

## **CORRELAÇÃO DE CARACTERES DE UMA POPULAÇÃO CRIOLA DE MILHO PARA SISTEMA TRADICIONAL DE CULTIVO**

*Ana Raquel Ribeiro e Souza*

Departamento de Produção Vegetal. Área: Melhoramento de plantas  
Email: araquelsouza@hotmail.com

*Glauco Vieira Miranda*

Professor da UFV - Departamneto de Fitotenia  
Email: glaucovmiranda@ufv.br

*Messias Gonzaga Pereira*

Professor da UENF - Laboratório de genética e melhoramento vegetal.  
Email: messias@uenf.br

*Priscila Lopes Ferreir*

Aluna do curso de agronomia da UFV - Bolsista de iniciação científica do programa milho.  
Email: prilopesferreira@yahoo.com.br

**RESUMO** - Os objetivos desse trabalho foram determinar as correlações genéticas e definir estratégias para a obtenção de cultivares de milho para o sistema tradicional de produção. Para isso, foi resgatada a população crioula de milho-branco Barbacena e instalados dois experimentos com 100 progênies de meios-irmãos em látice triplo, em Barbacena, MG e Campos dos Goytacazes, RJ. As estimativas das correlações foram diferentes para cada local exigindo estratégias diferentes para a seleção dos caracteres devido a condições edafoclimáticas contrastantes. As correlações genéticas aditivas foram significativas entre os componentes primários da produção e a produtividade. Por outro lado, as correlações genéticas aditivas entre os componentes primários e secundários da produção foram quase sempre não significativas. Os caracteres relacionados ao florescimento mostraram-se correlacionados geneticamente com a produtividade e componentes primários de produção, mas não com os secundários. Conclui-se que o aumento da produtividade de grãos pode ser alcançado com a seleção direta ou indireta para todos os ambientes, a seleção indireta para número de plantas/área e número de plantas com espigas com grãos pode ser estratégia viável em experimentos conduzidos em propriedades de pequeno agricultor ou por eles próprios ao invés de selecionar diretamente a produtividade, a seleção para aumentar produtividade sem alterar a arquitetura da planta é possível e adequado para o sistema tradicional de cultivo.

**Palavras-chaves:** seleção, resgate, correlação, melhoramento, baixos insumos

## **CORRELATION AMONG TRAITS OF LANDRACE MAIZE POPULATION FOR TRADITIONAL PRODUCTION SYSTEM**

**ABSTRACT** - The objectives of this work were to determine the genetic correlation and define the strategies for obtain maize cultivars for traditional production system. For that, the white maize landrace population was rescued in Barbacena, MG and two experiments were installed with 100 half sib progenies using lattice triple in Barbacena and Campos dos Goytacazes, RJ. The estimates of correlations were different for each local requiring different strategy for trait selection due to contrast edaphoclimatic condition. The additive genetic correlations were significant among primary production components and the productivity. On the other hand, the additive genetic correlations among primary and secondary production components were non significant. The traits related with flowering showed genetic correlation with productivity and primary production components, but not for secondary production components. Concluded that the increasing of productivity can be reached with direct or indirect selection for all environments; the indirect selection for number of plants/ area and number of plants with ears with kernels can be viability strategy in experiments in the small producers or by themselves instead of to select directly the productivity; the selection for increasing productivity without change the plant architecture is possible and adequate for traditional production system.

**Key-words:** selection, rescue, correlation, breeding, low-input

## INTRODUÇÃO

O melhoramento de plantas visa a obtenção de cultivares com um conjunto de caracteres adequados para a otimização dos diversos sistemas produtivos (Borém e Miranda, 2005). Então, o conhecimento da correlação genética entre caracteres é importante, porque permite conhecer a influência que a seleção em um caractere terá sobre o conjunto, aparentemente independentes.

A correlação genética é quantificada pela natureza e magnitude das relações existentes entre dois caracteres (Cruz e Regazzi, 2001). Quanto a natureza pode ser positiva ou negativa. Se positiva indica que os dois caracteres aumentam ou diminuem seus valores diretamente. Por sua vez a natureza negativa caracteriza uma relação inversa sendo que enquanto um aumenta o outro caractere reduz ou vice-versa. A magnitude está relacionada com a estimativa do parâmetro e pode variar de -1 até +1. Quanto mais próximo da unidade, maior será a influência da seleção de um caractere em outro.

A correlação entre caracteres é causada por fatores genéticos e ambientais. No melhoramento, é evidente que se deve preocupar com a associação cuja natureza é genética (Falconer, 1964). A correlação de natureza genética pode ser causada por efeitos pleiotrópicos dos genes ou então por desequilíbrio de ligação gênica. Neste último caso, a correlação genética é transitória, manifestando-se especialmente nas primeiras gerações de populações obtidas do inter cruzamento de genitores geneticamente divergentes (Vencovsky e Barriga, 1992).

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, 2001).

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., 2003).

A correlação entre os caracteres dos componentes primários de produção e entre esses e os componentes secundários de produção podem disponibilizar diferentes estratégias de seleção para aumentar o progresso com os ciclos de seleção. Na cultura do milho ou dos cereais em

geral, os componentes primários são número de plantas/área, número de espigas/planta (prolificidade), número de grãos/espiga e peso de grãos. Os componentes secundários estão relacionados com o desenvolvimento da planta podendo ser a altura de planta, altura de espiga, dias para florescimento masculino e/ou feminino, número de nós, etc...

A produção de grãos de milho e os componentes primários da produção correlacionam-se positivamente com uniformidade e velocidade de germinação, prolificidade, número total de folhas, número de folhas acima da espiga e eficiência de produção e, negativamente, com número de dias para florescimento, acamamento, número de ramificações do pendão, relação altura da espiga/altura da planta e ângulo de inserção foliar (Magalhães et al. 2002).

A prolificidade é um dos mais importantes componentes da produtividade e, ultimamente, tem sido muito estudada. Como está correlacionada com a produtividade e com outros caracteres agrônômicos desejáveis, poderá ser usada eficientemente para a obtenção de melhores variedades de milho (Lira, 1983). Sawazaki (1996) sugere que a seleção para prolificidade seja uma maneira de se aumentar a produtividade. Em milho, diversos autores obtiveram alta correlação entre prolificidade e produção de grãos, de tal modo que a seleção para prolificidade proporcionou ganho indireto para a produtividade. A seleção para aumento de outros caracteres, como o número de fileiras e de grãos por fileira na espiga, a resistência à helmintosporiose e ao enfezamento são fatores importantes para o aumento da produtividade.

O cultivo do milho-branco em Barbacena-MG, tem importância local, com reflexos sociais, econômicos e ambientais na microrregião. 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. Os agricultores familiares da região não estão integrados no sistema de produção capitalista e caracterizam-se 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 híbridos, reaproveitamento de sementes, sistema de produção com baixos insumos e industrialização, o custo de produção com base mais no trabalho do que nos insumos. Os aspectos econômicos da cultura do milho-branco estão na agregação de valores dos produtos agropecuários. A população crioula 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; grãos do tipo dentados e de cor predominantemente branca.

Assim, os objetivos desse trabalho foram determinar as correlações genéticas e definir estratégias para a

obtenção de cultivares de milho para o sistema tradicional de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos, na Escola Agrícola “Antônio Sarlo”, situada na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ à latitude 21°45’15” sul e longitude 41°19’28” oeste, à altitude de 14 m, apresentando temperatura média de 22,7 °C e precipitação de 600 mm e no sítio “Barro Preto”, situado no município de Barbacena-MG à latitude 21°13’33” sul e longitude 43°46’25” oeste à 1.165 m de altitude, com temperatura média de 17 °C e precipitação média anual de 1.400 mm.

Foi utilizada a população crioula Barbacena de milho-branco, obtida dos plantios sucessivos por pequenos produtores há vários anos e que nunca passou por ciclo de seleção fundamentado nos princípios dos métodos de melhoramento de plantas.

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. O ciclo de seleção foi dividido na obtenção das progênies de meios-irmãos; na avaliação e seleção entre progênies em eventos com repetições e na recombinação das progênies superiores.

Foram selecionadas 100 espigas armazenadas em paiol com base no empalhamento adequado, a ausência de pragas e o maior tamanho das mesmas.

Para avaliação e seleção entre famílias de meios-irmãos, foram instalados experimentos nos locais anteriormente citados em novembro de 2005. O delineamento experimental utilizado foi o látice triplo 10 X 10. 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 covas. Foi mantida a população de 50.000 plantas por hectare.

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 nitrogênio/ha, na forma de sulfato de amônio, quando a planta apresentava a sexta folha completamente desenvolvida. O desbaste e a capina foram realizados, quando necessário. Não houve controle de pragas e doenças.

Por estarem associados aos componentes primário e secundário de produção os seguintes caracteres foram avaliados: porcentagem de plantas quebradas (PPQ), estande final (EF), número de plantas com espigas com grãos por parcela (ECG), número de plantas com espigas sem grãos por parcela (ESG), dias para florescimento masculino (FM), dias para florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e produtividade de grãos (PG), obtido a partir do peso de grãos em kg/parcela, posteriormente transformado para kg/ha e corrigido para 14,5% de umidade.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (F), genotípica (G) e de ambiente (A) entre os pares de caracteres no ciclo de seleção foram obtidas conforme Cruz e Regazzi (2001). A significância dos coeficientes de correlação foi avaliada pelo teste t, em 5% e 1% de probabilidade de erro (Steel e Torrie, 1980).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os programas GENES – Genética e Estatística (Cruz, 1997) e SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas) (Ribeiro Júnior, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (F), genética aditiva (G) e ambiental (A) entre os caracteres estande final (EF, plantas/ha), plantas com espigas com grãos (ECG, %), plantas com espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm) e produtividade de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da população crioula de milho-branco, em Barbacena-MG, estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (F), correlação genética aditiva (G) e correlação ambiental (A) entre os caracteres estande final (EF, plantas/ha), espigas com grãos (ECG, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e produtividade de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da raça local, em Barbacena-MG

Caracteres	F	G	A	Caracteres	F	G	A
PG x EF	0,29	0	0,30	ECG x AP	-0,15	-0,40+	0
PG x ECG	0,61**	0	0	ECG x AE	0,18	-0,40+	0
PG x ESG	-0,42**	0	-0,45**	ESG x AP	0,02	-0,16	0,07
PG x AP	0,02	0	0,22+	ESG x AE	0,08	0,06	0,09
PG x AE	0	0	0,21	AP x AE	0,92**	1,00++	0,90++
EF x ECG	0,72**	0,95++	0,50++				
EF x ESG	0,24*	0,21	0,27*				
EF x AP	-0,12	-0,42**	0,07				
EF x AE	-0,11	-0,31	0,09				
ECG x ESG	-0,44**	-0,06	0				

\*\* F significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t. ++ e + significativos a 1 e 5%.

O caractere produtividade de grãos, apresentou baixo valor de herdabilidade e de variabilidade genética aditiva, possuindo correlação significativa apenas com ESG e AP. PG e ESG, apresentaram correlações fenotípica e ambiental negativas, mostrando que as plantas mais produtivas produziram menor número de espigas sem grãos, indicando que, fazendo a seleção para plantas mais prolíferas, se obterá maior produção de grãos na população (González et al., 1994). A baixa e não significativa correlação genética comparada as correlações negativas e significativas fenotípicas e ambiental, evidenciam a grande importância dos efeitos ambientais em detrimento dos efeitos genotípicos na associação desses caracteres (Lemos et al, 1992).

Para o par de caracteres PG e AP, apenas a correlação ambiental positiva foi significativa, assim, no ambiente de Barbacena, onde os fatores ambientais foram mais determinantes que os genéticos, plantas mais altas foram mais produtivas. Não houve alguma correlação significativa entre PG e EF, pois, em consequência do maior número de plantas/área, foi observada a produção de espigas com baixa formação de grãos, logo, para a população crioula de milho branco, quanto maior o adensamento menor a produção. Segundo (Magalhães e Durães, 2002), a incidência de luz difusa próximo ao florescimento, devido a alta população, provoca menor peso de grãos, menor tamanho de espigas e menor sincronia pendão/espiga, acarretando uma perda na produção.

Apenas a correlação fenotípica foi positiva e significativa entre PG e ECG, indicando que o par de caractere avaliado, é beneficiado ou prejudicado pela mesmas causas de variação ambiental (Cruz e Regazzi, 2001). Então, quanto maior o número de plantas com espigas com grãos, maior a produtividade da população.

O caractere EF apresentou correlações fenotípica (F), genética aditiva (G) e ambiental (A) significativas e positivas com o caractere ECG e correlações F e A positivas com ESG. Assim, quanto maior o número de plantas/área, maior o número de espigas na população, uma vez que, regra geral, todas as plantas de milho produzem pelo menos uma espiga. Porém, devido ao maior adensamento a que foi submetida a população crioula, um maior número de plantas também implica em maior produção de espigas sem grãos. Por isso, apenas correlações F e A foram verificadas entre EF e ESG, logo a produção de espigas sem grãos é função dos efeitos ambientais que influenciou mais a população do que os efeitos genéticos na associação desses caracteres. Por outro lado, as correlações entre EF e ECG, todas altamente significativas e positivas mostram a alta associação entre estande final e número de plantas com grãos. González et al. (1994) trabalhando com dois ciclos de seleção no milho dentado composto, encontraram resultados semelhantes.

O estande final altera a arquitetura das plantas, altera o crescimento e o desenvolvimento, e influência na

produção e partição de fotoassimilados (Almeida e Sangó, 1996). Assim, a tolerância a alta densidade de plantas é uma habilidade de cultivares modernas e híbridos, por terem como características o porte baixo/médio, folhas eretas e tolerância ao acamamento e não de cultivares de polinização aberta, características essas opostas as das cultivares antigas.

Correlação F e G negativa foram encontradas entre EF e AP e EF e AE. Dessas, apenas a correlação genotípica entre EF e AP foi significativa. Assim, acima de um ótimo de densidade de plantas, a altura de plantas começa a sofrer incrementos. Isso porque em resposta ao maior adensamento, inicia-se um incremento da competição intra-específica, o que estimula a dominância apical, aumentando a esterelidade feminina, limitando a produção de grãos por área (Fornasieri Filho, 1992). Em consequência desse estímulo há um acréscimo na altura das plantas provocando uma maior porcentagem de acamamento. Logo para a população crioula de milho-branco, o aumento do estande final provocou redução na altura das plantas.

Houve correlação F negativa e significativa entre ECG e ESG, logo, o ambiente teve grande influência na expressão do genótipo. Assim, para que haja aumento no número de espigas com grãos da população, o número de espigas sem grãos deve diminuir. Os componentes primários de produção PG, EF, ECG e ESG não se correlacionaram com os componentes secundários de produção AP e AE, mostrando que a seleção para aumentar produtividade não afetam as características vegetativas e importantes para os agricultores familiares que gostam de plantas altas para produção de massa verde, estaqueamento de cultura sucessora e pastejo direto do gado após a colheita.

Correlação genética aditiva negativa e significativa foi verificada entre ECG e AP e ECG e AE, logo, os caracteres altura de plantas e altura de espiga influenciam a produção de espigas com grãos. De acordo com Fornasieri Filho (1992), a existência de um estímulo na dominância apical, desencadeia um aumento da esterelidade feminina, limitando a produção de grãos por área. A mesma explicação é válida para altura de espigas.

Não houve alguma correlação significativa entre ESG e AP ou ESG e AE, assim tais caracteres não exercem influência na expressão de ESG.

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), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PPQ, %), estande final (EF), espigas com grãos (ECG, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), e produtividade de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênies de meios-irmãos da população crioula de milho-branco Barbacena, em Campos dos Goytacazes-RJ, estão na Tabela 2.

Tabela 2 – 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), espigas com grãos (ECG, %), espigas sem grãos (ESG, %), altura de planta (AP, cm), altura de espiga (AE, cm), relação AE/AP e produtividade de grãos (PG, kg/ha) para as 100 progênes de meios-irmãos da raça local, em Campos dos Goytacazes

Caracteres	F	G	A	Caracteres	F	G	A
PG x EF	0,25	0,27	0,23+	ECG x PPQ	-0,01	-0,11	0,01
PG x ECG	0,59**	0,66+	0,53++	ECG x FM	-0,36**	-0,59 <sup>+</sup>	-0,15
PG x ESG	-0,59**	-0,66+	-0,53++	ECG x FF	0,14	-0,63 <sup>+</sup>	-0,15
PG x AP	0,11	0,05	0,17+	ESG x AP	0,02	0,16	-0,09
PG x AE	0,02	-0,47	0,11	ESG x AE	0,09	0,20	-0,02
PG x PPQ	0,09	0,41	0,01	ESG x PPQ	-0,01	0,10	-0,02
PG x FM	-0,45**	-0,59 <sup>++</sup>	-0,24 <sup>++</sup>	ESG x FM	0,36**	0,56	0,12
PG x FF	-0,05	-0,57 <sup>++</sup>	-0,30 <sup>++</sup>	ESG x FF	0,24*	0,57 <sup>+</sup>	0,17 <sup>+</sup>
EF x ECG	-0,26**	-0,40	-0,08	AP x PPQ	-0,20	-0,48	0,09
EF x ESG	-0,26**	0,40	0,40	AP x AE	0,85**	0,85 <sup>++</sup>	0,85 <sup>++</sup>
EF x AP	0,13	0,18	0,08	AP x PPQ	-0,20	-0,48	0,09
EF x AE	0,13	0,20	0,02	AP x FM	0,21*	0,63 <sup>+</sup>	-0,33 <sup>++</sup>
EF x FM	-0,09	-0,11	-0,4	AP x FF	0,24*	0,56+	-0,34 <sup>++</sup>
EF x FF	-0,39**	0,03	0,00	AE x PPQ	-0,06	-0,59	0,09
EF x PPQ	0,08	0,42	-0,04	AE x FM	0,31**	0,75 <sup>++</sup>	-0,32 <sup>++</sup>
ECG x ESG	-0,99**	1,00 <sup>++</sup>	-0,98 <sup>++</sup>	AE x FF	-0,45**	0,70 <sup>++</sup>	-0,36 <sup>++</sup>
ECG x AP	-0,03	-0,19	0,10	PPQ x FM	-0,16	-0,57	-0,07
ECG x AE	-0,09	-0,21	0,02	PPQ x FF	-0,32**	-0,31	-0,15
ECG x PPQ	-0,01	-0,11	0,01	FM x FF	0,87**	0,95 <sup>++</sup>	0,74 <sup>++</sup>

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

Devido a diferença de condições edafoclimáticas entre Campos dos Goytacazes e Barbacena, um maior controle experimental foi realizado através do uso da irrigação de maneira a reduzir a competição entre plantas por água.

A produtividade de grãos não se correlacionou com o estande final, o que pode ser explicado pelo aumento do número de plantas que apresentaram espigas com grãos (ECG, G=0,66) e pela redução do número de plantas com espigas sem grãos (ESG, G=-0,66). Isso caracteriza a baixa adaptação da população crioula à densidade de 50 mil plantas/ha e a falta de adaptação a um novo local com diferentes pressões de seleção. A PG não se correlacionou com AP e AE, caracterizando a independência entre os componentes primários e secundários de produção e ratificando os resultados encontrados no experimento realizado em Barbacena-MG. O caractere PG apresentou correlações F, G e A negativas e significativas com FM, assim quanto maior for o número de dias para FM, menor será a produção das plantas das progênes, devido à falta de sincronia pendão/estilo-estigma, impedindo que haja fecundação dos óvulos (Magalhães e Durães, 2002). Correlações G e A negativas e significativas entre os caracteres FF e PG foram verificadas, portanto quanto maior o FF menor será o produtividade de grãos da progênie.

O caractere EF apresentou correlação F negativa com ECG e positiva com ESG com a mesma magnitude. A correlação G positiva ou negativa de EF com ESG e ECG de 0,40 não foram significativas. AP, AE e PPQ não apresentaram correlações significativas com o caractere

EF, mostrando a independência desses caracteres, inclusive do EF que pode estar relacionado com o PPQ como encontrado por diversos autores (Marchão et al., 2005; Marchão et al 2006; Dourado Neto et al., 2003). Por outro lado, o EF correlacionou-se fenotipicamente com caracteres relacionados ao florescimento (FF e IFMF), pois aparentemente não evidências da relação genética entre esses caracteres.

Apenas correlação G positiva entre ECG e ESG e correlações F e A negativas entre ECG e ESG foram constatada, todas significativas. Segundo Falconer (1964), uma diferença em sinal entre correlação G e A mostra que as fontes de variação genética e ambiental afetam os caracteres através de mecanismos fisiológicos diferentes. Não houve correlação significativa entre ECG e os outros caracteres relacionados aos componentes secundários (AP, AE e PPQ). Correlações F e G negativas e significativas ocorreram entre ECG e FM, assim quanto maior o número de dias para a ocorrência do pendoamento, menor a probabilidade de haver enchimento de grãos na espiga. ECG também apresentou correlações genéticas negativas com o FF indicando que quanto mais tardio esse florescimento menor o número de grãos.

Apenas correlações F positivas foram observadas entre ESG com FM e FF, por isso progênes que demoram a emitir pendão ou estilo-estigma provocam falta de sincronia entre os florescimentos e, portanto, tendem a produzir espigas sem grãos. Portanto, quanto mais tarde ocorrer o florescimento feminino (FF), maior será o

número de plantas das progênes que produzirão espigas sem grãos, já que a viabilidade do pólen será comprometida.

O caractere AP apresentou correlações positivas F, G e A com AE. Essa correlação é comum em populações de milho e está associado com o desenvolvimento e arquitetura do milho como encontrado por muitos autores (Fancelli et al. 2000, Magalhães et al., 2002). Correlações F e G positivas e A negativa entre AP e FM 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 (FM), menos influência do ambiente o caractere AP sofrerá. Os caracteres AP e FF 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, com consequente aumento na esterilidade, mais alta será a planta, concordando com Fornasieri Filho (1992).

O caractere AE não se correlacionou com a PPQ, o que pode acontecer quando a espiga fica em posição muito alta no caule. Os caracteres AE e FF 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 (Magalhães e Durães, 2002).

A PPQ não se correlacionou-se geneticamente com FF e FM. O caractere FM apresentou correlações F, G e A altas e positivas com FF, logo progênes que apresentam florescimento masculino mais tardio também terão um atraso no florescimento feminino.

Deve-se considerar que a perfeita combinação dos caracteres correlacionados vai depender da espécie ou população que está sendo trabalhada e o sistema produtivo em que o futuro cultivar será utilizado. Nos últimos 30 anos de melhoramento da cultura de milho tem-se dado atenção a obtenção de híbridos com alto potencial produtivo (12 t/ha) para sistemas produtivos em monocultivo com intensa utilização de máquinas e insumos como adubos, tratamentos de sementes, controle de pragas e doenças e irrigação. Por outro lado, a grande maioria dos agricultores apresentam sistema produtivo do milho com intensa utilização da mão-de-obra familiar, baixo uso de insumos e plantio de populações locais pouco melhoradas.

A lógica da obtenção de cultivares para o sistema produtivo altamente tecnificado está em sua resposta ao uso de insumos, potencial produtivo de 12 t/ha, alta densidade de plantas, híbridos simples, plantas baixas, alta sanidade foliar e de grãos, plantio direto, tolerância aos herbicidas pós-emergentes, ciclo precoce, colheita mecanizada, comercialização por meio de cooperativas e mercado futuro como comodites. Por outro lado, no sistema tradicional de milho, a planta é submetida a condições edafoclimáticas completamente diferentes em

que se destacam baixa resposta ao uso de insumos, produtividade por volta de 3600 kg/ha, baixa população de plantas para o plantio de várias culturas simultaneamente, populações em equilíbrio de Hardy e Weimberg, plantas altas com finalidade de produzir grãos, silagem e forragem para pastejo direto dos animais, controle mecânico de plantas daninhas, utilização de preparo de solo com tração animal, plantas com ciclo longo, exigência de baixa tolerância as doenças foliares, colheita manual e utilização da produção na propriedade durante o ano até a próxima safra. Então os caracteres necessários para o cultivar no sistema tradicional de cultivo são completamente distintos da outra situação. De maneira bastante simplista, o cultivar para o sistema tradicional deve ser desenvolvido para otimizar a produção por planta e atender a demanda local de alimentos, garantindo a sustentabilidade local.

As estimativas das variâncias e covariâncias genéticas são inerentes da população de plantas e do ambiente em estudo. Dessa forma, pode-se explicar as diferentes estimativas de correlação entre os caracteres para os dois locais. Em Barbacena, a PG não apresentou variância genética que proporcionasse resposta a seleção, mas mostrou-se correlacionada com outros componentes primários da produção como estande final (EF) e número de plantas com espigas com grãos (ECG). Assim, concluiu-se que a seleção com base em componentes primários da produção é a estratégia mais adequada para melhorar a população. Em Campos dos Goytacazes, a PG apresentou variância genética e alta herdabilidade sendo suficiente selecionar diretamente para esse caractere, mas não se mostrou correlacionada geneticamente com outros caracteres, indicando que a seleção indireta não será tão eficiente quanto a seleção direta.

A produtividade de grãos de milho é o caractere de maior interesse para os agricultores. Portanto, o aumento desse caractere é sempre prioritário em todo ciclo de seleção quando se pretende obter cultivar com a finalidade de aumentar a produção de grãos. Devido a grande variação do ambiente em relação a condição edafoclimática, manejo da lavoura, conhecimento técnico, saber do agricultor e condição sócio-econômica, o melhoramento formal de plantas realizado em estação experimental e conduzido por técnico especializado não consegue atender ou otimizar as necessidades do agricultor em diferentes sistemas de produção para aumentar a produção. A empresa de melhoramento tende a desenvolver um cultivar que atende a maior demanda de mercado e assim, muitos agricultores não são atendidos. Uma solução para amenizar essa situação é o melhoramento participativo de plantas em que o agricultor conduz suas lavouras com noções básicas de seleção e recombinação de plantas. Esse melhoramento vem sendo praticado em diferentes partes do mundo, normalmente em condições edafoclimáticas e sociais desfavorecidas. Entre as dificuldades do melhoramento participativo estão a condução de experimentos na propriedade do agricultor e a avaliação de caracteres que

exige técnicas mais precisas para a avaliação como a produção. Os resultados encontrados nesse trabalho, em que caracteres de fácil avaliação que se restringe exclusivamente a contagens e correlacionam-se com a produção podem ser aplicáveis no melhoramento participativo de plantas com grande eficiência. Nesse caso será necessário a seleção de plantas ou progênies em campo e não somente de tamanho de espigas após colheita como habitualmente é praticado.

A natureza e a magnitude das correlações fenotípicas nem sempre são semelhantes as correlações genéticas e isso pode levar a conclusões errôneas ou a estratégias ineficientes de seleção. No experimento realizado em Barbacena, a PG apresentou-se com significativas correlações fenotípicas com ECG e ESG, mas não possui correlação genética pois não houve variância genética aditiva para PG. A seleção para aumentar PG não afetariam o ECG e o ESG e os ganhos poderiam ser menores. Outro fato, é que os agricultores possuem o hábito de selecionar as espigas maiores para plantio da nova lavoura, essa seleção é totalmente ineficiente para aumentar a PG, pois a herdabilidade com base na planta é extremamente baixa, o que se constata facilmente nas populações locais pela baixa produtividade. No entanto, essa seleção favorece indiretamente plantas mais altas, com baixa capacidade de suportar maior adensamento de plantas, fileiras de grãos alinhadas, bom empalhamento, boa sanidade de grãos e boa qualidade fisiológica.

No sistema de produção tradicional, os agricultores apresentam grande resistência na aceitação de novos cultivares que diferem dos que eles estão acostumados a usar. Assim quanto menos se altera nos caracteres percebíveis pelos agricultores mais fácil será a aceitação do novo ciclo da população. Com o resultados obtidos nesse trabalho, a produtividade da população pode ser aumentada sem alterar alturas de plantas e espigas e tamanho de espigas, diante disso a nova geração poderá ser prontamente aceita.

## CONCLUSÕES

- dependendo do local, as correlações fenotípicas não estão relacionadas com as correlações genéticas e portanto, não haverá resultado com a seleção massal tradicionalmente praticada pelos agricultores familiares.

- a seleção massal ou com base na planta ou espiga não é eficiente para alterar caracteres quantitativos como a produtividade de grãos;

- o aumento da produtividade de grãos pode ser alcançado com a seleção direta ou indireta para todos os ambientes;

- a seleção indireta para número de plantas/área e número de plantas com espigas com grãos pode ser estratégia viável em experimentos realizados em propriedades de agricultor ou conduzidos por eles próprios ao invés de selecionar diretamente a produtividade ou o tamanho da espiga,

- a seleção para aumentar produtividade sem alterar a arquitetura da planta é possível e adequada para o sistema tradicional de cultivo.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. L. de.; SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, n.2, p. 179-183, 1996.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa-MG: UFV, 2005, 525p

CRUZ, C.D. **Programa genes**; aplicativos computacional em genética e estatística. Viçosa- MG: UFV, 1997, 390p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa-MG: UFV, 2001, 390p.

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

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 2.ed. New York: Ronald Press, 1964. 365p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: Fancelli, A.L. (Ed.) **Produção de milho**. 1. ed. Guaíba-SP: Agropecuária, 2000, 360p.

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

GONZALÉS, P. A. de.; LEMOS, M. A.; RAMALHO NETO, C. E.; REIS, O. V. dos.; TABOSA, J. N.; TAVARES FILHO, J, J. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais em dois ciclos de seleção no milho dentado composto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.3, p. 419-425, 1994.

GRANATE, M. J.; CRUZ, C. D.; PACHECO, C. A. P. Predição de ganhos em famílias de meios-irmãos do milho-pipoca CMS 43. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.1228-1235, 2002.

LE MOS, M. A.; GAMA, E. E. G.; OLIVEIRA, A. C de.; ARAÚJO, M. R. A de. Correlações genéticas, fenotípicas e ambientais em progênies de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 27, v. 12, p. 1563-1569, 1992.

LIRA, M.A. **Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para produção, capacidade de expansão e correlações entre alguns caracteres em milho-pipoca**

- (*Zea mays* L.). 1983. 63 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1983.
- MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. de. T.; MIRANDA, G. V.; COELHO, C. H. M.; GUIMARÃES, L. J. M. **Resposta de variedades de milho a níveis e fontes de nitrogênio**. Brasília: EMBRAPA, 2003 (Boletim Técnico).
- MACHADO, A.T. 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, 1998, p.32-38.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Cultivo do milho, germinação e emergência**. Comunicado Técnico 39, Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento, 2002, Sete lagoas, MG.
- MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; Gomes, J. A. Densidade de plantas e características agrônomicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas.. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n.35, v.2, p.93-101, 2005.
- MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.170-181, 2006.
- MIRANDA, G.V.; CANIATO, F.F.; FIDELIS, R.R.; ARAÚJO, E.F., SOUZA, L.V.; DONÁ, A.A. Qualidade fisiológica de sementes de populações de milho-crioulo da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.50, p. 337-345. 2003.
- 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.
- RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.
- SANTOS, P.G.; JULIATTI, F.C.; BUIATTI, A.L.; HAMAWAKI, O.T. Avaliação do desempenho agrônomico de híbridos de milho em Uberlândia-MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.5 p. 597-602, 2002.
- SAWASAKI, E.; PATERNIANI, E. Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: Galvão, J.C.C., Miranda, G.V. (Ed.) **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa-MG: UFV, 2004, p.56-83.
- SAWAZAKI, E. **Parâmetros genéticos em milho-pipoca (*Zea mays* L.)**. 1996. 157f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1996.
- STEEL, R.; TORRIE, J. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 2<sup>nd</sup> Ed. McGraw Hill, 1980, 633p.
- VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p