente de variação genética (CVg), relação CVg/CVe, herdabilidade restrita, com base na média de família (h^2), para os caracteres estande final (EF), prolificidade (PRF, %), plantas sem espiga (ESG, %), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), relação AE/AP e peso de grãos (PG) entre as 100 progênes de meios-irmãos da raça local de milho-branco, para os experimentos realizados em Barbacena-MG, Campos dos Goytacazes-RJ e Coimbra-MG

Parâmetros	$\hat{\sigma}_g^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_{gxa}^2$	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	CVg (%)	h^2 (%)	CVg/CVe (%)
EF	3,17	12,68	0	7,7	4,06	14,11	78	0,63
PRF	47,21	188,84	4,90	508,3	107,3	11,77	44	0,29
ESG	47,34	189,36	7,97	438,8	100,7	16,20	47	0,32
AP	22,47	89,88	0	444,1	118,3	1,80	19	0,16
AE	55,45	221,80	26,12	282,1	106,6	4,29	52	0,35
AE/AP	0	0	0	46,7	0	0	0	0
PG	0	0	0	484400	0	0	0	0

com o ambiente, apresentando maior variância genética aditiva. Os caracteres AE e AE/AP não apresentaram variâncias genotípica, genética aditiva, genótipo x ambiente e fenotípica, logo tiveram valor de herdabilidade igual a zero. O caractere AP apresentou comportamento semelhante ao do EF.

Na Tabela 12 encontram-se as estimativas entre as progênes dos componentes das variâncias genotípica, genética aditiva, ambiental e fenotípica, coeficiente de variação genética (CVg), relação CVg/CVe e herdabilidade restrita, com base na média de família (h^2) para os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), para o experimento realizado em Barbacena-MG. Os componentes de variância mostrados evidenciaram a forte influência ambiental sofrida pelos caracteres, uma vez que os valores da variância fenotípica superaram os valores encontrados para a variância genotípica. As estimativas dos parâmetros genéticos CVg, h^2 e CVg/CVe confirmaram a forte influência que as progênes sofreram pela variação ambiental no experimento, apesar de o delineamento látice ser comprovadamente eficiente na redução dessa variação. O maior valor de herdabilidade estimado foi de 58% para estande final (EF), seguido pela relação altura de espiga/altura de planta AE/AP com 42% e de AE com 37%. O CVg baixo indica a dificuldade de ter progresso com a seleção, o que foi verificado para a maioria dos caracteres.

A raça local de milho-branco em Barbacena não apresentou herdabilidade para peso de grãos, não possuindo, portanto, variabilidade genética, conseqüentemente não se espera ganhos de seleção para esse caractere. Os valores encontrados neste trabalho, para Barbacena, foram bastante inferiores aos encontrados por outros autores para milho-amarelo e pipoca. Esse fato é considerado indicativo de baixa variabilidade genética disponível na população-crioula de milho-branco para o ambiente de Barbacena, o que proporciona ganhos preditos relativamente pequenos, quando se usa a estratégia de famílias de meios-irmãos.

As estimativas da herdabilidade são intrínsecas de uma população, porém são também influenciadas pelas condições do meio em que a população foi avaliada (GRANATE *et al.*, 2002).

Tabela 12 – Estimativas dos componentes das variâncias genotípica (σ_g^2), genética aditiva (σ_A^2), ambiental (σ^2) e fenotípica (σ_F^2), coeficiente de variação genética (CVg) e herdabilidade restrita, com base na média de família (h^2) e relação CVg/CVe para os caracteres estande final (EF), prolificidade (PRF, %), plantas sem espiga (ESG, %), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), relação AE/AP e peso de grãos (PG) entre as 100 progênes de meios-irmãos da raça local de milho-branco, para o experimento realizado em Barbacena-MG

Parâmetros	σ_g^2	σ_A^2	σ^2	σ_F^2	CVg (%)	$h^2(\%)$	CVg/CVe
EF	3,39	13,56	2,45	5,85	13,0	58	0,68
PRF	12,87	51,48	122	134,97	4,5	9	0,19
ESG	22,09	88,36	92,57	114,67	21,5	19	0,28
AP	30,05	120,20	151	181,53	1,9	17	0,26
AE	68,86	275,44	148	187,72	4,2	37	0,44
AE/AP	3,17	1268	3,24	7,54	2,7	42	0,49
PG	3325	13300	401975	405301	2,1	0	0,05

Os componentes de variâncias genotípica (σ_g^2), genética aditiva (σ_A^2), ambiental (σ^2) e fenotípica (σ_F^2), entre progênes, coeficiente de variação genética (CVg) e herdabilidade restrita, com base na média de família (h^2) e relação CVg/CVe para os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e presença de stilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), para Campos dos Goytacazes, estão na Tabela 13.

Apenas dois caracteres, IFMF e PPQ, apresentaram valores relativamente baixos para herdabilidade, 27 e 7%, respectivamente. Os valores são explicados por esses caracteres não apresentarem distribuição contínua.

Os caracteres FM e FF apresentaram herdabilidade acima de 60%, indicando que as progênes mantiveram o padrão de comportamento constante em função do controle experimental eficiente, o que minimizou a influência do ambiente. A mesma explicação é válida para os caracteres AP, AE e AE/AP.

Tabela 13 – Estimativas dos componentes das variâncias genotípica ($\hat{\sigma}_g^2$), genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), ambiental ($\hat{\sigma}^2$) e fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), coeficiente de variação genética (CVg), herdabilidade restrita para os caracteres número de dias para florescimento masculino (FM) e feminino (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ), estande final (EF), prolificidade (PRF, %), plantas sem espiga (ESG, %), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), relação AE/AP e peso de grãos (PG) entre as 100 progênies da raça local de milho, para os experimentos de Campos dos Goytacazes-RJ e Coimbra-MG

Parâmetros	$\hat{\sigma}_g^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	CVg (%)	h ² (%)	CVg/CVe
Campos dos Goytacazes							
FM	2,20	8,80	0,976	3,18	2,00	69	0,866
FF	3,0	12,12	1,85	4,88	2,24	62	0,739
IFMF	0,33	1,32	0,87	1,20	17,46	27	0,352
PPQ	2,15	8,60	28,40	30,55	1,57	7	0,159
EF	4,94	19,76	1,39	6,33	16,51	78	1,09
PRF	111,48	445,92	146	257,5	19,57	43	0,50
ESG	117,46	469,84	126	243,7	23,31	48	0,56
AP	68,25	273,00	60	128,4	3,25	53	0,61
AE	64,13	256,52	46	110,3	4,56	58	0,68
AE/AP	3,01	12,04	2,47	5,47	2,51	55	0,64
PG	66602	266408	42233	108836	31,44	61	0,72
Coimbra							
FM	5,32	21,28	3,67	8,99	2,47	59	0,69
FF	13,61	54,14	4,35	17,96	3,70	76	1,02
IFMF	6,91	27,64	1,70	8,61	41,43	80	1,16
PPQ	3,27	13,08	143	146,6	6,53	2	0,09
EF	1,27	5,08	3,91	5,18	10,79	24	0,33
PRF	78,44	313,76	240	318,6	21,12	24	0,33
ESG	67,93	271,72	219,7	287,8	14,04	24	0,32
AP	10,55	42,20	232,3	243,0	1,36	4	0,12
AE	58,49	233,96	117	175,6	5,12	33	0,41
AE/AP	5,33	21,32	39,67	45,2	3,69	12	0,21
PG	92853	371412	40191	133045	48,22	70	0,88

Todos os caracteres que apresentaram alta herdabilidade apresentaram, conseqüentemente, razão CVg/CVe próximo ou igual à unidade, indicando uma condição favorável ao ganho de seleção. Assim, a raça local de milho-branco, nas condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes, apresentou variabilidade genética para a maioria dos caracteres. Situação oposta é verificada para os caracteres de baixa herdabilidade e que apresentaram razão CVg/CVe baixa. Todavia, a variação experimental não foi tão relevante como as constatadas em Barbacena. Todas as características apresentaram estimativas das variâncias fenotípicas maiores que as da variância genotípicas (Tabela 13).

O melhor desempenho da raça local de milho-branco em Campos dos Goytacazes é reflexo direto do melhor controle experimental desenvolvido, uma vez que as principais causas de estresse (altas temperaturas e veranicos) foram amenizadas. Este fato elevou a porcentagem da herdabilidade dos caracteres para valores superiores a 50%. Crisóstemo (1978) relatou que, com valores baixos para herdabilidade, pode-se esperar alta variação ambiental, influenciando a seleção, o que confirma a relevância do melhor controle experimental. Assim sendo, a adequação do ambiente em Campos dos Goytacazes permitiu que a variabilidade dos caracteres fosse causada pelas diferenças genéticas entre os indivíduos, e não pela conseqüência das diferenças nos ambientes aos quais os indivíduos foram expostos (ALLARD, 1960).

Foi verificado comportamento diferente do obtido em Barbacena, o que é razoável, já que as características edafoclimáticas das duas localidades são opostas, principalmente no que se refere à temperatura e altitude, o que conseqüentemente influenciou o crescimento e desenvolvimento da raça local.

Ainda na Tabela 13, encontram-se os componentes de variâncias genotípica ($\hat{\sigma}_g^2$), genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), ambiental ($\hat{\sigma}^2$) e fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), entre progênies, coeficiente de variação genética (CVg) e herdabilidade restrita, com base na média de família (h^2) e relação CVg/CVe para os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e presença de estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), para Coimbra-MG.

Os caracteres FM, FF e IFMF foram pouco influenciados pelo ambiente, uma vez que o caractere florescimento é controlado por poucos genes, apresentando alta herdabilidade com valores de 59, 76 e 80%, respectivamente. A herdabilidade do PG em Campos dos Goytacazes foi alta devido à minimização dos estresses ambientais, principalmente seca, aos quais as plantas das progênies foram submetidas.

Os caracteres PPQ, EF, PRF, ESG, AP, AE e AEAP apresentaram valores de herdabilidade baixos, em função de as progênies em Coimbra terem mantido um mesmo padrão de desenvolvimento diante das condições ambientais em que o experimento foi conduzido, seguido de valores entre CVg/CVe abaixo da unidade, indicando uma situação desfavorável ao melhoramento.

A incidência de luz difusa, dos dias nublados, provoca menor peso de grãos e menor tamanho de espigas, resultando em queda na produção. É importante ressaltar a influência que as condições edafoclimáticas do local exercem no desempenho da lavoura de milho, uma vez que o potencial produtivo para localidades com altitude que varia entre 500 e 720 m é considerado alto, fato que não foi observado em Coimbra, que se encontra a 710 m de altitude.

4.3. Correlação entre caracteres

As estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (F), genética aditiva (G) e ambiental (A) entre os caracteres estande final (EF), prolificidade (PRF, %), plantas sem espiga (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local de milho-branco, em Barbacena-MG, estão na Tabela 14.

O conhecimento da correlação entre caracteres é importante porque permite dimensionar a influência que a seleção em uma característica terá sobre outras, aparentemente independentes (GRANATE *et al.*, 2002).

Para o experimento realizado em Barbacena, o caractere EF apresentou correlações fenotípica (F), genética aditiva (G) e ambiental (A) positivas com o caractere PRF, portanto o maior número de plantas/área na ocasião da colheita está diretamente relacionado com a probabilidade de essas plantas produzirem pelo menos uma espiga. Também EF apresentou correlações F e A positivas com

Tabela 14 – Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (F), correlação genética aditiva (G) e correlação ambiental (A) entre os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênes de meios-irmãos da raça local, em Barbacena-MG

Caracteres		PRF	ESG	AP	AE	AE/AP	PG
EF	F	0,72**	0,24*	-0,12	-0,11	-0,05	0,29*
	G	0,95**	0,21	-0,42	-0,31	-0,19	0
	A	0,50**	0,27*	0,07	0,09	0,08	0,30
PRF	F		-0,44**	-0,15	0,18	-0,18	0,61**
	G		-0,06	-0,40	-0,40	-0,39	0
	A		0	0	0	0	0
ESG	F			0,02	0,08	0,167	-0,42**
	G			-0,16	0,06	0,36	0
	A			0,07	0,09	0,08	-0,45**
AP	F				0,92**	0,49**	0,02
	G				1,00**	1,00**	0
	A				0,90**	0,18	0,22 ⁺
AE	F					0,78**	0
	G					1,00**	0
	A					0,58	0,21
AE/AP	F						-0,04
	G						0
	A						0,04

** F significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

++ e + significativos a 1 e 5%.

ESG, indicando que as plantas que apresentaram pelo menos uma espiga também correspondem as que apresentam maior probabilidade de não terem produzido grãos. O caractere EF apresentou correlação positiva com PG. Não houve correlação significativa entre EF e os caracteres AP, AE e AE/AP.

Para PRF, observou-se correlação F positiva e com alta magnitude com PG. Desse modo, quanto maior o número de espigas/planta na população maior será o peso de grãos. Não houve correlação genética entre esses caracteres, porque a população não apresentou variância genética para o caractere PG.

A correlação F entre PRF e ESG foi negativa, logo, para que haja aumento na prolificidade da população, o número de espigas sem grãos deve diminuir. Não houve significância das correlações entre o PRF e os caracteres AP, AE e AE/AP. As correlações F e A entre ESG e PG foram negativas. No entanto, ESG não se correlacionou com os demais caracteres.

O caractere AP mostrou correlações altas e positivas fenotípica (F), genética aditiva (G) e ambiental (A) com AE, portanto quanto mais altas forem as plantas das progênies, maiores serão os pontos de inserção da espiga. AP apresentou correlações F e G positivas com o caractere AE/AP. Assim, aumentando AP a relação AE/AP também aumenta, porém o ponto de inserção da espiga se mantém, uma vez que o crescimento da planta de milho é sempre apical e meristemal. Entre os caracteres AP e PG só foi verificada correlação positiva ambiental (A), portanto em ambientes que favoreçam altura de plantas o peso de grãos tende a ser maior. Tal correlação não é interessante, visto que plantas muito altas, como as das progênies dessa raça local, são mais suscetíveis ao acamamento e quebramento. Uma maneira de reduzir essa correlação é a introdução de genes oriundos de germoplasmas melhorados.

O caractere AE só apresentou correlações F e G positivas com AE/AP, portanto progênies que possuem maiores pontos de inserção da espiga também possuem maiores relações AE/AP. O caractere AE/AP não apresentou nenhuma correlação com outros caracteres.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (F), correlação genética aditiva (G) e correlação ambiental (A) entre os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e emissão do estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos

(ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local de milho-branco, em Campos dos Goytacazes-RJ, estão na Tabela 15.

Tabela 15 – Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (F), genética aditiva (G) e ambiental (A) entre os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e do estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local, em Campos dos Goytacazes-RJ

Caracteres	F	G	A	Caracteres	F	G	A
FM x FF	0,87**	0,95**	0,74**	PPQ x EF	0,08	0,42	-0,04
FM x IFMF	0,16	0,40	0,01	PPQ x PRF	-0,01	-0,11	0,01
FM x PPQ	-0,16	-0,57	-0,07	PPQ x ESG	-0,001	0,10	-0,02
FM x EF	-0,09	-0,11	-0,4	PPQ x AP	-0,20	-0,48	0,09
FM x PRF	-0,36**	-0,59 ⁺	-0,11	PPQ x AE	-0,06	-0,59	0,09
FM x ESG	0,36**	0,56	0,12	PPQ x AE/AP	-0,08	-0,44	0,009
FM x AP	0,21*	0,63 ⁺	-0,33**	PPQ x PG	0,09	0,41	0,01
FM x AE	0,31**	0,75**	-0,32**	EF x PRF	-0,26**	-0,40	-0,08
FM x AE/AP	0,29**	0,55 ⁺	-0,11	EF x ESG	0,26**	0,40	0,07
FM x PG	-0,45**	-0,59**	-0,24**	EF x AP	0,13	0,18	0,08
FF x IFMF	0,62**	0,64 ⁺	0,67**	EF x AE	0,13	0,20	0,02
FF x PPQ	-0,32**	-0,31	-0,15	EF x AE/AP	0,06	0,12	-0,05
FF x EF	-0,39**	0,03	0,00	EF x PG	0,25	0,27	0,23+
FF x PRF	0,14	-0,63 ⁺	-0,15	IFMF x PPQ	-0,01	0,52	-0,15
FF x ESG	0,24*	0,57 ⁺	0,17 ⁺	IFMF x EF	-0,21*	0,40	0,04
FF x AE	-0,45**	0,70**	-0,36**	IFMF x PRF	-0,05	-0,43	-0,11
FF x AE/AP	0,16	0,55+	-0,19+	IFMF x ESG	0,19*	0,32	0,12
FF x PG	-0,05	-0,57**	-0,30**	IFMF x AP	-0,05	0,11	-0,15
PRF x ESG	-0,99**	1,00**	-0,98**	IFMF x AE	-0,02	0,26	-0,19+
PRF x AP	-0,03	-0,19	0,10	IFMF x AE/AP	0,02	0,31	-0,16+
PRF x AE	-0,09	-0,21	0,02	IFMF x PG	-0,20*	-0,24	-0,18
PRF x AE/AP	-0,13	-0,16	-0,11	ESG x PG	-0,59**	-0,66+	-0,53**
PRF x PG	0,59**	0,66+	0,53**	AP x AE	0,85**	0,85**	0,85**
ESG x AP	0,02	0,16	-0,09	AP x AE/AP	0,20	0,27	0,12
ESG x AE	0,09	0,20	-0,02	AP x PG	0,11	0,05	0,17+
ESG x AE/AP	0,13	0,16	0,10	AE x AE/AP	0,68**	0,73**	0,62**
AE x PG	0,02	-0,47	0,11	AE/AP x PG	-0,10	-0,15	-0,04

** e * significativos a 1 e 5%, pelo teste de t, respectivamente.

O caractere FM apresentou correlações F, G e A altas e positivas com FF, logo progênies que apresentam florescimento masculino mais tardio também terão um atraso no florescimento feminino. Apenas correlação F positiva foi observada entre FM e ESG, por isso progênies que demoram a emitir pendão provocam falta de sincronia entre os florescimentos e, portanto, tendem a produzir espigas sem grãos. Correlações F e G positivas e A negativa entre FM e AP foram constatadas, portanto, quanto maior o número de dias para ocorrer o FM mais altas serão as plantas. E quanto maior o número de dias para o florescimento masculino, menos influência do ambiente o caractere AP sofrerá.

Entre FM e AE/AP, só houve correlação F e G positivas, portanto quanto maior for a demora do florescimento masculino, mais alta será a planta, elevando o valor da razão AE/AP. Correlações F e G negativas e significativas ocorreram entre FM e PRF. Quanto mais dias demorar para que ocorra pendramento, menor a probabilidade de haver enchimento de grãos na espiga. O caractere FM apresentou correlações F, G e A negativas e significativas com PG, assim quanto maior for o número de dias para FM, menor será a produção das plantas das progênies, devido à falta de sincronia pendão/estilo-estigma, o que impede que haja fecundação dos óvulos. Não houve correlações significativas entre FM e IFMF, FM e PPQ, FM e EF.

O caractere FF apresentou correlações fenotípica (F), genética aditiva (G) e ambiental (A) altas e positivas com IFMF, assim quanto maior o número de dias para a ocorrência do florescimento feminino, maior será o intervalo de dias entre o FM e o FF em Campos dos Goytacazes-RJ. Correlações semelhantes ocorreram entre FF e ESG, logo quanto mais tarde ocorrer o florescimento feminino, maior será o número de plantas das progênies que produzirão espigas sem grãos, já que a viabilidade do pólen será comprometida. Correlação genética aditiva (G) negativa e significativa ocorreu entre FF e PPQ, deste modo as progênies com maior número de plantas quebradas ou acamadas não foram as que apresentaram florescimento feminino mais tardio. Comportamento semelhante ocorreu entre FF e EF, indicando que um maior FF compromete o estande final. Os caracteres FF e AP apresentaram correlações fenotípica (F) e genética aditiva (G) positiva e correlação ambiental (A) negativa, portanto quanto maior o número de dias para a ocorrência do florescimento feminino mais alta será a planta. Porém, quanto maior for o número de dias que ocorre florescimento feminino (FF),

menor será a altura da planta. Os caracteres FF e AE apresentaram correlações F e A negativa e G positiva nas condições ambientais de Campos, logo quanto maior o número de dias para a ocorrência do florescimento feminino (FF) menor será a altura de inserção da espiga. Em geral, o florescimento feminino sempre ocorre após o masculino, sendo esse último o que define a altura da planta. Correlação genética aditiva (G) positiva e ambiental (A) negativa foi verificada entre FF e AE/AP. Por isso, quanto maior for FF, maior também será a razão AE/AP ou mais alto será o ponto de inserção da espiga, já que a planta terá mais dias para crescer. Correlações G e A negativas entre os caracteres FF e PG foram verificadas, portanto quanto maior o FF menor será o peso de grãos da progênie. Não houve correlações significativas entre FF e PRF.

PPQ não se correlacionou com os demais caracteres. O caractere EF apresentou correlação positiva do tipo F entre EF e ESG, correlação A positiva entre EF e PG e correlação F negativa entre EF e PRF, porém todas de baixa magnitude. Os demais caracteres não apresentaram correlações significativas com o caractere EF.

O caractere IFMF apresentou correlação F positiva e significativa com o caractere ESG, correlação F negativa entre IFMF e EF e IFMF e PG e correlação A negativa entre IFMF e AE e IFMF e AE/AP. Não houve correlações significativas entre IFMF e os demais caracteres (Tabela 15).

O caractere PRF teve correlações fenotípica (F), genética aditiva (G) e ambiental (A) positivas com PG. Apenas correlação G positiva entre PRF e ESG e correlações F e A negativas entre PRF e ESG foram constatadas. Não houve correlação significativa entre PRF e os outros caracteres.

Para o caractere ESG foram observadas apenas correlações F, G e A negativas significativas com PG. Já o caractere AP apresentou somente correlações positivas F, G e A com AE e positiva A com PG.

Por último, o caractere AE apresentou correlações F, G e A positivas com AE/AP. Não houve significância entre AE e PG.

Não houve correlação significativa entre o caractere AE/AP e o caractere PG para o experimento realizado em Campos dos Goytacazes-RJ.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (F), correlação genética aditiva (G) e correlação ambiental (A) entre os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e do estilo-estigma (FF), intervalo de dias

entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para o experimento realizado em Coimbra-MG, estão na Tabela 16.

O caractere número de dias para florescimento masculino (FM) apresentou correlações fenotípicas (F) e genéticas aditivas (G) positivas com o caractere número de dias para florescimento feminino (FF). Portanto, no ambiente de Coimbra os florescimentos estão diretamente relacionados. Correlação G positiva ocorreu entre FM e PRF, indicando que progênies com maior FM garantem maior número de grãos de pólen viáveis e, conseqüentemente, têm maior tendência a apresentar mais de uma espiga/planta. Já o caractere FM apresentou correlação F negativa com ESG, desse modo quanto mais tarde ocorrer o FM, menor será o número de espigas sem grãos formados pelas progênies. Porém, essa correlação se deve a questões fenotípicas, já que não houve significância genética. No entanto, na próxima geração essa correlação fenotípica pode não acontecer. Correlações G negativas foram observadas entre FM e AP e entre FM e AE, assim quanto maior for FM menor será AP e AE no ambiente de Coimbra. Correlação F negativa entre FM e PG foi verificada no ambiente de Coimbra, logo progênies com maior FM tendem a ter menor peso de grãos. Não houve significância entre o caractere FM com IFMF, PPQ, EF e AE/AP.

Para o caractere número de dias para florescimento feminino (FF) foram observadas correlações F e G positivas com IFMF, assim quanto maior FF maior será o intervalo de dias entre FM e FF (IFMF). Correlações F positivas foram verificadas entre FF com PRF e PG, conseqüentemente quanto maior for FF, maiores serão o número de progênies com mais de uma espiga/planta e o peso de grãos. Foi verificada também correlação G positiva entre FF e AP, o que indica que quanto mais alta a progênie maior será o FF. Não foram verificadas correlações significativas entre FF e os demais caracteres.

O caractere intervalo de dias entre FM e FF (IFMF) apresentou correlação F positiva com o caractere EF, correlações F e G positivas com PFR e correlação F negativa com PG (Tabela 16). Os demais caracteres não apresentaram alguma correlação com IFMF.

Tabela 16 – Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (F), correlação genética aditiva (G) e correlação ambiental (A) entre os caracteres número de dias para emissão do pendão (FM) e do estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local, em Coimbra-MG

Caracteres	F	G	A	Caracteres	F	G	A
FM x FF	0,71**	0,63++	0,84	EF x ESG	-0,16	-0,35	-0,09
FM x IFMF	-0,03	0,03	-0,16	EF x AP	-0,04	-1,0++	0,19
FM x PPQ	0,03	-0,41	0,13	EF x AE	-0,06	-1,0++	0,21
FM x EF	-0,03	0,23	-0,18	EF x AE/AP	-0,17	-1,0++	0,04
FM x PRF	0,30**	0,21	0,36	EF x PG	0,12	0	0,10
FM x ESG	-0,25**	-0,50	-0,10	PRF x ESG	-0,53	-0,80++	-0,48
FM x AP	-0,01	-1,0++	-0,28	PRF x AP	-0,19	1,00++	-0,31
FM x AE	0,11	-1,0++	-0,33	PRF x AE	0,18	0,89++	-0,34
FM x AE/AP	0,15	-0,01	-0,10	PRF x AE/AP	-0,18	-0,74++	-0,12
FM x PG	-0,22**	-0,11	-0,35	IFMF x EF	0,24*	0,40	0,17
FF x IFMF	0,68**	0,79++	0,41	IFMF x PRF	0,25*	0,71++	0,09
FF x PPQ	0,11	0,25	0,11	IFMF x ESG	0,04	0,10	-0,03
FF x EF	0,15	0,45	-0,07	IFMF x AP	0,04	0,35	-0,03
FF x PRF	0,39**	0,68	0,38	IFMF x AE	-0,04	-0,11	-0,01
FF x ESG	-0,15	-0,22	-0,10	IFMF x AE/AP	-0,17	-0,59	0,004
FF x AP	0,02	1,0++	-0,27	IFMF x PG	-0,28**	-0,32	-0,15
FF x AE	0,05	0,67	-0,31	PRF x PG	-0,25*	-0,26	-0,32
FF x AE/AP	-0,01	0,16	-0,09	ESG x AP	0,35**	1,00++	0,12
FF x PG	0,36**	-0,32	-0,41	ESG x AE	0,14	0,23	0,12
IFMF x PPQ	0,12	0,65	-0,01	ESG x AE/AP	-0,13	-0,59	-0,3
PPQ x EF	-0,04	0,45	-0,11	ESG x PG	0,12	0,18	0,07
PPQ x PRF	-0,01	-0,53	0,03	AP x AE	0,78	0,87	0,79
PPQ x ESG	0,08	0,44	0,03	AP x AE/AP	-0,05	1,00++	-0,16
PPQ x AP	0,01	1,0++	-0,05	AP x PG	0,13	-0,14	0,26
PPQ x AE	-0,10	-0,81	-0,04	AE x AE/AP	0,52**	1,00++	0,42
PPQ x AE/AP	-0,11	-1,0++	0,04	AE x PG	0,16	-0,05	0,33
PPQ x PG	-0,14	-0,49	-0,09	AE/AP x PG	0,06	0,14	0,17
EF x PRF	0,47**	1,0++	0,24				

** e * significativos a 1 e 5%, pelo teste de t, respectivamente.

O caractere porcentagem de plantas quebradas e acamadas (PPQ) apresentou correlação G positiva com AP e correlação G negativa com AE/AP.

Para o caractere estande final (EF), foram observadas correlações F e G positivas com PRF, logo quanto maior o número de plantas no campo maior será a probabilidade de se obter plantas com mais de uma espiga. Correlação G negativa foi verificada entre EF com AP, AE e AE/AP, desse modo progênies mais altas e com maior ponto de inserção da espiga provocaram uma redução no EF, no ambiente de Viçosa. Os caracteres ESG e PG não apresentaram correlação significativa com EF.

O caractere prolificidade (PRF) apresentou correlação com todos os caracteres (Tabela 16): correlação G positiva com os caracteres AP e AE, correlação G negativa de PRF com ESG e AE/AP e correlação F negativa entre PRF e PG.

O caractere espigas sem grãos (ESG) só apresentou correlação positiva com o caractere AP, do tipo fenotípica (F) e genética aditiva (G). Assim, em Coimbra, plantas das progênies mais altas apresentaram maior porcentagem de espigas sem grãos.

O caractere altura de plantas (AP) apresentou correlação G positiva com AE/AP, assim quanto mais alta a progênie mais centralizada na planta estará a espiga. Os outros dois caracteres (AE e PG) não apresentaram correlação significativa com AP.

O caractere altura de espiga (AE) apresentou correlações G e F positivas com AE/AP e não apresentou correlação com PG. O caractere AE/AP também não apresentou alguma correlação com PG.

4.4 Predição de ganhos

Como em qualquer lavoura, o principal interesse na população-crioula de milho-branco foi o aumento na sua produção, principalmente nas condições ambientais de Barbacena que é seu local de origem. Na Tabela 17 estão as estimativas das médias populacionais (\bar{x}_0), das médias das progênies selecionadas, das herdabilidades (h^2), dos diferenciais de seleção (DS), dos ganhos absolutos (GS) e em porcentagens (GS%) por seleção direta para peso de grãos e ganhos de seleção indiretos para o estande final (EF), prolificidade

Tabela 17 – Estimativas das médias populacionais (\bar{x}_0), das médias das progênes selecionadas, das herdabilidades (h^2), dos diferenciais de seleção (DS), dos ganhos absolutos (GS) e em porcentagens (GS%) por seleção direta para peso de grãos e ganhos de seleção indiretos para o estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênes de meios-irmãos da raça local, em Barbacena-MG

	EF	PRF (%)	ESG (%)	AP (cm)	AE (cm)	AE/AP (cm)	PG (kg/ha)
\bar{x}_0	13,91	79,2	21,85	295	195	66	2.794
\bar{x}_s	14,43	89,9	13,3	300	199	66	4.009
h^2 (%)	55,41	10,9	21,5	25,6	44	43	0
DS	0,52	10,7	-8,55	5,00	4,00	0	12,15
GS	0,29	1,13	-1,83	1,53	1,89	0	0
GS (%)	2,07	1,43	-8,4	0,52	0,97	0	0

(PRF, %), plantas sem espiga (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), para o experimento realizado em Barbacena-MG.

De acordo com a Tabela 17, a média para PG da população-base é de 2.794 kg/ha, valor inferior à média das progênes selecionadas. Contudo, como a herdabilidade para PG foi igual a zero, o ganho de seleção predito (GS) também foi zero, mostrando que a realização de um ciclo de seleção em Barbacena não acarretará ganhos em produtividade para a raça local.

Como não foram previstos ganhos para produtividade de grãos, não se justifica a realização de um ciclo de seleção.

Na Tabela 18 estão as médias das progênes que seriam selecionadas com base no peso de grãos (PG, kg/ha) para os caracteres estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), no experimento realizado em Barbacena-MG.

Os resultados mostram que, de modo geral, as progênes selecionadas apresentam valores próximos para todos os caracteres. Assim, a raça local de milho-branco, nas condições ambientais de Barbacena, não apresentou variabilidade genética entre progênes. É importante ressaltar que são essas as progênes que seriam utilizadas na recombinação, caso fosse realizado um ciclo de seleção.

Tabela 18 – Médias das progênies selecionadas com base no peso de grãos (PG) para os caracteres estande final (EF), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) no experimento realizado em Barbacena-MG

Progênies	EF	PRF (%)	ESG (%)	AP (cm)	AE (cm)	AE/AP	PG (kg/ha)
88	16,33	81	19	261	157	60	4836
1	15,33	82	18	308	203	66	4367
84	13,33	88	12	304	204	67	4320
94	14,33	99	6	305	203	67	3976
5	13,00	103	12	300	203	67	3947
76	12,33	86	17	326	223	68	3797
9	12,67	109	0	288	198	69	3766
19	13,67	93	7	307	202	66	3724
2	15,67	75	25	311	208	66	3722
27	17,67	83	28	300	196	66	3636

Na Tabela 19 estão as estimativas das médias populacionais (\bar{X}_0), das médias das progênies selecionadas, das herdabilidades (h^2), dos diferenciais de seleção (DS), dos ganhos absolutos (GS) e em porcentagens (GS%) por seleção direta para peso de grãos e ganhos de seleção indireta para número de dias para emissão do pendão (FM) e do estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), para o experimento realizado em Campos dos Goytacazes-RJ.

A média da população-base para PG foi de 820 kg/ha, enquanto a média das progênies selecionadas foi de 1.419 kg/ha. A herdabilidade para esse caractere foi de 57,9%, acompanhado de um ganho de seleção predito de 42,31%, o que justifica a realização de um ciclo de seleção.

As progênies selecionadas apresentaram médias inferiores às da população-base para os caracteres FM, FF e IFMF, o que é de grande interesse, uma vez que intervalos entre o florescimento masculino e o feminino estão diretamente relacionados com a redução da produção das progênies, devido ao aumento no número de grãos de pólen inviáveis, impedindo a formação do grão. Logo, progênies com menor IFMF serão mais produtivas.

Tabela 19 – Estimativas das médias populacionais (\bar{X}_0), das médias das progênies selecionadas, das herdabilidades (h^2), dos diferenciais de seleção (DS), dos ganhos absolutos (GS) e em porcentagens (GS%) por seleção direta para peso de grãos e ganhos de seleção indiretos para número de dias para emissão do pendão (FM) e estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), plantas sem espiga (BAR, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local, em Campos dos Goytacazes-RJ

FM	\bar{X}_0	\bar{X}_s	$h^2(\%)$	DS	GS	GS(%)
FM	74,12	72,63	65,0	-1,49	-0,97	-1,31
FF	77,39	75,56	59,9	-1,83	-1,092	-1,41
IFMF	3,27	2,933	24,9	-0,33	-0,08	-2,56
PPQ	93,38	93,83	6,89	0,45	0,03	0,03
EF	13,46	14,40	77,9	0,94	0,73	5,42
PRF	53,95	68,87	42,0	14,92	6,267	11,62
ESG	46,49	31,93	45,4	-14,56	-6,608	-14,21
AP	254,10	254,80	47,0	0,70	0,32	0,13
AE	175,43	175,00	52,5	-0,43	-0,17	-0,1
AE/AP	69,07	68,83	55,5	-0,24	-0,13	-0,19
PG (kg/ha)	820	1.419	57,9	599	347,29	42,31

A média das progênies selecionadas para o caractere ESG foi igualmente menor à da população-base, assim a seleção direta em PG será eficiente em diminuir o número de espigas sem grãos. Situação semelhante foi observada para os caracteres AE e AE/AP, que terão o ponto de inserção da espiga diminuído.

As progênies selecionadas também apresentaram vantagens em relação à população-base, no que se refere ao caractere EF. Tal valor sustenta a realização de um ciclo de seleção na raça local de milho-branco em Campos dos Goytacazes, bem como do uso dessas progênies na etapa de recombinação.

Na Tabela 20 estão as médias das progênies selecionadas com base no peso de grãos (PG) para os caracteres para dias para emissão do pendão (FM) e do estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para o experimento realizado em Campos dos Goytacazes-RJ.

Tabela 20 – Médias das progênes selecionadas com base no peso de grãos (PG) para os caracteres emissão do pendão (FM) e estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre FM e FF (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) do experimento realizado em Campos dos Goytacazes-RJ

Progênes	FM (dias)	FF (dias)	IFMF	PPQ (%)	EF	AP (cm)	AE (cm)	AE/AP	PG (kg/ha)	FM (dias)	FF (dias)
25	73	73	3	98	14	76	24	260	184	71	1633
47	70	72	2,3	97	15	91	17	255	172	67	1516
90	71	72	1,7	92	12	76	24	250	169	68	1483
6	71	75	3,7	95	15	83	17	246	175	72	1455
37	74	77	3	90	15	57	43	258	182	71	1411
46	71	74	2,67	94	16	60	40	254	183	72	1389
63	73	76	3	96	17	55	45	253	172	68	1372
10	74	78	3,67	95	13	76	24	250	160	64	1328
79	74	78	3,67	88	13	55	45	271	183	67	1322
27	75	78	2,67	93	14	59	41	248	171	69	1289

Os dados da Tabela 20 mostram a maior variação nas médias das melhores progênes no ambiente de Campos em relação a Viçosa, o que evidencia a presença de variabilidade genética na população, condição essa indispensável para que se possa melhorar a população cabocla.

Na Tabela 21 estão as estimativas das médias populacionais (\bar{X}_0), das médias das progênes selecionadas, das herdabilidades (h^2), dos diferenciais de seleção (DS), dos ganhos absolutos (GS) e em porcentagens (GS%) por seleção direta para peso de grãos e ganhos de seleção indireto para número de dias para florescimento masculino (FM) e feminino (FF), intervalo de dias entre os florescimentos masculino e feminino (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as progênes de meios-irmãos da raça local em Coimbra-MG.

A seleção direta praticada sobre PG apresentou média estimada de 1.420 kg/ha para as progênes selecionadas e para a população-base, de 631 kg/ha. A herdabilidade foi de 65,83% e o ganho de seleção predito, de 82,11%. Este ganho predito justifica a realização de um ciclo de seleção nessa população no ambiente de Coimbra.

Tabela 21 – Estimativas das médias populacionais (\bar{x}_o), das médias das progênes selecionadas, das herdabilidades (h^2), dos diferenciais de seleção (DS), dos ganhos absolutos (GS) e em porcentagens (GS%) por seleção direta para peso de grãos e ganhos de seleção indiretos para número de dias para emissão do pendão (FM) e estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre os florescimentos masculino e feminino (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha) para as progênes de meios-irmãos da raça local, em Coimbra-MG

FM	\bar{x}_o	\bar{x}_s	$h^2(\%)$	DS	GS	GS(%)
FM	93,29	93,47	47,41	0,18	0,08	0,09
FF	99,64	98,30	67,29	-1,34	-0,90	-0,90
IFMF	6,33	4,83	80,04	-1,50	-1,21	-19,05
PPQ	27,67	20,23	5,03	-7,44	-0,37	-1,35
EF	10,46	10,57	24,35	0,11	0,026	0,25
PRF	58,71	55,77	11,42	-2,94	-0,34	-0,57
ESG	41,92	40,30	29,91	-1,62	-0,48	-1,16
AP	238,9	237,7	3,71	-1,20	-0,45	-0,02
AE	149,17	153,3	15,65	4,13	0,65	0,44
AE/AP	62,58	64,37	10,43	1,79	0,19	0,30
PG	631	1420	65,83	789	518,90	82,11

As progênes selecionadas apresentaram ganho de seleção predito para os caracteres FF e IFMF de -0,90 e -19,05%, respectivamente. Esses valores favorecem a presença de pólenes viáveis e, conseqüentemente, a ocorrência de fecundação. Logo, a produção de espigas sem grãos cairá consideravelmente e a produtividade, por sua vez, aumentará.

Os ganhos de seleção preditos para os demais caracteres foram de baixa magnitude, entretanto, como o ganho para o caractere PG foi alto, a realização do ciclo de seleção e o uso dessas progênes na recombinação se confirmam.

Na Tabela 22 estão as médias das progênes selecionadas com base no peso de grãos (PG) para os caracteres emissão do pendão (FM) e estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre os florescimentos masculino e feminino (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF, plantas/ha), prolificidade (PRF, %), espiga sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), para o experimento realizado em Coimbra-MG.

Tabela 22 – Médias das progênies selecionadas com base no peso de grãos (PG) para os caracteres emissão do pendão (FM) e estilo-estigma (FF), intervalo de dias entre os florescimentos masculino e feminino (IFMF), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF), prolificidade (PRF, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e peso de grãos (PG, kg/ha), no experimento realizado em Coimbra-MG

Progênies	FM	FF	IFMF	PPQ	EF	AP	AE	AE/AP	PG
6	92	92	0	1,67	17	239	157	66	2.397
51	91	94	3,33	10	11	226	139	61	1.811
19	91	98	7,00	30	12	242	147	60	1.622
85	93	98	5,00	23	12	241	157	65	1.428
24	96	101	5,33	21	9	239	173	73	1.318
80	97	104	7,00	20	9	221	145	65	1.144
40	92	103	10,7	13	9	242	152	62	1.141
93	96	101	5,00	13	9,3	223	145	64	1.118
75	95	97	2,00	25	11	256	153	60	1.111
81	93	96	3,00	14	10	245	163	67	1.108

De acordo com a Tabela 22, a maioria dos caracteres conserva a mesma oscilação nos seus valores. Contudo, como já mencionado, o ciclo de seleção poderá ser realizado em função do alto valor do ganho de seleção predito para PG.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o desempenho agrônômico e a variabilidade genética e prever os ganhos genéticos da população de milho-branco crioulo. Três experimentos foram realizados, sendo um em Campos dos Goytacazes-RJ e dois em Minas Gerais, nos municípios de Barbacena e Coimbra, respectivamente, no ano agrícola de 2005/2006. Foram avaliadas 100 famílias de meios-irmãos de uma raça local de milho-branco resgatada em Barbacena. Essa raça de milho é considerada local por ter sido cultivada durante décadas na região de Barbacena, e devido ao seu endosperma branco sempre se manteve isolada de híbridos e cultivares melhorados. A raça local de milho-branco é utilizada para produção de silagem e de grãos secos para fabricação de fubá (milho triturado em moinho de pedra na região). O delineamento experimental utilizado foi o látice 10 X 10, com três repetições. A parcela experimental foi constituída de uma fileira de 3,0 m de comprimento, com espaçamento de 1,0 m. Pela análise de variância verificaram-se diferenças significativas entre as famílias para a maioria das características, o que indica a presença de variabilidade genética na raça local para os três locais. Semelhantemente a outras populações de germoplasma tropical, a altura de plantas foi considerada elevada para o sistema produtivo atual, com a média de 254 cm em Campos dos Goytacazes, 239 cm em Coimbra e de 295 cm em Barbacena. A relação entre a altura de espigas e de planta, muito relacionada ao acamamento, foi também considerada alta, com valores acima de 60%, enquanto o ideal é de 50%. Não houve a presença significativa de doenças

foliares. Com a população de plantas de 50 mil por hectare, houve a presença aproximada de 50% de plantas com espigas que não formaram grãos, mostrando a baixa adaptação dessa raça local ao adensamento. A média de produtividade de grãos foi de 820 kg /ha em Campos dos Goytacazes, 631 kg/ha em Viçosa e de 2.794 kg /ha em Barbacena. Essas produtividades foram consideradas baixas e relacionadas à falta de resposta das plantas das progênies aos insumos, como adubação e irrigação, a falta de adaptação à densidade de plantas e a falta de adaptação aos ambientes avaliados, como em Campos dos Goytacazes e Coimbra. Nesses dois locais, a variância genética na raça local de milho-branco foi responsável pela maioria da variância fenotípica para produtividade de grãos, podendo ser explorada em ciclos de seleção. No entanto, em Barbacena não foi detectada variância genética entre as progênies da população, o que indica a utilização de maior precisão experimental com a realização de novo experimento em local com menor oscilação espacial e a utilização de outros tipos de progênies que capitalize maior parte da variância aditiva. Em Campos dos Goytacazes, a média das famílias selecionadas para produtividade de grãos foi de 1.419 kg/ha, com diferencial de seleção de 599 kg/ha. Logo, espera-se que a média da população melhorada seja de 1.167,9 kg/ha. Em Coimbra, a média das famílias selecionadas para produtividade de grãos foi de 1.420 kg/ha, com diferencial de seleção de 789 kg/ha. Desta forma, espera-se que a média da população melhorada seja de 1.149,9 kg/ha. A seleção direta para produtividade de grãos e sua seleção indireta para alturas de planta e espiga não aumentaram significativamente as médias dessas características.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, concluiu-se que:

- a raça local de milho-branco foi caracterizada genética e fenotipicamente, podendo ser realizado ciclo de seleção para aumentar sua produção;
- a raça local de milho-branco foi resgatada e incorporada nos programas de melhoramento da Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” e replicada na Universidade Federal de Viçosa;
- a raça de milho-branco apresentou variabilidade genética e ganhos de seleção preditos altos;
- as médias das principais características agronômicas da raça local caracterizada são inadequadas para o sistema produtivo moderno, por isso ela não tem potencial de melhoramento;

- a diferença entre os ambientes proporcionou resposta específica das plantas das progênies em cada local, ou seja, interação planta x ambiente; e
- houve correlação genética entre as principais características agronômicas.

Em consequência, recomenda-se o cruzamento dessa raça local com outra de germoplasma branco, alta produtividade de grãos, menor altura de planta e, conseqüentemente, de espiga, menor razão altura de planta e espiga, florescimentos mais precoce e maior capacidade de adensamento de plantas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrianual (2005). *Anuário da Agricultura Brasileira*. FNP Consultoria & Comércio; M & S Mendes & Scotoni, São Paulo-SP: Editora Agors, 504 p.
- Allard, R.W. (1960) *Princípios do melhoramento genético das plantas*. Programa de Publicações Didáticas. Rio de Janeiro-RJ: Editora Edgard Blücher Ltda., 381 p.
- Araújo, P.M dos, Nass, L.L. (2002) Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. *Scientia Agricola* 59: 589-593.
- Borém, A., Miranda, G.V. (2005) *Melhoramento de plantas*. 4. ed. Viçosa-MG: UFV, 525p.
- Cochran, W.G., Cox, G.M. (1957) *Experimental designs*. 2. ed. New York: John Wiley and Sons, 611p.
- Coimbra, R.R. (2000) *Seleção entre famílias de meios-irmãos da população DFT1-Ribeirão de milho-pipoca*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 54p.
- Comstock, R.E., Robinson, H.F. (1948) The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics*, Raleigh, 4: 254-66.
- Crisóstemo, J.R. (1978) *Estimação de parâmetros genéticos visando seleção em dois compostos de milho (*Zea mays* L.)*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Piracicaba-SP, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, 71p.

- Cruz, C.D. (1997) *Programa genes; aplicativos computacional em genética e estatística*. Viçosa- MG: UFV, 390p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (2002) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2. ed. Viçosa-MG: UFV, 390p.
- Cruz, J.C., Filho Pereira, I.A., Corrêa, L.A., Pereira, F.T.F., Oliveira, M.R. do. (2003) Cultivares de milho. In: Cruz, J.C., Versiani, R., Ferreira, M.T.R. (Ed.) *Cultivares do milho*. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo.
- Duarte, J.O. (2003) Introdução e importância econômica do milho. In: Cruz, J.C., Versiani, R., Ferreira, M.T.R. (Ed.) *Cultivo do milho*. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo
- FALCONER, D.S. (1987) *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa-MG: UFV, 279p.
- Fancelli, A.L., Dourado Neto, D. (2000) Ecofisiologia e fenologia. In: Fancelli, A.L. (Ed.) *Produção de milho*. 1. ed. Guaíba-SP: Agropecuária, 360p.
- Garcia, D. (2006) Desenvolvido por Daniella Garcia. Apresentando conteúdos gerais. Disponível em: <<http://www.guiadoimigrante.com/article>>. Acesso em: 01 Fev. 2006.
- Gomes, F.P. (1990) *Curso de estatística experimental*. 3. ed. Piracicaba: ESALQ, 468p.
- Granate, M.J., Cruz, C.D., Pacheco, C.A.P. (2002) Predição de ganhos em famílias de meios-irmãos do milho-pipoca CMS 43. *Ciência e Agrotecnologia*, 26:1228-1235.
- Hallauer, A.R., Miranda Filho, J.B. (1981) *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa: Iowa State University Press, 468p.
- IBGE (2004). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*.
- Lonquist, J.H. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize population. *Crop Sci.*, 4:227-228, 1964.
- Lordelo, J.A.C. (1982) *Parâmetros genéticos nas populações de milho Piranão-VD2 e Piranão-VF1*. Piracicaba: ESALQ/USP.
- Machado, A.T. (1998) Histórico do melhoramento genético realizado pelas instituições públicas e privadas no Brasil: um enfoque crítico. In: Soares, A.C., Machado, A.T., Silva, B.M. de, Weid, J.M. von der. (Ed.) *Milho-crioulo conservação e uso da biodiversidade*. Rio de Janeiro-RJ: AS-PTA, p.32-38.

- Machado, C.T.T., Paterniani, M.L.S. (1998) Origem, domesticação e do milho. In: Soares, A.C., Machado, A.T., Silva, B.M. de, Weid, J.M. von der. (Ed.) *Milho-crioulo conservação e uso da biodiversidade*. Rio de Janeiro-RJ: AS-PTA, p.21-27.
- Marquês Júnior, O.G., Ramalho, M.A.P., Ferreira, D.F. (1999) Emprego do látice no melhoramento do feijoeiro. *Ciência e Agrotecnologia*, 23:753-759.
- Martins, I.S., Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Pires, I.E. (2003) Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 27:327-333.
- Mattoso, M.J., Melo Filho, G.A. de. (2003) Coeficientes técnicos. In: Cruz, J.C., Versiani, R., Ferreira, M.T.R. (Ed.) *Cultivo do milho*. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo.
- Meneguetti, G.A., Girardi, J.L., Reginatto, J.C. (2002) Milho-crioulo: tecnologia viável e sustentável. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v.3, n.1, jan./mar.
- Miranda, G.V., Caniato, F.F., Fidelis, R.R., Araújo, E.F., Souza, L.V., Doná, A.A. (2003) Qualidade fisiológica de sementes de populações de milho-crioulo da Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Ceres*, 50:337-345.
- Miranda, G.V., Santos, I.C., Galvão, J.C.C., Chagas, J.M., Júnior Paula, T.J. de. (2005) *Guia técnico para produção de milho*. Viçosa-MG: EPAMIG, 55p.
- Paterniani, E. (1967) Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.*, 7:212-216.
- Pires, L.J. In: Coimbra, R.R. (2000) *Seleção entre famílias de meios-irmãos da população DFT1-Ribeirão de milho-pipoca*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 54p.
- Sans, L.M.A., SANTANA, D.P. (2003) Clima e solo. In: Cruz, J.C., Versiani, R., Ferreira, M.T.R. (Ed.) *Cultivo do milho*. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo.
- Santos, P.G., Juliatti, F.C., Buiatti, A.L., Hamawaki, O.T. (2002) Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia-MG. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 5:597-602.
- Sawasaki, E., Paterniani, E. (2004) Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: Galvão, J.C.C., Miranda, G.V. (Ed.) *Tecnologia de produção de milho*. Viçosa-MG: UFV, p.56-83.

- Scapim, C.A., Carvalho, C.G.P., Cruz, C.D. (1995) Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 5:683-686.
- Silva, B.M. de, Santos, J.M. dos. (1998) O melhoramento ao alcance dos agricultores. In: Soares, A.C., Machado, A.T., Silva, B.M. de, Weid, J.M. von der (Ed.) *Milho-crioulo conservação e uso da biodiversidade*. Rio de Janeiro-RJ: AS-PTA, p.63-67.
- Silva, E.S., Silva, P.S.L., Nunes, G.H.S., Silva, K.M.B. (2001) Estimação de parâmetros genéticos no composto de milho ESAM-1. *Caatinga*, 14:43-52.
- Souza, P.M., Braga, M.J. (2004) Aspectos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: Galvão, J.C.C., Miranda, G.V. (Ed.) *Tecnologia de produção de Milho*. Viçosa-MG: UFV, p.13-53.
- Vencovsky, R. (2000) Herança quantitativa. In: Coimbra, R.R. (Ed.) *Seleção entre famílias de meios-irmãos da população DFT1-Ribeirão de milho-pipoca*. Viçosa-MG: UFV, Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 54p.
- Viana, J.M.S. (1993) *Análise individual e conjunta intrablocos de experimentos em látice quadrado ("Square lattice") e estimação de parâmetros genéticos*. Monografia (Monografia de Genética e Melhoramento) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 89p.
- Vieira Neto, J., Gomes Neto, J.C., Amaral, N.O., Cantarelli, V.S., Fialho, E.T. (2004) *Digestibilidade aparente do milho duro e dentado para suínos*. Lavras-MG: CICESAL/UFLA.
- Wikipédia. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Milho&oldid=1557128>>. Acesso em: 28 Mar 2006.