



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**



**STÊNIO LOPES PAIXÃO**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MILHO  
EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DE ALAGOAS**

**RIO LARGO - AL  
2008**

**STÊNIO LOPES PAIXÃO**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MILHO  
EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DE ALAGOAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de mestre.

**Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira**

**RIO LARGO – AL**

**2008**

**RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS  
FEVEREIRO DE 2008  
TERMO DE APROVAÇÃO**

STÊNIO LOPES PAIXÃO  
2006M21D014S-4

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MILHO  
EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DE ALAGOAS**

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Mestrado em Agronomia (Área de Concentração “Produção Vegetal”), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, pela Banca Examinadora formada pelos Pesquisadores:

---

Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira  
UFAL  
**Orientador**

---

Prof. Dr. Vilma Marques Silva  
UFERSA

---

Dr. Paulo de Albuquerque Silva  
Embrapa

---

Prof. Dr. Cícero Carlos de Souza Almeida  
UFAL

A Deus que em todos os momentos ilumina os caminhos que percorremos, em busca do bem estar comum e de um futuro promissor.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Meus agradecimentos a todos que, com participações maiores ou menores, fizeram parte do meu dia a dia durante esse período de mestrado contribuindo para o resultado final que vai além da publicação de um trabalho, trazendo também amadurecimento profissional e pessoal. Em especial, eu gostaria de agradecer:

A Deus, Mestre dos Mestres e Senhor, por tudo que tem me proporcionado nesta vida.

A Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e em especial ao Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira, pela orientação segura, pelos ensinamentos valiosos, pela amizade, confiança e exemplo de dedicação profissional.

Ao pesquisador da EMBRAPA Tabuleiros Costeiros João Gomes da Costa, pelas sugestões, idéias, colaboração e orientação na execução deste trabalho, pela amizade e exemplo profissional.

Ao Prof. Eurico Lemos, pela amizade, paciência e ensinamentos.

Aos demais professores do Centro de Ciências Agrárias, pelos ensinamentos, cordialidade e pela amizade.

Aos amigos e colegas de curso Marcelo Cavalcante, Rodrigo Gomes Pereira, pela amizade e pelo auxílio na condução dos trabalhos em campo.

Aos demais colegas e funcionários do curso de pós-graduação, pela amizade, ajuda e agradável convivência.

Aos meus pais Rodrigo Lopes Paixão e Maria Benedita Nunes, pela confiança, paciência e incentivo na execução deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela bolsa de estudos concedida.

**OBRIGADO**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	vii
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	01
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	02
<b>REFERÊNCIAS</b>	09
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>DIVERGÊNCIA GENÉTICA E AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MILHO EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DE ALAGOAS</b>	
<b>RESUMO</b>	10
<b>ABSTRACT</b>	11
<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	13
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	14
<b>CONCLUSÃO</b>	20
<b>REFERÊNCIAS</b>	20
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	22

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>Tabela 1</b> - Resultados médios e resumo da análise conjunta de variância para: Altura de plantas (AP, cm), altura de espigas (AE, cm), relação AE/AP, diâmetro do colmo (DC, cm), número de folhas, massa de 100 grãos (P100, g) e produtividade de grãos (PROD, kg ha <sup>-1</sup> ) de seis populações de milho e da variedade Asa Branca (BR 5033), Alagoas, 2007.	15
<b>Tabela 2</b> - Medidas de dissimilaridade entre as populações de milho e a variedade Asa Branca, obtidos a partir da Distância Generalizada de Mahalanobis (D <sup>2</sup> ). Alagoas, 2007.	17
<b>Tabela 3</b> - Composição de agrupamentos estabelecida pelo método de Tocher aplicado à matriz das distâncias generalizadas de Mahalanobis (D <sup>2</sup> <sub>ii'</sub> ) entre seis populações de milho e a variedade Asa Branca. Alagoas, 2007.	18
<b>Tabela 4</b> - Contribuição relativa dos caracteres para divergência genética – Singh (1981).	19

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os recursos genéticos vegetais constituem um dos principais patrimônios que a humanidade deve preservar. A variabilidade genética, que é inerente às populações vegetais, é a base de programas de melhoramento, os quais buscam de forma contínua novas variedades de plantas que possam servir direta ou indiretamente para a alimentação humana. Conhecer a diversidade genética é fator limitante para o progresso da agricultura, principalmente no que concerne a plantas de denotado interesse econômico.

O milho é uma das principais culturas da agricultura brasileira, tanto no aspecto quantitativo quanto no que diz respeito à sua importância estratégica por ser a base da alimentação animal e, conseqüentemente, humana. Sua crescente utilização tem causado problemas no abastecimento regional, pois a quantidade de grãos produzida não atende a demanda, o que torna necessária a busca do produto em outras regiões do País e do exterior.

A produtividade do milho na região é baixa, em decorrência da predominância de sistemas que utilizam pouca ou nenhuma tecnologia de produção, das irregularidades climáticas, da insuficiência de sementes selecionadas de variedades melhoradas na região, dentre outros. Sabe-se que o uso de sementes de variedades melhoradas, por si só, melhoram bastante o rendimento das culturas e, considerando que, grande parte dos produtores de milho do Nordeste brasileiro tem limitação de capital, é justificável a prioridade de se obter e difundir variedades de milho melhor adaptadas para essa região, quando comparadas com as atualmente em uso.

Estudos de divergência genética são importantes para o conhecimento da variabilidade genética existente nos bancos de germoplasmas (CRUZ E CARNEIRO, 2003), possibilitando o monitoramento, auxiliando na identificação de possíveis duplicatas e fornecendo parâmetros para escolha de progenitores, que ao serem cruzados, possibilitem maior efeito heterótico, aumentando as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes.

Desse modo, torna-se fundamental desenvolver atividades de pesquisa voltada para a avaliação de variedades e híbridos, visando a obtenção de materiais adaptados e portadores de atributos econômicos desejáveis, como precocidade, tolerância às principais pragas e doenças e ao quebramento do colmo, bem como empalhamento das espigas, menor altura de planta, inserção da primeira espiga, produtividade, dentre outros.

Diante do exposto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a divergência genética e o comportamento de seis populações de milho do Banco de Germoplasma da Unidade Acadêmica Centro de Ciência Agrárias, UFAL, Alagoas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Diversidade do milho: dos estudos fenotípicos às análises moleculares

Coletar, caracterizar, nomear, catalogar e analisar as inúmeras variedades de plantas conhecidas sempre foi uma preocupação do homem. Sabe-se que manter viáveis diferentes expressões fenotípicas de uma mesma espécie é o mesmo que dispor de diversidade genética em larga escala e poder manipular características de interesse rumo a plantas com maior vigor em vários aspectos. O milho é a espécie que exhibe maior diversidade entre os cereais, sendo atualmente conhecidas cerca de 300 raças que se apresentam na forma de milhares de cultivares adaptados a diferentes regiões, climas, qualidades de solo e altitudes, e resistentes a diversos tipos de doenças.

Essa imensa disponibilidade de diversidade genética atual é resultado, em primeira análise, do contínuo processo de seleção feito pelos pequenos produtores mexicanos em épocas remotas, e da paralela seleção natural imposta pela natureza. A incessante busca por plantas mais produtivas ou com características que fossem de maior interesse para uma ou outra pequena propriedade proporcionou a divergência de uma única espécie rumo a plantas com exuberante variação genotípica e fenotípica. A palavra “landrace”, modo como são denominadas as raças de milho que há muito vêm sendo desenvolvidas e mantidas por pequenos produtores e que são artificialmente selecionadas para suprirem preferências locais, define com rigor o “pool” genético de onde divergiu grande quantidade de genes e, conseqüentemente, de caracteres morfológicos.

A chegada do milho ao Velho Mundo, após a descoberta da América, submeteu essa planta a novos ambientes e mais diversidade resultou dessa interação. Em adição, nos dias de hoje, com o desenvolvimento de novos métodos de melhoramento vegetal, não somente em termos de raças é avaliado o potencial de reserva genética do milho, mas também em termos de populações de polinização aberta e de linhagens, plantas sucessivamente autofecundadas durante várias gerações e que tendem a revelar quase todos os seus locos em estado de homozigose.

O início do uso de linhagens em programas de melhoramento está associado à busca do vigor de híbrido, ou heterose, fenômeno que proporciona grande produtividade em plantas  $F_1$  provenientes do cruzamento de genitores que exibem alta divergência entre si. Na tentativa de escolha dos melhores genitores, ensaios vêm sendo realizados desde o século XIX e mostram que cruzamentos entre linhagens com relativa divergência entre si resultam em híbridos com alto vigor.

As causas para essa correlação entre heterose e diversidade ainda não estão bem estabelecidas, e algumas teorias que tentam explicar as causas genéticas da heterose ainda hoje são discutidas. As duas principais correntes são (1) dominância, segundo a qual alelos recessivos potencialmente deletérios ficariam ocultos nos heterozigotos obtidos em  $F_1$  e os prejuízos

decorrentes da homozigose para esses alelos seriam evitados e (2) sobredominância, que credita o vigor apresentado pelas plantas  $F_1$  à elevada heteroziguidade, união das duas formas alélicas do heterozigoto sendo superior à ação separada de qualquer um dos alelos em homozigose; a variabilidade das formas protéicas em plantas heterozigotas as tornaria mais eficientes frente à variação de condições ambientais (Crow 1948).

Independentemente das causas genéticas que baseiam a ocorrência da heterose, tornou-se importante avaliar os limites de divergência que geram maiores níveis de vigor na  $F_1$  e que podem resultar em bons híbridos em programas de melhoramento. Estudos em milho (Prasad e Singh 1986) mostraram que, apesar de não haver uma correlação linear entre diversidade genética e heterose, é importante selecionar linhagens que apresentem moderada divergência genética. Portanto, mais uma vez o conhecimento sistematizado dos recursos genéticos do milho comprovou ser necessário à maiores avaliações sobre sua diversidade.

A seguir, são apresentados os principais estudos que contribuíram e ainda contribuem para a análise da extensa diversidade do milho. Estes estudos buscam prover programas de melhoramento dessa espécie com valiosas informações sobre as plantas mais importantes para formação de híbridos, bem como, sobre plantas que possuem genes de reconhecida relevância na adaptação a estresses bióticos e abióticos. Dos estudos mais antigos, que se basearam apenas na observação de caracteres morfológicos até os atuais, que são realizados por meio de seqüenciamento de DNA, todos compõem um esforço mundial de organização e entendimento da diversidade do milho e conseqüente melhor aproveitamento das reservas genéticas disponíveis.

### **2.1.1 Da morfologia as isozimas**

As primeiras tentativas de classificar e organizar a diversidade do milho envolveram estudos com base na localidade original das plantas e também na descrição de características fenotípicas como o tipo de endosperma ou a cor do grão. As características morfológicas foram por muito tempo usadas por Carl Linnaeus em seu sistema de classificação. Todavia, posteriormente, comprovou-se que a morfologia representa um meio muito limitado no que concerne à análise da diversidade. Isso se deve principalmente à grande influência ambiental que recebem e, dessa forma, podem não revelar obrigatoriamente relações genéticas (Smith e Smith 1989). Coe *et al.* (1988) já haviam mostrado a inadequação do uso da morfologia do endosperma com objetivos de estabelecer grupos heteróticos entre linhagens de milho. Foi demonstrado que as diferenças entre alguns tipos de endosperma podem estar associadas a apenas um único gene.

Entretanto, a reduzida cobertura do genoma, devido à existência de poucos locos disponíveis e polimórficos, constituiu um fato limitante à aplicação generalizada dessa técnica. Em

adição, comprovou-se que a utilização de alguns tipos de proteínas, como as zeínas, produzidas apenas no endosperma, podem fornecer informações viesadas, pois mostram em maior proporção a herança ligada a apenas um dos progenitores (Smith 1988).

Questões como a possibilidade de uma mesma planta ser classificada com nomes diferentes, a necessidade de seleção de características que não recebam grande influência do ambiente, e a posição intermediária de algumas raças com relação a dois grupos próximos foram abordadas como alguns dos principais problemas em estudos morfológicos. Apesar disso, os primeiros estudos, os quais não dispunham dessas informações, usaram a morfologia como método para agrupar as várias raças de milho conhecidas, e contribuíram para o início da organização da variabilidade dessa espécie.

Com o desenvolvimento de técnicas bioquímicas, um outro método de avaliar a diversidade genética - as isozimas - passou a ser amplamente empregado. Essa metodologia permite avaliar a diversidade comparando-se diferentes variantes protéicas entre as plantas e, com este tipo de informação, pôde-se superar significativamente o problema da interferência do ambiente, pois as proteínas retratam com maior fidelidade as bases genéticas.

### **2.1.2 Do RFLP aos microssatélites**

A partir da segunda metade da década de 1980, uma grande revolução nas metodologias moleculares ocorreu e novas técnicas começaram a ser aplicadas com objetivos de retratar com maior precisão a diversidade entre genótipos vegetais. RFLPs (*Restriction Fragment Length Polymorphisms*), RAPDs (*Random Amplified Polymorphic DNAs*) (Welsh e McClelland 1990; Newbury e Ford-Lloyd 1993), AFLPs (*Amplified Fragment Length Polymorphisms*) (Vos *et al.* 1995), e SSRs (*Simple Sequence Repeats*) (Litt e Luty 1989) revolucionaram a análise da variabilidade genética vegetal pois revelaram métodos mais confiáveis e mais práticos na obtenção de informações sobre diversidade genotípica. Apesar de serem vários os métodos de estudo da diversidade, nenhum deles mostra-se tão eficaz como os marcadores moleculares.

Dados obtidos por meio de técnicas moleculares superam a maioria das limitações existentes nas demais formas de análise. Características como (1) número de marcadores praticamente ilimitado, (2) falta de influência de fatores ambientais, (3) grande quantidade de locos polimórficos, (4) acesso indistinto à contribuição de ambos genitores e, principalmente, (5) o fato de permitirem comparações entre genótipos, considerando-se o DNA propriamente dito, tornam esse tipo de marcador diferenciado no que diz respeito à estimativa de diversidade genética.

O RFLP foi o primeiro marcador de DNA amplamente usado para estimativas de diversidade em milho. O padrão de herança codominante e a grande quantidade de locos

disponíveis tornaram esse marcador o principal método de avaliação genotípica no começo da década de 1990, quando diversos estudos em milho e outras espécies foram apresentados. Ainda hoje o RFLP é usado para avaliar diferentes germoplasmas, porém, por ser uma técnica muito trabalhosa e dispendiosa, o RFLP cedeu espaço a metodologias mais rápidas e acessíveis principalmente após o advento do PCR.

Entre os marcadores de DNA, o que primeiro se destacou foi a técnica do RAPD. A possibilidade de análise genômica, sem a necessidade do prévio conhecimento das seqüências do organismo sob estudo disseminou rapidamente o RAPD. Apesar de não exibir muitos polimorfismos, de ser um marcador dominante – não permite que, em espécies diplóides, por exemplo, os alelos dos dois homólogos sejam distinguidos - e de ser uma técnica muito sensível a alterações nas condições de amplificação, por um longo período o RAPD foi, com sucesso, usado na análise da diversidade.

O AFLP, uma outra técnica recentemente desenvolvida, superou problemas apresentados pelo RFLP e pelo RAPD, e rapidamente passou a ser usada em trabalhos de diversidade. Unindo características desses dois últimos marcadores, o AFLP é considerada a metodologia mais eficiente em termos de obtenção de polimorfismo por experimento. Seu padrão de herança é dominante e a sua aplicabilidade se estende a todas as espécies vegetais.

Conhecidos desde o final da década de 1980, os microssatélites têm mostrado diversas vantagens sobre os demais marcadores moleculares. Também conhecidos como SSRs, os microssatélites são seqüências de 2 a 6 pares de bases, repetidas *em tandem* no genoma e flanqueadas por regiões altamente conservadas. Apresentam como características principais (1) a distribuição uniforme e randômica, (2) a herança mendeliana do tipo codominante, (3) a alta reprodutibilidade via PCR, (3) a abundância e (4) o multialelismo (Chin *et al.* 1996). Apesar da necessidade de conhecimento prévio de seqüências genômicas, após o desenvolvimento de *primers*, o uso desse tipo de marcador genético é o mais simples entre todos já apresentados. Baseando-se apenas em reações de PCR e eletroforese dos produtos de amplificação, é possível realizar genotipagem em larga escala de forma rápida e fácil.

Para análises de plantas como o milho, os microssatélites vêm se consolidando como a técnica mais informativa. A disponibilidade de um grande banco de dados, que contém mais de 1800 seqüências de pares de *primers* já desenvolvidas para amplificação de microssatélites nessa espécie (*Maize Genetics and Genomics Data Base* – <http://www.agron.missouri.edu/ssr.html>), torna fácil a exploração do seu genoma e a obtenção de dados sobre a sua variabilidade genotípica.

Atualmente, praticamente todos os estudos sobre diversidade do milho se baseiam prioritariamente nos microssatélites e muitos fornecem informações sobre correlações entre os quatro principais tipos de marcadores moleculares.

## **2.2 O melhoramento do milho no Brasil**

A história do melhoramento do milho no Brasil demonstra um caso de similaridade com aquilo que de melhor se praticava no início dos programas de genética de milho nas universidades americanas. Assim, as equipes que aqui se formavam puderam praticar e transmitir conhecimentos que construíram o suporte de metodologias e recursos humanos dos programas de melhoramento até hoje em andamento no Brasil.

A Escola Agrícola de Lavras - MG, atual Universidade Federal de Lavras, teve grande participação no melhoramento de milho no Brasil na década de 20, o que culminou com a publicação de dois livros, sendo o primeiro sobre a cultura e melhoramento do milho no Brasil e o segundo sobre genética e melhoramento de plantas.

O Instituto Agrônomo de Campinas e a Universidade Federal de Viçosa iniciaram o estudo de cultivares de milho brasileiras e introduzidas por imigrantes, e também introduziram variedades e mesmo linhagens obtidas nos Estados Unidos. Por envidarem esforços em tipos diferentes de milho, ao intercambiarem e promoverem cruzamentos entre linhagens, estabeleceram essas instituições um padrão comercial de milho híbrido que persiste até hoje como preferencial no mercado. Mais tarde, o Instituto Agrônomo de Campinas desenvolveu linhagens e híbridos de grande importância para a manutenção da estabilidade da produção do milho no estado de São Paulo e áreas adjacentes.

Por seu turno, a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, principalmente pelo trabalho desenvolvido por Ernesto Paterniani, João Rubens Zinsly e Roland Vencovsky, desenvolveu estudos sobre métodos de melhoramento e mesmo cultivares comerciais, tendo coletado, avaliado e preservado uma imensa coleção de raças e variedades de milho, até que essa coleção foi agregada à EMBRAPA.

Os trabalhos de melhoramento com milho híbrido no Brasil tiveram início em 1932 no Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, no Estado de São Paulo, e em 1935 na Universidade Federal de Viçosa - UFV, em Minas Gerais, sendo o Brasil o segundo país a adotar o milho híbrido. No IAC, Carlos Arnaldo Krugg e colaboradores inicialmente conduziram trabalhos procurando a obtenção de linhagens de milho cateto, porque ele era o mais popular entre os agricultores, sendo que os primeiros híbridos conseguidos a partir de 1939, não foram muito produtivos, embora fossem bem mais produtivos do que o milho cateto. Na UFV os professores Gladstone de Almeida

Drummond e Antônio Secundino de São José Araújo resolveram iniciar um programa de produção de híbridos obtendo linhagens de cateto e de milhos dentados e pela primeira vez, obteve-se um híbrido meio dente, sendo este muito mais produtivo do que aqueles obtidos apenas com linhagens cateto. A partir destes resultados o programa do IAC também passou a adotar a mesma linha, obtendo também linhagens de milhos dentados e produzindo híbridos meio-dentes.

Desde o início do trabalho na UFV, com os professores Gladstone Drummond e Antônio Secundino de São José, o melhoramento de milho procurou atender as necessidades do agricultor brasileiro e estabelecer as bases de um programa de produção de sementes. Antonio Secundino foi pioneiro na pesquisa e seleção do híbrido de milho comercial no País, um dos fatores que tornou possível um rápido aumento na produtividade do cereal. Acompanhando o progresso no exterior, nessa área, fez-se convincente propagador de sua descoberta. Não relutava em oferecer seu produto, de fazenda em fazenda.

O milho híbrido foi o marco de uma das transformações mais profundas da agricultura, razão de ter sido tema de reportagens em grandes publicações internacionais, naquela época. Em 1938, Secundino organizou um departamento de genética vegetal, em Viçosa, escolhendo como assistente o recém-formado Gladstone Almeida Drummond. Confiantes nos resultados da pesquisa e com experiência nas linhagens puras de milho, iniciaram os testes com meio quilo de uma variedade do Texas, mais o milho catete, comum em nosso País. Após oito anos, em 1945, acontecia a fundação da Agroceres, quando veio à lume o primeiro híbrido comercial brasileiro. Hoje a Agroceres é um dos maiores grupos privados atuando em produção de sementes.

Do conhecimento e da valoração dos recursos genéticos coletados e avaliados no país, construiu essa empresa um "portfólio" de híbridos de milho que atende a todos os nichos edafoclimáticos aptos à prática da cultura do milho no Brasil.

O desenvolvimento de trabalhos de melhoramento de populações de milho no Brasil teve início na década de 60, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz -ESALQ, sendo as primeiras variedades lançadas na década de 70 (Centralmex, Dentado Composto e Flint Composto). O IAC também deu considerável contribuição ao melhoramento de populações.

Mais recentemente, além das empresas internacionais atuantes no mercado de sementes de milho no país, diversas empresas de porte médio ou pequeno possuem também programas de melhoramento próprios, e valem-se dos recursos genéticos preservados e desenvolvidos principalmente pela EMBRAPA, para o desenvolvimento de suas cultivares.

Considerando o papel do Estado na produção de sementes, a EMBRAPA juntou-se a essa atividade, gerando linhagens parentais, testando-as em híbridos, e licenciando esse material genético para comercialização via um grupo de empresas privadas de produção de sementes, de

porte médio e pequeno, grupo conhecido como UNIMILHO. Na década de setenta, mesmo uma instituição de ensino como a ESALQ/USP produzia em quantidades limitadas suas próprias sementes de milho e algumas hortaliças, distribuindo-as no mercado consumidor mediante canais informais.

## REFERÊNCIAS

- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: UFV, v.2. 585 p. 2003.
- CROW, J.F. Alternative hipótesis of hybrid vigor Genetics. 33: 477-487. 1948.
- PRASAD, S.K. & SINGH, T.P. Heterosis in relation to genetic divergence in maize (*Zea mays* L.). Euphytica. 35: 919-924. 1986.
- SMITH, J.S.C. & SMITH, O.S. The description and assessment of distances between inbred lines of maize: I. The use of morphological traits as descriptors. Maydica. 34:141-150. 1989.
- COE, E.H., NEUFFER, M.G. AND HOISINGTON, D.A. *The genetics of corn*. Em *Corn and Corn Improvement*, G.F. Sprague e J.W. Dudley (ed.) 3º ed. Madison. USA. 81-258. 1988.
- SMITH, J.S.C. Identification of pedigrees of hybrid maize (*Zea mays* L.) cultivars by isozyme electrophoresis and reversed-phase high-performance liquid chromatography. Euphytica. 39: 199-205. 1988.
- WELSH, J. & MCCLELLAND, M. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. Nucleic Acids Res. 18: 7213-7218. 1990.
- NEWBURY, H.J. & FORD-LLOYD, B.V. The use of RAPD for assessing variation in plants. Plant Growth Regulation. 12: 43-51. 1993.
- LITT, M. & LUTY, J.A. A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. Am. J. Hum. Genet. 44: 397-401. 1989.
- VOS, P., HOGERS, R., BLEEKER, M., REIJANS, M., VAN DE LEE, T., HORNES, M., FRITJERS, A., POT, J., PELEMAN, J., KUIPER, M. AND ZABEAU, M. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic Acids Res. 23: 4407-4414. 1995.
- CHIN, E.C.L., SENIOR, M.L., SHU, H. AND SMITH, J.S.C. Maize simple repetitive DNA sequences: abundance and allele variation. Genome 39: 866-873.1996.

# DIVERGÊNCIA GENÉTICA E AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MILHO EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DE ALAGOAS<sup>I</sup>

Stenio Lopes Paixão<sup>II</sup> Paulo Vanderlei Ferreira<sup>II</sup> Marcelo Cavalcante<sup>II</sup> João Gomes da  
Costa<sup>III</sup> Rodrigo Gomes Pereira<sup>II</sup> José Antônio da Silva Madalena<sup>II</sup>

## RESUMO

Três experimentos foram conduzidos no ano agrícola de 2007 nos municípios de Arapiraca, Rio Largo e Viçosa com o objetivo de determinar a divergência genética e avaliar seis populações de milho provenientes do banco de germoplasma do CECA - UFAL. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições. Avaliaram-se a altura de planta, altura de inserção de espiga, relação AE/AP, diâmetro do colmo, número de folhas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos, individualmente, para cada local, e conjuntamente com os dados obtidos nos três locais estudados, sendo as médias confrontadas pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). A produtividade média de grãos variou de 2.885 kg ha<sup>-1</sup> a 3.461 kg ha<sup>-1</sup>, nas populações São Luís e Viçosense, respectivamente, com média geral de 3206,54 kg ha<sup>-1</sup>, apesar de não diferirem estatisticamente. Houve a formação de dois grupos divergentes, onde, concluiu-se que é pequena a divergência genética entre as populações. Houve a formação de apenas dois grupos, um constituído pelas seis populações e outro pela variedade Asa Branca (5033). As populações Rio Largo e Viçosense foram as mais próximas geneticamente (1,7054), enquanto que a maior distância detectada se deu entre a população Alagoano e a testemunha Asa Branca (67,27057).

Palavras-chave: *Zea mays* L., produção de grãos, distância genética, análise multivariada.

## **ABSTRACT**

### **GENETIC DIVERGENCE AND EVALUATION OF POPULATIONS OF MAIZE IN DIFFERENT STATE OF THE ENVIRONMENTS ALAGOAS**

Three experiments were conducted in the agricultural year of 2007 in the municipalities of Arapiraca, Rio Largo and Viçosa with the purpose of determining the genetic divergence and evaluate six populations of maize from the bank of germplasm of the CECA - UFAL. The experimental design was blocks at random, with seven treatments and four repetitions. Were evaluated on the plant height, height of insertion of ear, relationship AE/AP, diameter of the stem, number of leaves, mass of 100 grains and grain yield, individually, for each site, together with data obtained in the three locations studied, the average faced by Tukey test ( $P < 0.05$ ). The average productivity of grains ranged from 2,885 kg ha<sup>-1</sup> to 3,461 kg ha<sup>-1</sup>, people in St. Louis and Viçosense respectively, with overall average of 3206.54 kg ha<sup>-1</sup>, although not statistically differ. There was the formation of two different groups, which concluded that it is a small genetic difference between populations. There was the formation of only two groups, one consisting of six people and another by the variety Asa Branca (5033). The people Viçosense and Rio Largo were genetically closer (1.7054), while the longest distance has been detected among the population Alagoano and witness Asa Branca (67.27057).

**Key words:** *Zea mays* L., grain yield, genetic distance, multivariate analysis.

## INTRODUÇÃO

O milho, (*Zea mays* L. Poaceae), em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Devido a sua multiplicidade de aplicações, tanto na alimentação humana quanto animal, assume relevante papel sócio-econômico, além de se constituir em indispensável matéria-prima de diversificados complexos agroindustriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

O desenvolvimento de novas cultivares de milho, bem adaptadas e de alta produtividade, é de suma importância para se incrementar o rendimento da atividade agrícola. No entanto, o desempenho de cultivares varia, normalmente, com os ambientes, de modo que, uma cultivar, dificilmente é a melhor em todas as condições de cultivo.

Estudos de divergência genética são importantes para o conhecimento da variabilidade genética existente nos bancos de germoplasmas, possibilitando o monitoramento, auxiliando na identificação de possíveis duplicatas e fornecendo parâmetros para escolha de progenitores, que ao serem cruzados, possibilitem maior efeito heterótico, aumentando as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes (CRUZ E CARNEIRO, 2003).

A divergência genética pode ser avaliada por meio de técnicas multivariadas ou por processos preditivos. Por dispensarem a obtenção de híbridos, os métodos preditivos da divergência genética têm merecido considerável ênfase. Estes tomam por bases diferenças entre características que possuem comportamento quantitativo, geralmente usando medida de dissimilaridade como as distâncias Euclidianas ou de Mahalanobis (RAO, 1952) citado por (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Por considerar a correlação entre as variáveis estudadas, por meio da matriz de dispersão, a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) é recomendada para dados provenientes de delineamentos experimentais, especialmente quando existe correlação entre os caracteres, possibilitando decisões mais consistentes (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Alternativamente, as técnicas de análise de agrupamento têm por objetivo dividir um grupo original de observações em vários grupos homogêneos, segundo

algum critério de similaridade ou dissimilaridade (CRUZ, 1990). Entre os métodos de agrupamento mais utilizados no melhoramento de plantas, citam-se os hierárquicos e os de otimização. Como exemplo de métodos de otimização, tem-se o apresentado por Tocher, que vem sendo extensivamente utilizado em análises de divergência genética de várias espécies de plantas.

Nos métodos de otimização, os grupos são formados pela adequação de algum critério de agrupamento. No método proposto por RAO (1952), citado por CRUZ (1990) é estabelecido o critério de manter a distância média intragrupo sempre inferior a qualquer distância intergrupo. Esses métodos diferenciam-se dos hierárquicos por serem os grupos formados mutuamente exclusivos ou sob o contexto de teoria de conjuntos, em razão de se caracterizarem por subdividir o grupo original em subgrupos não vazios, cuja interseção é nula e a união reconstitui o conjunto total (CRUZ, 1990).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho, determinar a divergência genética e avaliar seis populações de milho em diferentes ambientes no Estado de Alagoas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Três experimentos foram conduzidos no ano agrícola de 2007. Em abril, no município de Rio Largo, localizado a latitude 9° 29' 45" S e longitude 35° 49' 54" W; numa altitude de 127 metros e em maio, nos municípios de Viçosa (Latitude 09° 22' 17" S e Longitude 36° 14' 27" W, numa altitude de 210 metros) e Arapiraca (Latitude 09° 45' 09" S e Longitude 36° 39' 40" W, com altitude de 264 metros), englobando diferentes condições ambientais do Estado de Alagoas.

Foram avaliadas seis populações de milho desenvolvidas no Centro de Ciências Agrárias CECA-UFAL: Alagoano, Branquinha, Nordeste, Rio Largo, São Luiz, Viçosense e a variedade Asa Branca (BR 5033).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Cada parcela constou de 4 fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas com 1,0 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas. Foram colocadas três sementes por cova, sendo deixadas apenas uma planta após o desbaste, realizado aos 21 dias após a semeadura. Para as avaliações foram colhidas as duas

fileiras centrais, eliminando-se os 0,40 m de cada extremidade (área de amostragem), constituindo uma área útil de 8,4 m<sup>2</sup>. As adubações foram realizadas conforme a análise de solo de cada área experimental, visando suprir as necessidades nutricionais da cultura no sistema de cultivo convencional.

A colheita foi efetuada aos 130 dias após a semeadura, sendo avaliadas as seguintes características em cada parcela experimental (média de dez plantas por parcela): altura de planta (AP = medida do nível do solo ao ponto de inserção da lâmina foliar mais alta), altura de inserção da espiga (AE = do nível do solo ao ponto de inserção da primeira espiga), relação AE/AP, diâmetro do colmo (medido no segundo internódio), número de folhas (contagem de todas as folhas no início do florescimento), massa de 100 grãos (a partir da média de cinco amostras de 100 grãos, corrigida para 13% de umidade) e produtividade de grãos kg ha<sup>-1</sup> (corrigida para 13% de umidade).

Realizou-se a análise de variância de todas as variáveis, individualmente, para cada local, e também a análise conjunta dos dados obtidos nos três locais estudados, sendo as médias confrontadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Estimativas de correlação fenotípica entre todos os caracteres foram realizadas, seguindo as recomendações de FERREIRA (2000). Todas as análises foram realizadas empregando-se os recursos computacionais do Programa Genes (CRUZ, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados obtidos nos três locais de experimentação, processou-se a análise individual e conjunta de variância com as médias de todas as variáveis estudadas, onde, pode-se observar diferenças em relação a AP, AE, AE/AP, NF e P100 (Tabela 1). Foi encontrado efeito significativo de ambiente para AP, AE, DC, NF e PROD e interação genótipo x ambiente em relação AP, AE, AE/AP e P100, o que demonstra inconsistência no comportamento das cultivares ante as oscilações ambientais. Os coeficientes de variação oscilaram de 5,98% a 18,42%, conferindo boa precisão aos ensaios, conforme critérios adotados por FERREIRA (2000).

Com o desdobramento dos tratamentos em três grupos na análise de variância, obtiveram-se entre grupos, valores do teste F não significativos para todas as variáveis estudadas.

**Tabela 1.** Resultados médios e resumo da análise conjunta de variância para: Altura de plantas (AP, cm), altura de espigas (AE, cm), relação AE/AP, diâmetro do colmo (DC, cm), número de folhas, massa de 100 grãos (P100, g) e produtividade de grãos (PROD, kg ha<sup>-1</sup>) de seis populações de milho e da variedade Asa Branca (BR 5033). Alagoas, 2007.

FONTE DE VARIACÃO	VARIÁVEIS						
	AP	AE	AE/AP	DC	NF	P100	PROD
Alagoano	244,33b	154,00b	0,63ab	1,95a	14,43b	15,70c	3165,42a
Asa Branca	198,66a	111,33a	0,56a	1,73a	12,87a	14,99a	3125,25a
Branquinha	242,00b	149,66b	0,62ab	1,89a	14,24b	16,13e	3324,33a
Nordestino	231,33b	142,66b	0,62ab	1,93a	14,24b	16,16f	3388,75a
Rio Largo	231,33b	138,67b	0,59a	1,92a	13,74b	15,35b	3095,42a
São Luís	243,67b	151,67b	0,63ab	1,84a	14,31b	16,18f	2885,50a
Viçosense	234,00b	145,00b	0,62ab	1,97a	14,06b	15,75d	3461,08a
F Tratamento	15.51**	16.94**	4.85**	2.03ns	4.26**	4.57**	1.35ns
F Ambiente	93.23**	38.00**	1.08ns	28.03**	10.55**	0.62ns	551.21**
F Trat x Amb	4.73**	5.18**	2.07*	0.49ns	1.85ns	1.99*	1.23ns
CV (%)	5,98	8,59	6,29	10,85	6,48	6,70	18,42

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>2</sup>Ns, \* e \*\* Não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

Constatou-se diferença significativa entre as populações e a variedade Asa Branca (BR 5033) em relação à altura de plantas e de espigas, destacando-se, a população Alagoano com 244,33 e 154,00 cm, respectivamente, em relação a estas variáveis (Tabela 1). PACHECO *et al.* (1998) trabalhando com diversas populações, encontraram altura de plantas variando de 1,50 m a 2,50 m e altura de espiga variando de 0,80 m a 1,50 m. Dentre os componentes morfológicos a altura de plantas, geralmente, não tem influência na produtividade, pois, cultivares modernas, com alto

potencial produtivo são, em sua maioria, de porte baixo, no entanto, também se pode encontrar materiais de porte alto com performances semelhantes.

A relação AE/AP, que mede a posição relativa da inserção da espiga na planta foi semelhante entre as populações, 0,62; diferindo significativamente em relação à variedade Asa Branca que apresentou o menor resultado 0,56 (Tabela 1). Os resultados indicam que as populações, apresentaram em média, inserção mais alta de espigas na planta, que a variedade Asa Branca utilizada como testemunha.

Uma grande altura de planta e a alta proporção entre altura de espigas e altura de plantas podem fazer com que a cultivar apresente maior suscetibilidade ao acamamento, podendo por vezes não ser indicada para cultivo em locais com grande intensidade de ventos e com solos muito férteis.

Não foi constatada diferença significativa em relação ao diâmetro do colmo entre as populações e a variedade Asa Branca. Normalmente, o diâmetro do colmo apresenta correlação com a produtividade por se tratar de um órgão de reserva da planta. De acordo com FANCELLI & DOURADO-NETO (2000), o colmo é uma importante característica para a produção, atuando como estrutura de armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente, na formação dos grãos e conferindo maior resistência ao acamamento.

Foi constatada diferença significativa entre as populações e a variedade Asa Branca em relação ao número de folhas pelo teste F (Tabela 1). As populações Alagoano, Branquinha e Nordestino, apresentaram os maiores valores 14,43; 14,24 e 14,24; respectivamente, enquanto que, a variedade Asa Branca apresentou o menor 12,87.

Os valores médios da massa de 100 grãos indicaram variações significativas entre as cultivares, destacando-se, as populações São Luís e Nordestino, com os grãos mais pesados e a variedade Asa Branca com os menores valores. Segundo OHLAND *et al.* (2005), o peso da massa de grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos, apresentando grande influência na produção final dessa cultura.

As produtividades médias de grãos oscilaram de 2885,50 kg ha<sup>-1</sup>, na população São Luiz, a 3461,08 kg ha<sup>-1</sup>, na Viçosense, com média geral de 3206,54 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1), demonstrando uma razoável faixa de variação nas condições ambientais em que

foram realizados os ensaios e a boa adaptação desses materiais na região, merecendo destaque, aqueles que expressaram rendimentos superiores à média geral (Tabela 1). Estes resultados foram similares aos encontrados por MADALENA *et al* (2003) estudando os mesmos genótipos no município de Rio Largo, Alagoas.

Conquanto seja um dado experimental, uma produtividade média de 3206,54 kg ha<sup>-1</sup> corresponde a cerca de cinco vezes a produtividade média desta região, que gira em torno de 650 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto nos Estados do Sul, Sudeste e Centro Oeste do Brasil, as produtividades médias atingem valores acima de 5000 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2008).

As médias de dissimilaridade entre cada par de genótipos, obtidas via transformação das variáveis originais, pela Distância Generalizada de Mahalanobis (D<sup>2</sup>) podem ser observadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Medidas de dissimilaridade entre as populações de milho e a variedade Asa Branca, obtidos a partir da Distância Generalizada de Mahalanobis (D<sup>2</sup>). Alagoas, 2007.

Genitores	Asa Branca	Branquinha	Nordestino	Rio Largo	São Luís	Viçosense
Alagoano	67.27057	11.46871	28.87977	11.20764	5.875373	15.1872744
Asa Branca	---	60.54833	25.89027	45.60194	61.62955	2.01863
Branquinha	---	---	15.46146	6.347977	6.347171	7.565911
Nordestino	---	---	---	8.565384	21.19993	6.706883
Rio Largo	---	---	---	---	7.571922	1.705403
São Luís	---	---	---	---	---	13.25201

As estimativas das distâncias generalizadas de Mahalanobis (D<sup>2</sup>) indicaram os pares de cultivares mais distantes geneticamente. Observa-se, pelos valores obtidos, que o maior valor de D<sup>2</sup> (67,27057) ocorreu entre a população Alagoana e a testemunha Asa Branca (BR 5033) e a menor distância (1,705403) entre as populações Rio Largo e Viçosense. A testemunha Asa Branca, como esperado, destacou-se como uma das mais dissimilares, estando envolvida nas maiores distâncias registradas. Dentre as populações, a Nordeste está entre aquelas nas quais foram observadas as maiores distâncias.

PAIXÃO.S.L. 2008. Divergência genética e avaliação de populações de milho em diferentes ambientes no Estado de Alagoas<sup>1</sup>

A relação entre o maior e o menor valor observado de  $D^2$  foi da ordem de 39, caracterizando, assim, a existência de divergência entre alguns materiais estudados, possibilitando a oportunidade de ganho heterótico e manifestação de genótipos superiores em gerações segregantes.

A identificação dos grupos, realizada pelo método de agrupamento proposto por Tocher a partir das distâncias generalizadas de Mahalanobis ( $D^2$ ), possibilitou a formação de dois grupos distintos (Tabela 3), onde pode ser observado que seis genótipos foram dispostos em um mesmo grupo de similaridade (Grupo I), evidenciando a existência de significativa similaridade entre os mesmos. Espera-se que genótipos constantes em um mesmo grupo de similaridade, quando cruzados entre si, exibam pouca heterose, recomendando-se, então, a realização de cruzamentos entre genótipos de grupos distintos, a fim de se obter maior ganho.

**Tabela 3** - Composição de agrupamentos estabelecida pelo método de Tocher aplicado à matriz das distâncias generalizadas de Mahalanobis ( $D^2$ ) entre seis populações de milho e a variedade Asa Branca. Alagoas, 2007.

Agrupamentos	Número de genótipos	Genótipos
01	06	Alagoano, Branquinha, Nordesteño, Rio Largo, São Luís e Viçosense.
02	01	Asa Branca

O grupo I possui as cultivares geneticamente mais semelhantes, levando a crer que suas recombinações podem proporcionar variabilidades inferiores, se comparada ao grupo II. No tocante às distâncias intergrupos, pode-se constatar que os pares de cultivares mais distantes geneticamente, são a população Alagoana e a testemunha Asa Branca (BR 5033).

Visando futuros trabalhos de melhoramento, cruzamentos devem ser realizados entre os genótipos de grupos diferentes. Entretanto, o fato de dois genitores serem divergentes não implica superioridade de seus híbridos, conforme FERREIRA (1993). Por outro lado, quando genitores utilizados são adaptados, a média de uma população

segregante depende da frequência de locos fixados com alelos favoráveis e da frequência de locos em heterozigose (OLIVEIRA, 1995).

Na Tabela 4, observa-se a contribuição relativa de cada característica para a divergência genética. Todas as características avaliadas contribuíram para determinação da divergência genética, em maior ou menor proporção. Verifica-se, entretanto, que juntas, as características altura de planta e relação AE/AP, contribuíram com 74,73 % na avaliação da divergência genética entre os genótipos.

**Tabela 4:** Contribuição relativa dos caracteres para divergência genética – Singh (1981).

Variável	S.J.	Valor (%)
AP	233.0756	49.5586
AE	16.0849	3.4201
AE/AP	118.3733	25.1696
DC	11.6637	2.4800
NF	6.0519	1.2868
P100	35.8699	7.6270
PROD	36.8942	7.8448

Embora se tratando da observação de apenas um ano, alguns materiais com boa expressividade produtiva foram observados em outros tipos de ensaio, nos locais considerados nesse documento. Considerando estes resultados e o grande potencial dos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro para a produção de milho, deve-se, na recomendação dessas cultivares para exploração comercial na região, averiguar as condições prevaletentes em cada sistema de produção.

## CONCLUSÃO

1. As populações avaliadas não diferem entre si nem da testemunha em relação à produção de grãos.
2. As populações não apresentam divergência genética.
3. Os ambientes, de um modo geral, são bastante divergentes entre si.

## REFERÊNCIAS

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: oitavo levantamento, maio de 2008. Brasília: Conab, 2008. Capturado em 10 maio 2008. Disponível na Internet: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo\\_safra.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf)>

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: UFV, v.2, 2003. 585 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Divergência genética. In: CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. (Eds.) Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. p.287-323.

CRUZ, C.D. Aplicações de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. 1990. 188 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CRUZ, C. D. Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística, versão 2007. Capturado em 15 dez. 2007. Disponível na Internet: <http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>.

FANCELLI, L. A. & DOURADO NETO, D. Produção de Milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, P.V. Estatística experimental aplicado à Agronomia. Maceió-AL: EDUFAL. 2000. 419p.

PAIXÃO.S.L. 2008. Divergência genética e avaliação de populações de milho em diferentes ambientes no Estado de Alagoas<sup>1</sup>

FERREIRA, D. F. Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos. Lavras : UFLA, 1993. 72 p. Dissertação de Mestrado.

MADALENA, J. A. S. da. Seleção de genótipos de milho (*Zea mays* L.) submetidos a quatro densidades de semeadura no município de Rio Largo-AL. Rio Largo, 2003. p. 52. Dissertação (Mestrado) – Agronomia/Produção Vegetal, Universidade Federal de Alagoas.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; MACHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, 2005. v.29, n.3, p.538-544.

PACHECO, C. A. P.; GAMA, E. P.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X.; FERREIRA, A. S. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 12, p. 1995-2001, dez. 1998.

OLIVEIRA, L. B. Alternativas na escolha dos parentais em um programa de melhoramento do feijoeiro. Lavras: UFLA, 1995. 60 p. Dissertação de Mestrado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na última década, a produção agrícola brasileira teve um enorme impulso. A produção de grãos no país aumentou 100%, enquanto a área plantada cresceu apenas 12%. Isso é resultado da crescente utilização de tecnologias modernas, sobretudo as associadas a programas de melhoramento de plantas, que vêm gerando variedades mais adaptadas às diversas condições ambientais e de cultivo e aos diferentes solos que existem no Brasil.

A cultura do milho é de vital importância para a economia nacional e mundial, e ocupa uma área agrícola significativa. Nessas condições, tende a ser uma lavoura tecnificada, cujo sistema de produção baseia-se na mecanização e na elevada utilização de insumos fertilizantes e de defensivos agrícolas. Entretanto, a produtividade média do milho em Alagoas é considerada muito baixa em relação ao seu potencial produtivo, tendo como um dos principais motivos deste baixo desempenho o uso de cultivares que não são adaptadas à região e não possuem estabilidade de produção.

A análise e a interpretação dos resultados relativos ao presente trabalho permitiram concluir que, apesar dos dados obtidos serem referentes a um ano de pesquisa, outras avaliações deverão ser feitas em outros anos e locais, a fim, de se poder recomendar as populações contempladas nesse programa.

Estas populações por se apresentarem bem adaptadas às condições edofoclimáticas do Estado de Alagoas em comparação com as variedades tradicionalmente em uso e, recomendadas para a exploração em toda a região Nordeste, se adotada por parte dos agricultores, traz um marco importante para a agricultura Alagoana, que busca a autosuficiência na produção do milho e, na melhoria de vida, especialmente, dos pequenos e médios produtores rurais.