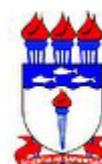


MARCELO CAVALCANTE

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, DESEMPENHO PRODUTIVO E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA
RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS
FEVEREIRO DE 2008**





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA
RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS
FEVEREIRO DE 2008**



MARCELO CAVALCANTE

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, DESEMPENHO PRODUTIVO E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira

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

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

C376c Cavalcante, Marcelo.
Caracterização morfológica, desempenho produtivo e divergência genética de genótipos de batata-doce / Marcelo Cavalcante. – Rio Largo, 2008.
46 f. : tabs. e grafs.

Orientador: Paulo Vanderlei Ferreira.
Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Batata-doce. 2. *Ipomoea batatas*. 3. Recursos genéticos. 4. Análise multivariada. I. Título.

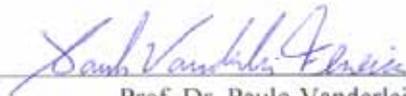
CDU: 635.22

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

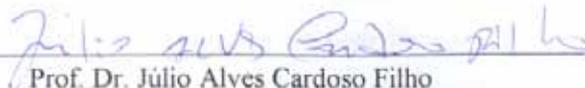
MARCELO CAVALCANTE
2006M21D014S-4

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, DESEMPENHO PRODUTIVO E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE**

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. Júlio Alves Cardoso Filho
UFAL



Dr. Paulo de Albuquerque Silva
Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros



Prof. Dr. Cicero Carlos de Souza Almeida
UFAL

À minha querida e amada mãe, *Maria de Lourdes Cavalcante*, que sempre acreditou e que, incondicionalmente, ainda acredita que os ensinamentos adquiridos na sala de aula é o caminho mais curto, digno e honesto de se conseguir chegar aos objetivos e prosperar em nossa jornada humana.

DEDICO COM MINHA ETERNA GRATIDÃO

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, ***Maria de Lourdes Cavalcante***, por todo sacrifício exigido até os dias de hoje, pela compreensão, pelo companheirismo, pela honestidade, pela humildade, pelo carinho, pela amizade, pelo amor, por ter sido *Mãe*.

À ***Tâmara Kelly***, minha amiga, namorada, companheira, pelo amor incondicional, confiança e apoio que vem me dando ao longo dos anos.

Ao Prof. Dr. ***Paulo Vanderlei Ferreira***, por ter acreditado e vislumbrado em mim um potencial que, ao longo dos anos, como professor e orientador, tanto tem incentivado para que eu pudesse conseguir alcançar meus objetivos pessoais.

Ao meu Co-orientador, pesquisador da Embrapa, ***João Gomes da Costa***, pelas valiosas e produtivas conversas “quantitativas”, pelo apoio, pelas revisões e sugestões de meus trabalhos.

À ***Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Pós-Graduação***, pela estrutura física e pelo corpo docente que me permitiu adquirir ensinamentos perpétuos.

Ao funcionário Sr. ***Heleno dos Santos***, pela valiosa ajuda despendida ao longo do projeto.

Às irmãs Cavalcante, ***Maria Imaculada, Mônica Emília, Márcia Verônica e Magna Pureza***, pela confiança, credibilidade e pela grande ajuda ao longo do curso.

À Professora ***Iracilda Lima***, pelos ensinamentos na disciplina Metodologia Científica e pela revisão e valiosas sugestões dos trabalhos, que tanto contribuiu para minha formação superior.

Ao Prof. ***Eurico Lemos***, pelos ensinamentos na Graduação e Pós-Graduação, revisão dos abstracts e pelas palavras de motivação.

Aos Engenheiros Agrônomos ***Rodrigo Gomes e Stênio Lopes***, camaradas, companheiros de estudo e nas horas vagas, que tanto auxiliaram na execução dos trabalhos e projeto.

A ***Geraldo Lima e Marcos Antônio*** pela amizade, confiança e ajuda singular no secretariado do curso.

À ***Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES*** pela bolsa concedida.

Enfim, a todos os professores, funcionários e colegas que estiveram envolvidos em meu processo de aprendizagem.

BIOGRAFIA

MARCELO CAVALCANTE, Filho de Maria de Lourdes Cavalcante e de Mário Marcos Filho, nasceu na cidade de Penedo, em 23 de abril de 1981.

Em 1991, ingressou na Escola Agrotécnica São Francisco de Assis, localizada no município de Junqueiro, Estado de Alagoas, concluindo o ensino fundamental no ano de 1995. Em 1996, ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Satuba, localizada no município de Satuba, Estado de Alagoas, concluindo o ensino médio no ano de 1998, com a obtenção da formação de Técnico em Agropecuária.

No ano 2000, ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Em 2003, iniciou as atividades de pesquisa ao fazer parte do Grupo de Melhoramento Vegetal e Nutrição, desenvolvendo trabalhos relacionados ao melhoramento das espécies: *Ipomoea batatas* (L.), *Cucumis melo* (L.), *Zea mays* (L.), e *Ricinus communis* (L.), sendo esta última a espécie que deu origem ao trabalho de conclusão de curso. Em 2005, concluiu o terceiro grau, sendo diplomado em Engenharia Agrônômica.

Em 2006, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal, pela mesma Instituição, concentrando seus estudos na área de Melhoramento da batata-doce. De 2006 a 2007, foi participante de dois projetos da Embrapa Tabuleiros Costeiro, com as culturas *Annona squamosa* (L.) e *Saccharum* sp., com bolsa de Técnico de Apoio à Pesquisa concedida pela FAPEAL. Submeteu à defesa da dissertação em fevereiro de 2008.

No mesmo ano, foi aprovado no curso de Doutorado Integrado em Zootecnia, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), cuja área de concentração enfoca o melhoramento genético de espécies forrageiras.

RESUMO GERAL

CAVALCANTE, M. Universidade Federal de Alagoas, fevereiro de 2008. **Caracterização morfológica, desempenho produtivo e divergência genética de genótipos de batata-doce.** Orientador: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira. Co-orientador: Pesquisador Embrapa João Gomes da Costa.

Com o objetivo de caracterizar morfológicamente os genótipos de batata-doce, estimar a divergência genética e avaliar o desempenho produtivo nas condições edafoclimáticas do município de Junqueiro, Estado de Alagoas, foi desenvolvido um experimento, composto por duas variedades e nove clones, no delineamento em blocos casualizados com três repetições. Para a caracterização morfológica, foram utilizados 21 descritores, sendo quatorze da parte aérea e sete das raízes. Para estimar a divergência genética, foram utilizadas duas metodologias: componentes principais e distância generalizada de Mahalanobis, sendo os genótipos agrupados pelo método de Tocher. Para a avaliação do desempenho produtivo dos genótipos, foram realizadas análises de variância, sendo as médias confrontadas pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$). Os resultados indicam haver variabilidade fenotípica entre os caracteres da parte aérea e os da raiz dos genótipos de batata-doce avaliados. Na estimativa da divergência genética a partir da metodologia dos componentes principais, a forma geral da folha madura, a cor da folha imatura e a cor secundária da haste foram às características que mais contribuíram para a divergência da parte aérea, explicando 77,08% da variabilidade existente nos três primeiros componentes principais. Nas raízes, o formato, o defeito da superfície e a intensidade da cor predominante, foram os caracteres que mais contribuíram para a divergência, conseguindo explicar 86,79% da variabilidade existente nos três primeiros componentes principais. A obtenção de seis grupos entre os onze genótipos analisados evidenciam uma significativa divergência entre os genótipos de batata-doce com base nos descritores morfológicos. Quando utilizado a metodologia da distância generalizada de Mahalanobis, o clone 6 e a variedade Sergipana, por suas distâncias de alta magnitude, foram as mais dissimilares ($D^2 = 244,3$). As variáveis que mais contribuíram para a dissimilaridade genética foram a produtividade de raízes comerciais (30,79%), a produtividade de fitomassa da parte aérea (16,56%) e o comprimento do entrenó (12,84%). A obtenção de cinco grupos entre os onze genótipos analisados evidenciam uma significativa divergência genética entre os genótipos de batata-doce. Os clones 6 e

11 apresentaram as maiores produtividades de raízes comerciais, com 12,08 e 9,08 t ha⁻¹, respectivamente. Os clones 8, 14 e a variedade local Rainha Prata apresentaram as maiores produtividades de fitomassa da parte aérea, com 5,42; 5,17 e 5,83 t ha⁻¹. Estes resultados apontam novas perspectivas para o cultivo de batata-doce na região de Junqueiro, Estado de Alagoas. Diante do exposto, pode-se concluir que existe variabilidade fenotípica e genética entre os genótipos de batata-doce, explicado pela caracterização morfológica e pelas duas técnicas para estimar a divergência genética. De acordo com os resultados apresentados nesta pesquisa, o Programa de Melhoramento do CECA – UFAL poderá adotar três medidas: a primeira será a avaliação dos clones 6 e 11, mais produtivos, em ensaios de campo no município de Junqueiro, Estado de Alagoas, visando testes de estabilidade, para lançá-los como variedades. A segunda será a realização de cruzamentos direcionados com base nas distâncias genéticas e nos rendimentos *per se* dos genitores (clones 6 e 8). E a terceira medida será a formação de uma população de ampla base genética, aumentando assim, a probabilidade de obtenção de genótipos superiores nas gerações segregantes.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, recursos genéticos, descritores, análise multivariada.

GENERAL ABSTRACT

CAVALCANTE, M. Federal University of Alagoas, february of 2008. **Morphological characterization, yield performance and genetic divergence of genotypes of sweet potato.** Advisor: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira. Co-Advisor: Researcher Embrapa João Gomes da Costa.

Aiming to characterize morphologically the genotypes of sweet potato, to estimate the genetic divergence and to evaluate the yield performance in the edaphoclimatic conditions in the municipality of Junqueiro, Alagoas, Brazil, an experiment was developed, consisting of two varieties and nine clones, in the randomized blocks design with three replications. For morphological characterization, were used 21 descriptors, being fourteen of the shoot and seven of the storage roots. To evaluate the genetic divergence, were used two methodologies: principal components and the generalized Mahalanobis distance, being the genotypes grouped by Tocher method. For the evaluation of the yield performance of the genotypes, were conducted variance analysis, with the averages confronted by Scott-Knott test ($P < 0.05$). The results indicate there phenotypic variability between the traits of shoot and storage root of the genotypes of sweet potato evaluated. In the estimation of the genetic divergence from principal components analysis, the general form of the mature leaf, the immature leaf color and secondary color of the stem were the traits that most contributed to the divergence of the shoot, explaining 77.08% of the variability existing in the first three principal components. In storage roots, the format, the defect of the surface and the intensity of the predominant color, were the traits that most contributed to the divergence, achieving explain 86.79% of the variability existing in the first three principal components. The acquisition of six groups among the eleven genotypes studied, showed a significant divergence between the genotypes of sweet potato based on the morphological descriptors. When used the generalized Mahalanobis distance methodology, the clone 6 and the variety Sergipana, by their distances of high magnitude, were the most dissimilar ($D^2 = 244.3$). The traits that contributed mostly to the genetic dissimilarity were the marketable root yield (30.79%), the shoot phytomass yield (16.56%) and the internode length (12.84%). The taking of five groups among the eleven genotypes studied showed a significant genetic divergence between the genotypes of sweet potato. The clones 6 and 11 showed the highest marketable roots yield, with 12.08 and 9.08 t ha⁻¹, respectively. The clones 8, 14 and the variety “Rainha

Prata” had the highest shoot phytomass yield, with 5.42, 5.17 and 5.83 t ha⁻¹. These results suggest new prospects for the cultivation of sweet potato in the region of Junqueiro, Alagoas. It was concluded that there is genetic and phenotypic variation among genotypes of sweet potato, explained by morphological characterization and the two techniques to estimate the genetic divergence. According to the results presented in this paper, the Breeding Program of CECA - UFAL may to adopt three measures: the first is the assessment of clones 6 and 11, most yields, in field testing in the municipality of Junqueiro, aiming stability tests, to launch them as varieties. The second will be realization of artificial crosses aiming based in the genetic distances and the *per se* yields of parents (clones 6 and 8). And the third measure will be the formation of a population with large genetic basis, thereby increasing the probability of obtaining superior genotypes in the segregating generations.

Key words: *Ipomoea batatas*, genetic resources, descriptions, multivariate analysis.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO GERAL	xi
GENERAL ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	4
CAPÍTULO I	
CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE E ESTIMATIVA DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA POR MEIO DE MARCADORES MORFOLÓGICOS	6
RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO II	
DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE EM JUNQUEIRO, ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL	21
RESUMO	21
ABSTRACT	22
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	30

CAPÍTULO III

DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE GENÉTICOS DE BATATA-DOCE	33
RESUMO	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS	44

ANEXO I

**MARCADORES MORFOLÓGICOS UTILIZADOS NA
CARACTERIZAÇÃO DOS GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE 45**

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO I	
Tabela 1 - Caracterização morfológica de genótipos de batata-doce por meio de descritores da parte aérea. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.....	11
Tabela 2 - Caracterização morfológica de genótipos de batata-doce por meio de descritores radiculares. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.....	13
Tabela 3 - Estimativas dos autovalores (λ_j) correspondentes às percentagens de variação explicadas pelos componentes principais das quatorze variáveis da parte aérea e sete das raízes da batata-doce. Maceió, Estado de Alagoas, 2008..	16
Tabela 4 - Agrupamento estabelecido pelo método de Tocher entre onze genótipos de batata-doce avaliados por 14 características da parte aérea e sete do sistema radicular. Maceió, Estados de Alagoas, 2008.....	17
CAPÍTULO II	
Tabela 1 - Resumo das análises de variância e comparação de médias de onze genótipos de batata-doce em relação a dez caracteres avaliados. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.....	29
CAPÍTULO III	
Tabela 1 - Resumo das análises de variância e comparação de médias de onze genótipos de batata-doce em relação a dez caracteres avaliados. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.....	43
Tabela 2 - Estimativas das distâncias generalizadas de Mahalanobis relativas a onze genótipos de batata-doce. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.....	44
Tabela 3 - Contribuição relativa de cada variável de genótipos de batata-doce estudada para a divergência genética. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.....	45
Tabela 4 - Agrupamento estabelecido pelo método de Tocher entre onze genótipos de batata-doce avaliados por doze características da parte aérea e do sistema radicular. Maceió, Estados de Alagoas, 2008.....	46

INTRODUÇÃO GERAL

A batata-doce – *Ipomoea batatas* (L.) Lam. –, pertencente à família Convolvulaceae (SOARES *et al.*, 2002), é uma espécie auto-hexaplóide ($2n = 6x = 90$ cromossomos) (CHEN *et al.*, 1992), originária da América do Sul, sendo o Centro-Americano o local onde se encontra o pool gênico primário desta espécie (FERREIRA, 2007). Alguns territórios brasileiros são considerados, devido a grande variabilidade existente, o segundo centro de diversidade (RITSCHER *et al.*, 1998). O mecanismo de auto-incompatibilidade presente na espécie conduz à polinização cruzada e, portanto, a um alto grau de heterozigose (CHEN *et al.*, 1992). Isto explica a significativa variabilidade fenotípica e genotípica nesta cultura.

É uma cultura rústica, tolerante à seca, de reconhecido desempenho produtivo e de baixo custo de produção, sendo bastante disseminada e cultivada pelos pequenos produtores e comunidades indígenas que utilizam variedades regionais, não melhoradas, como matéria-prima de produção, contribuindo, desta forma, para o suprimento alimentar das populações mais pobres (SOUZA, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002; CARDOSO *et al.*, 2005; MONTES, 2006).

No quadro mundial, os grandes produtores são a China, Indonésia, Índia e o Japão. No Continente Latino-Americano, o Brasil surge como o principal produtor, contribuindo com três milhões de toneladas anuais. Os Estados brasileiros de maior produção são Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Bahia e Paraná, tendo o rendimento nacional atingido $10,0 \text{ t ha}^{-1}$ (SOARES *et al.*, 2002).

O Estado de Alagoas apresenta área plantada de 2.107 ha, com produtividade média de $8,5 \text{ t ha}^{-1}$ (MENESES, 2007). O município de Junqueiro, Estado de Alagoas, vem se destacando entre os municípios alagoanos em área plantada, com produtividade média de $3,0 \text{ t ha}^{-1}$. Uma vez que a produtividade máxima obtida pela Embrapa Hortaliças é de $37,0 \text{ t ha}^{-1}$, cultivar Brazlândia Branca (MIRANDA, 2008), os baixos rendimentos observados podem ser atribuídos a uma grande variação no nível tecnológico empregado, destacando-se como fatores limitantes à ausência de variedades produtivas e adaptadas a região e a ausência da adoção de práticas de manejo e uso de insumos agrícolas.

As principais variedades cultivadas no Nordeste brasileiro são: Brazlândia Roxa, Brazlândia rosada, Brazlândia Branca, Princesa e Coquinho, todas desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças. Em Alagoas, há a predominância das variedades Sergipana e

Rainha Prata. O setor de Melhoramento Genético de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas vem desenvolvendo pesquisas com o objetivo de obter variedades de batata-doce para as condições edafoclimáticas das regiões produtoras do Estado, vindo, com isso, diversificar os produtos e melhorar a renda dos produtores.

Considerando-se que programas de melhoramento genético se embasam na existência de populações de alta variabilidade genética, cuja determinação poderá ser inferida por vários métodos. A escolha da técnica mais adequada deve ser realizada em razão de princípios como: nível de precisão desejada; facilidade de análise; e forma com que os dados foram obtidos. Neste sentido, diferentes técnicas de análise multivariada têm sido usadas para se estimar a divergência genética, destacando-se as análises de componentes principais e medidas de dissimilaridade (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Diversas medidas de dissimilaridade têm sido propostas para a quantificação das distâncias entre genótipos, sendo, contudo, a distância generalizada de Mahalanobis a mais amplamente utilizada quando se dispõe de experimentos com repetições. Esta se diferencia das demais técnicas por levar em consideração as correlações residuais entre os caracteres avaliados (CRUZ & REGAZZI, 2001; FONSECA *et al.*, 2006). A literatura atual não dispõe de informações sobre a dissimilaridade e divergência genética no germoplasma Nacional de batata-doce por meio das técnicas supracitadas.

Os marcadores morfológicos são descritores bastante acessíveis na quantificação da diversidade genética quando comparados com técnicas moleculares mais avançadas e vêm sendo utilizados na caracterização e avaliação da divergência genética de germoplasma (MELO FILHO *et al.*, 2000; DAROS *et al.*, 2002; RITSCHER & HUAMÁN, 2002; PEREIRA *et al.*, 2004), permitindo a orientação dos trabalhos a serem realizados com outros descritores mais sofisticados, como os que utilizam marcadores moleculares. No Brasil, a Lei de Proteção de Cultivares, nº 9.456 de 1997, estabelece normas para o registro de uma nova cultivar, sendo os descritores oficiais baseados nas características morfológicas.

A avaliação de materiais melhorados, que atendam a demanda dos produtores e consumidores, consiste na última etapa do Programa de Melhoramento, podendo, entretanto, ocorrer à introdução de variedades de outras regiões do País por instituições de pesquisa, que sejam de reconhecida importância econômica para a região. Dentre os trabalhos realizadas para a avaliação de batata-doce, destacam-se as de SOUZA (2000),

com introdução de variedades, CAVALCANTE *et al.*(2003) e CARDOSO *et al.* (2005), na avaliação de clones, com resultados promissores.

Trabalhos de caracterização e avaliação da produtividade e da divergência genética da coleção são imprescindíveis na ocasião do planejamento das futuras etapas do Programa de Melhoramento. Neste sentido, este trabalho objetiva: (1) caracterizar os genótipos de batata-doce e estimar a divergência genética por meio de marcadores morfológicos; (2) avaliar o desempenho produtivo dos genótipos nas condições edafoclimáticas do município de Junqueiro, Estado de Alagoas; e (3) determinar a dissimilaridade genética entre os genótipos de batata-doce desenvolvidos e cultivados no Estado de Alagoas.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, A.D. et al. Avaliação de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 911-914, 2005.

CAVALCANTE, J.C. et al. Avaliação de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) em Rio Largo – Alagoas. **Magistra**, v. 15, p. 13-17, 2003.

CHEN, L.O. et al. Peroxidase zymograms of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) grown under hydroponic culture. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 33, p. 247-252, 1992.

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

DAROS, M. et al. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 43-47, 2002.

FERREIRA, P.V. **Melhoramento de Plantas: Princípios e Perspectivas**. Maceió: EDUFAL. 2006. 110p.

FONSECA, A.F.A. et al. Divergência genética em café Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 599-605, 2006.

MELO FILHO, P.A. et al. Classificação de germoplasma de *Dioscorea* sp. através da análise das componentes principais. **Ciência Rural**, v. 30, p. 619-623, 2000.

MENEZES, E.F. **Produção de arroz, batata-doce e cana-de-açúcar em Alagoas no ano de 2002**. Capturado em 02 dez. 2007. Disponível na Internet: <<http://www.frigoletto.com.br/GeoAlagoas/lavoura22002.htm>>.

MIRANDA, J.E.C. **Batata-doce**. Capturado em 15 jan. 2008. Disponível na Internet: <<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/bat-doce.htm>>.

MONTES, S.M.N.M. Custos e rentabilidade da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) na região Oeste do Estado de São Paulo: estudo de caso. **Informações Econômicas**, v. 36, p. 15-23, 2006.

OLIVEIRA, A.C.B. et al. Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.576-582, 2002.

PEREIRA, F.H.F. et al. Divergência genética entre acessos de taro. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 55-60, 2004.

RITSCHER, P.S. et al. **Caracterização morfológica do germoplasma de batata-doce mantido pela EPAGRI**. Embrapa Hortaliças, Nº 16, 1998. Capturado em 31 ago. 2007. Disponível na Internet: <<http://www.cnph.embrapa.br/pa/pa16.html>>.

RITSCHER, P.S.; HUAMÁN, Z. Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de batata-doce da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 485-492, 2002.

SOARES, K.T. et al. **A cultura da batata-doce** (*Ipomea batatas* (L.) Lam). João Pessoa: EMEPA – PB. 2002. 26p.

SOARES, K.T. et al. **Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)**. Capturado em 21 fev. 2008. Disponível na Internet: <http://www.emepa.org.br/batata_doce.php>.

SOUZA, A.B. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a atributos agronômicos desejáveis. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.4, p.841-845, 2000.

CAPÍTULO I

Caracterização de genótipos de batata-doce e estimativa da divergência genética por meio de marcadores morfológicos

Characterization of sweet potato genotypes and estimative of genetic divergence through morphological traits

RESUMO

Visando à caracterização de genótipos e à estimativa da divergência genética por meio de marcadores morfológicos de batata-doce, foi desenvolvido um experimento, no ano de 2007, no município de Junqueiro, AL, Brasil, composto por nove clones e duas variedades, arrançados em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliados quatorze características da parte aérea e sete das raízes por meio de descritores morfológicos. Para a avaliação da divergência genética foi utilizada a análise das componentes principais e o agrupamento feito pelo método de Tocher. Constatou-se significativa variabilidade fenotípica entre os genótipos com base nos marcadores morfológicos, principalmente para as variáveis das raízes. As características da parte aérea (forma geral da folha madura, cor da folha imatura e cor secundária da haste) explicam 77,08% e as variáveis da raiz (formato, defeito da superfície e intensidade da cor predominante) explicam 86,85% da variabilidade existente a partir das três primeiros componentes principais. Foram formados seis grupos, sendo o grupo I composto por três genótipos, os grupos II, III e IV foram formados por dois genótipos cada, e os grupos V e VI cada um contendo um genótipo. Os resultados indicam haver variabilidade fenotípica e genética entre os genótipos de batata-doce com base nos descritores morfológicos e pela estimativa da divergência genética e sinalizam perspectivas para as futuras etapas do Programa de Melhoramento desta cultura.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, recursos genéticos, clones, descritores, análise multivariada.

ABSTRACT

Aiming the characterization of genotypes and the estimation of genetic divergence through morphological traits of the sweet potato, an experiment was conducted, in the year 2007, in the municipality of Junqueiro, AL, Brazil, composed of nine clones and two varieties, in the randomized blocks design with three replications. Were evaluated fourteen traits of the shoot and seven of the storage roots through morphological descriptors. For the evaluation of genetic divergence was used the principal components analysis and the cluster were made using the Tocher method. It was significant phenotypic variability among genotypes based on the morphological markers, mainly for the traits of the storage roots. The traits of the shoot (general form of the mature leaf, immature leaf color and secondary color of the stem) explain 77.08% and the variables of the storage root (format, defect of the surface and the intensity of the predominant color) explain 86.85% of the existing variability from the first three principal components. Six groups were formed, and the group I consists of three genotypes, the groups II, III and IV were formed by two genotypes each, and the groups V and VI containing a genotype each. The results indicate to have genotypic and phenotypic variation among genotypes of sweet potato based on the morphological descriptors and the estimation of genetic divergence signals prospects for future stages of the Breeding Program of this culture.

Key words: *Ipomoea batatas*, genetic resources, clones, descriptors, multivariate analysis.

INTRODUÇÃO

A batata-doce – *Ipomoea batatas* (L.) Lam. –, pertencente à família Convolvulácea, é originária da América do Sul, sendo alguns territórios brasileiros considerados, devido a grande variabilidade existente, o segundo centro de diversidade desta espécie (RITSCHER *et al.*, 1998; SOARES *et al.*, 2002).

Os cruzamentos naturais aliados à eficiente propagação vegetativa são, em sua grande maioria, as causas da ampla variabilidade fenotípica e genotípica existente em batata-doce (ZHANG *et al.*, 1998) e que vem sendo mantida, devido à forma de cultivo adotada por produtores rurais e comunidades indígenas, pela utilização de variedades regionais, não melhoradas (SOUZA, 2000). Essa variabilidade resultante pode ser observada quando se avalia características como comprimento, coloração e formato, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular.

Considerando-se que programas de melhoramento genético se embasam na existência de populações de alta variabilidade genética, cuja determinação poderá ser inferida por vários métodos. A escolha da técnica mais adequada deve ser realizada em razão de princípios como: nível de precisão desejada; facilidade de análise; e forma com que os dados foram obtidos. Nesse sentido, diferentes técnicas de análise multivariada têm sido usadas para se estimar a divergência genética, destacando-se as análises das componentes principais, distância euclidiana e métodos aglomerativos (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Os marcadores morfológicos são descritores bastante acessíveis na quantificação da diversidade genética quando comparados com técnicas moleculares mais avançadas e vêm sendo utilizados na caracterização e avaliação da divergência genética de germoplasma (MOK & SCHMIEDICHE, 1998; AUGUSTIN *et al.*, 2000; MELO FILHO *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.* (2000), DAROS *et al.*, 2002; RITSCHER & HUAMÁN, 2002; PEREIRA *et al.*, 2004), permitindo a orientação dos trabalhos a serem realizados com outros descritores mais sofisticados, como os que utilizam marcadores moleculares. No Brasil, a Lei de Proteção de Cultivares, nº 9.456 de 1997, estabelece normas para o registro de uma nova cultivar, sendo os descritores oficiais baseados nas características morfológicas. Diante do exposto, este trabalho objetiva caracterizar os genótipos de batata-doce do Programa de Melhoramento Genético do CECA – UFAL e estimar a divergência genética por meio de marcadores morfológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no povoado Olho D'Água, município de Junqueiro, Estado de Alagoas, no ano de 2007. A área de estudo está situada nas coordenadas 9°55'31" S e 36°28'33" W, com altitude de 175 m, temperatura média máxima de 35 °C, mínima de 22 °C e pluviosidade média anual de 1.267 mm (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

Foram avaliadas duas variedades de batata-doce amplamente cultivadas no Estado: a Rainha Prata e a Sergipana; e nove clones (CL) de batata-doce obtidos pelo setor de Melhoramento Genético de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, a partir de sementes botânicas de populações de polinização livre. Quatro deles, CL - 01, CL - 03, CL - 04 e CL - 11, foram provenientes da variedade Co Copinha; CL - 09, proveniente da variedade Paulistinha Branca; CL - 14, proveniente da variedade Roxa de Rama Fina; CL - 02, proveniente da variedade Co Branca; CL - 06, proveniente da variedade 60 Dias; e CL - 08, proveniente da variedade Pixaim I.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com onze tratamentos e três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por quatro leiras de 4,0 m de comprimento com 0,30 m de altura cada, com dez plantas por leira, totalizando 40 plantas/parcela, no espaçamento de 1,0 m x 0,40 m. O plantio foi realizado no dia 09/06/2007, utilizando-se ramos novas e sadias de plantas com, aproximadamente, 90 dias, contendo dez entrenós, dos quais quatro foram enterrados no topo da leira. As parcelas experimentais foram mantidas livres de plantas invasoras por meio de capinas.

Foram avaliados 21 caracteres, sendo quatorze da parte aérea e sete das raízes. As da parte aérea foram: tamanho da folha madura, forma geral, cor da folha madura e cor da folha imatura, pigmentação das nervuras inferiores, tipo de lóbulo, número de lóbulos, forma do lóbulo central, comprimento do pecíolo, comprimento da haste principal, cor predominante e secundária da haste, comprimento e diâmetro do entrenó. As das raízes in natura foram: formato, defeito da superfície, espessura do córtex, cor predominante da película, intensidade da cor predominante, cor secundária da película, e cor predominante da polpa.

As avaliações dos caracteres da parte aérea foram realizadas três meses após o plantio e os das raízes por ocasião da colheita (130 DAP), seguindo os descritores

recomendados por HUAMÁN (1991) (Anexo I) e utilizados por OLIVEIRA *et al.* (2000), DAROS *et al.* (2002), RITSCHER & HUAMÁN (2002) e VEASEY *et al.* (2007). Os dados referentes às características de folhas e pecíolos foram obtidos da parte central das ramas, utilizando-se três folhas por planta e quatro plantas por parcela e, os das raízes, foram obtidos de todo material colhido de seis plantas úteis de cada parcela.

Para a estimativa da divergência genética, foi realizada a análise multivariada, utilizando-se a análise das componentes principais sendo os genótipos agrupados pelo método de Tocher (CRUZ & REGAZZI, 2001). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software Genes (CRUZ, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, observou-se variação entre treze caracteres qualitativos da parte aérea da batata-doce, não havendo variação para a variável tamanho da folha madura, que apresentou tamanho classificado como médio para todos os genótipos avaliados. Resultado semelhante para o tamanho da folha madura foi obtido por DAROS *et al.* (2002). RITSCHER & HUAMÁN (2002), na avaliação de germoplasma de batata-doce da Embrapa Hortaliças, observaram que 80,2% dos genótipos apresentam tamanho médio. A predominância do tamanho médio para folhas maduras vem revelando ser esta uma característica do germoplasma nacional.

Tabela 1 - Caracterização morfológica de genótipos de batata-doce por meio de descritores da parte aérea. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.

Genótipos ^{1\}	Marcadores da parte aérea ^{2\}													
	TFM	FGF	CFM	CFI	PNI	TLO	NLO	FLC	CP	CHP	CPH	CSH	CE	DE
CL - 01	5	5	3	3	2	5	5	4	5	5	4	0	3	3
CL - 02	5	6	3	3	2	5	5	4	5	5	1	2	1	5
CL - 03	5	6	2	3	2	3	5	2	3	5	1	1	3	3
CL - 04	5	4	2	3	2	5	3	4	3	5	3	4	3	3
CL - 06	5	6	3	3	2	7	5	4	5	5	1	4	1	5
CL - 08	5	5	2	2	2	5	3	2	3	5	1	0	3	3
CL - 09	5	6	2	3	2	5	3	4	3	5	3	2	1	3
CL - 11	5	4	4	3	2	5	3	4	3	5	4	5	1	3
CL - 14	5	4	5	7	5	5	3	2	3	3	3	5	1	5
VL I	5	6	2	9	5	5	5	4	5	5	3	4	1	3
VL II	5	3	3	3	3	3	3	2	3	5	1	2	3	3

^{1\}: CL: clones; VL I: variedade Rainha Prata; VL II: variedade Sergipana.

^{2\}: TFM: tamanho da folha madura; FGF: forma geral da folha; CFM: cor da folha madura; CFI: cor da folha imatura; PNI: pigmentação das nervuras inferiores; TLO: tipo de lóbulo; NLO: número de lóbulo; FLC: forma do lóbulo central; CP: comprimento do pecíolo; CHP: comprimento da haste principal; CPH: cor principal da haste; CSH: cor secundária da haste; CE: comprimento do entrenó; DE: diâmetro do entrenó.

Foram observados os seguintes formatos da folha (FGF): (1) cordada, apenas na variedade Sergipana (9,1%); (2) triangular, nos clones 4, 11 e 14 (27,3%); (3) lanceolada nos clones 1 e 8 (18,2%); e (4) lobulada nos clones 2, 3, 6, 9 e na variedade Rainha Prata (45,5%). DAROS *et al.* (2002), ao avaliarem quatorze acessos de batata-doce, encontraram menor variabilidade para esta variável, com predominância para a forma lobulada (92,9%) e apenas um acesso com forma cordada (7,1%). Contudo, RITSCHER & HUAMÁN (2002), encontraram todas as formas apresentadas na presente pesquisa, com frequência de 49,70% dos genótipos avaliados para forma cordada. CHÁVEZ *et al.* (2006), observaram predominância da forma lobulada em clones e cordada em variedades de batata-doce da Costa do Pacífico Sul da América do Sul.

Foram observadas quatro classes para cor da folha madura (CFM): (1) verde, para os clones 3, 4, 8, 9 e para a variedade Rainha Prata (45,5%); (2) verde com bordas roxas, para os clones 1, 2, 6 e para a variedade Sergipana (36,4%); (3) verde-acinzentada, para o clone 11 (9,1%); e (4) verde com nervuras roxas na superfície abaxial para o clone 14 (9,1%). Quanto à cor da folha imatura (CFI), foram registradas quatro categorias: (1) verde, no clone 8 (9,1%); (2) verde com bordas roxas, nos clones 1, 2, 3, 4, 6, 9, 11 e na variedade Sergipana (72,8%); (3) predominantemente roxa, no clone 14 (9,1%); e (4) coloração roxa em ambas as superfícies, na variedade Rainha

Prata (9,1%). A pigmentação das nervuras inferiores (PNI) foi verde para os clones 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9 e 11 (72,8%); a variedade Sergipana apresentou manchas roxas na base da nervura principal (9,1%); e o clone 14 e a variedade Rainha Prata apresentaram a nervura principal parcialmente roxa (18,2%).

O tipo do lóbulo (TLO) apresentou as seguintes variações: (1) lóbulos superficiais para o clone 3 e para a variedade Sergipana (18,2%); (2) lóbulos moderados para os clones 1, 2, 4, 8, 9, 11, 14 e para a variedade Rainha Prata (72,8%); e (3) lóbulo profundo para o clone 6 (9,1%). Foram observadas duas categorias para o número de lóbulos foliares (NLO): (1) três para os clones 4, 8, 9, 11, 14 e para a variedade Sergipana (54,6%); e (2) cinco, para os clones 1, 2, 3, 6 e para a variedade Rainha Prata (45,5%). Foram observados dois tipos de forma do lóbulo central (FLO): (1) triangular para os clones 3, 8, 14 e para a variedade Sergipana (36,4%); e (2) semi-elíptica para os clones 1, 2, 4, 6, 9, 11 e para a variedade Rainha Prata (63,7%). VEASEY *et al.* (2007), diferentemente dos resultados desta pesquisa, encontraram predominância de lóbulos superficiais em 36% dos genótipos e forma triangular do lóbulo em 72% dos genótipos avaliados. O comprimento do pecíolo (CP) foi classificado em duas categorias: (1) curto, para os clones 3, 4, 8, 9, 11, 14 e para a variedade Sergipana (63,7%); e (2) intermediário, para os clones 1, 2, 6 e para a variedade Rainha Prata (36,4%).

O comprimento da haste principal (CHP) foi considerado ereto apenas para o clone 14 (9,1%) e semi-ereto para os outros dez genótipos, isto é, clones 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, e para as variedades Rainha Prata e Sergipana (90,9%). Resultados divergentes foram encontrados por AUGUSTIN *et al.* (2000), que caracterizaram 90% das variedades como sendo de comprimento ereto; e RITSCHER & HUAMÁN (2002), que obtiveram frequência de 73,08% para o comprimento ereto.

As hastes principais dos clones 2, 3, 6, 8 e da variedade Sergipana apresentaram coloração predominante verde (CPH) (45,5%); os clones 4, 9, 14 e a variedade Rainha Prata apresentaram coloração verde com poucas manchas roxas (36,4%); e os clones 1 e 11 (18,2%) apresentaram coloração predominantemente verde com muitas ramas roxas. Quanto a esta última variável, VEASEY *et al.* (2007) encontraram superioridade em 29% dos genótipos avaliados.

Os clones 1 e 8 apresentaram ausência da cor secundária da haste (CSH) (18,4%); o clone 3 apresentou coloração verde na base da haste (9,1%); os clones 2, 9 e a variedade Sergipana apresentaram a ponta das hastes verdes (27,3%); os clones 4, 6 e

a variedade Rainha Prata apresentaram a base da haste roxa (27,3%); e os clones 11 e 14 (18,2%) apresentaram as pontas das hastes roxas.

O comprimento do entrenó (CE) foi muito curto para os clones 2, 6, 9, 11, 14 e para a variedade Rainha Prata (54,6%); e comprimento curto para os clones 1, 3, 4, 8 e a variedade Sergipana (45,5%), respectivamente. RITSCHER & HUAMÁN (2002), caracterizaram 58,58% do germoplasma como sendo curto e 26,04% como intermediário. Os clones 1, 3, 4, 8, 9, 11 e as variedades Rainha Prata e Sergipana (72,7%) apresentaram diâmetro do entrenó (DE) classificado como fino e os clones 2, 6, e 14 (27,3%) apresentaram diâmetro classificado como intermediário.

Na Tabela 2 estão apresentados os dados referentes aos marcadores radiculares de genótipos de batata-doce. Para a forma da raiz (FOR), o clone 11 e a variedade local Rainha Prata (18,2%) foram classificadas como redonda elíptica; os clones 8 e 14 apresentaram forma elíptica (18,2%); os clones 3 e 6 apresentaram forma obovada (18,2%); o clone 9 apresentou forma longa ablonga (9,1%); os clones 1, 2 e a variedade Sergipana (27,3%) foram caracterizados como longa elíptica; e o clone 4 (9,1%) apresentou forma longa irregular curvada.

Tabela 2 - Caracterização morfológica de genótipos de batata-doce por meio de descritores radiculares. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.

Genótipos ¹	Marcadores radiculares ²						
	FOR	DSR	CPP	ICP	CSR	CPR	ECR
CL - 01	8	1	8	3	6	2	7
CL - 02	8	5	8	3	1	2	5
CL - 03	5	1	8	3	1	2	5
CL - 04	9	0	8	2	1	2	7
CL - 06	5	5	6	1	1	1	3
CL - 08	3	2	2	2	1	2	5
CL - 09	7	6	2	2	1	1	9
CL - 11	2	7	2	1	1	1	5
CL - 14	3	2	2	2	1	2	7
VL I	2	0	8	2	1	1	5
VL II	8	3	2	1	1	2	5

¹ CL: clones; VL I: variedade Rainha Prata; VL II: variedade Sergipana.

² FOR: forma da raiz; DSR: defeito da superfície da raiz; CPP: cor predominante da pele da raiz; ICP: intensidade da cor predominante; CSR: cor secundária da raiz; CPR: cor da polpa da raiz; ECR: espessura do córtex da raiz.

Quanto ao defeito da superfície da raiz (DSR), o clone 4 e a variedade local Rainha Prata não apresentaram defeito (18,2%); os clones 1 e 3 apresentaram película tipo jacaré (18,2%); os clones 8 e 14 apresentaram defeitos tipo veias (18,2%); a

variedade local Sergipana apresentou constrições horizontais rasas (9,1%); os clones 2 e 6 (18,2%) apresentaram defeitos tipo fendas longitudinais rasas; o clone 9 apresentou fendas longitudinais profundas (9,1%); e o clone 11 apresentou constrições profundas e fendas profundas (9,1%).

A cor predominante da pele (CPP) da raiz dos genótipos avaliados foi classificada como creme para os clones 8, 9, 11, 14 e variedade Sergipana (45,5%); cor rosada para o clone 6 (9,1%); coloração roxo-avermelhado para os clones 1, 2, 3, 4 e para a variedade Rainha Prata (45,5%), respectivamente. Semelhança nos resultados foram encontrados por VEASEY *et al.* (2007), quanto a coloração creme da pele em 46% dos genótipos. Contudo, resultados divergentes foram encontrados por vários autores, como AUGUSTIN *et al.* (2000), que classificaram 60,0% das variedades e RITSCHER & HUAMÁN (2002), em 41,2% dos genótipos como sendo branca a cor da casca da raiz. DAROS *et al.* (2002), caracterizaram sete acessos com coloração rosada (50,0%). MOK & SCHMIEDICHE (1998), avaliando acessos de batata-doce do Centro Internacional da Batata (CIP), encontraram todas as classes para a cor da pele da raiz, predominando a cor branca, 202 acessos (42,0%), com a maior frequência. CHÁVEZ *et al.* (2006), encontraram predominância da cor creme.

A intensidade da cor predominante (ICP) foi pálida para os clones 6, 11 e para a variedade Sergipana (27,3%); intensidade intermediária para os clones 4, 8, 9, 14 e para a variedade Rainha Prata (45,5%); e intensidade escura para os clones 1, 2 e 3 (27,3%). Resultados semelhantes foram encontrados por DAROS *et al.* (2002), e RITSCHER & HUAMÁN (2002), que encontraram todas as intensidades para a cor da pele da raiz, com predominância da intensidade intermediária.

A cor secundária da raiz (CSR) foi à característica com menos variabilidade entre os genótipos. Neste sentido, os clones 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 14 e as variedades Rainha Prata e Sergipana (90,9%) apresentaram coloração creme claro; e apenas o clone 1 apresentou coloração rosada (9,1%), respectivamente. Resultados divergentes foram encontrados por DAROS *et al.* (2002), cuja predominância foi a cor branca, em 64,0% dos genótipos; e RITSCHER & HUAMÁN (2002), que caracterizaram a ausência de cor, com 56,7% dos genótipos avaliados, a maior predominância entre os genótipos avaliados.

A coloração da polpa da raiz (CPR) foi branca para os clones 6, 9, 11 e para a variedade Rainha Prata (36,4%); os clones 1, 2, 3, 4, 8, 14 e a variedade Sergipana

(63,6%) apresentaram coloração da raiz classificada como creme claro. DAROS *et al.* (2002), apresentaram resultados semelhantes aos da pesquisa com sete acessos (50,0%) de cor creme-claro da polpa; e RITSCHER & HUAMÁN (2002), com 75,1% dos genótipos avaliados, foram caracterizados com a polpa creme-clara. CHÁVEZ *et al.* (2006), encontraram predominância da cor creme claro da polpa no germoplasma avaliado.

De acordo com SOARES *et al.* (2008), são comercializadas batatas-doce de diferentes colorações de pele e polpa da raiz, não havendo preferência por parte do mercado consumidor por uma determinada categoria de cor.

A variável espessura do córtex (ECR) radicular do clone 6 foi classificada como fina (9,1%); os clones 2, 3, 8, 11 e as variedades locais Rainha Prata e Sergipana (54,6%) apresentaram espessura intermediária do córtex; os clones 1, 4 e 14 apresentaram espessura grossa (27,3%); e o clone 9 (9,1%) foi classificado como sendo muito grossa, respectivamente. DAROS *et al.* (2002), apresentaram as mesmas classes de caracterização quando comparado com os resultados da presente pesquisa.

Na Tabela 3 estão apresentadas as estimativas de autovalores com base na análise das componentes principais das variáveis da parte aérea e das raízes de genótipos de batata-doce. De acordo os dados avaliados, as três primeiras componentes principais das variáveis da parte aérea explicam 77,08% da variabilidade existente, sendo a forma geral da folha, a cor da folha imatura e a cor secundária da haste, as variáveis que mais contribuíram para a divergência genética a partir de seus autovetores. Contudo, estas características foram as que menos contribuíram para a divergência genética na avaliação de clones de batata-doce realizadas por OLIVEIRA *et al.* (2000). Para as variáveis do sistema radicular, as três primeiras componentes principais conseguiram explicar 86,85% da variabilidade existente, destacando-se a forma geral, o defeito da superfície e a intensidade da cor predominante da raiz, como as variáveis que mais contribuíram para a divergência genética a partir de seus autovetores. Estas variáveis também foram responsáveis pela divergência genética nos resultados encontrados por OLIVEIRA *et al.* (2000).

Tabela 3 - Estimativas dos autovalores (λ_j) correspondentes às percentagens de variação explicadas pelos componentes principais das quatorze variáveis da parte aérea e sete das raízes da batata-doce. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.

Componentes Principais	Autovalores da parte aérea		Autovalores das raízes	
	λ_j	λ_j (%)	λ_j	λ_j (%)
Y1 ¹⁾	42,3800617	42,3800617	47,8171489	47,8171489
Y2	18,7930072	61,1730689	24,3182623	72,1354113
Y3	15,908505	77,0815739	14,713388	86,8487992
Y4	10,0523734	87,1339472	7,0712971	93,9200964
Y5	5,1890085	92,3229557	4,7988722	98,7189686
Y6	3,3189707	95,6419264	1,1837831	99,9027516
Y7	2,4620683	98,1039947	0,0972484	100,000000
Y8	1,3177291	99,4217239	-	-
Y9	0,5593577	99,9810816	-	-
Y10	0,0189133	99,9999949	-	-
Y11	0,0000034	99,9999983	-	-
Y12	0,0000033	99,9999982	-	-
Y13	0,0000003	99,9999986	-	-
Y14	0,0000014	100,000000	-	-

¹⁾ Y: corresponde aos componentes principais das variáveis analisadas.

Estes resultados estão de acordo com LÓPEZ & HIDALGO (1994), FERREIRA (1996), RENCHER (2002), TIMM (2002) e HÄRDLE & SIMAR (2003), que recomendam mais de 70% da variância total para as primeiras componentes principais. KAISER (1960) estabeleceu o critério para a seleção das componentes quando o valor próprio for superior a unidade. Neste sentido, as oito primeiras componentes principais da parte aérea e as seis primeiras componentes do sistema radicular atendem aos critérios para inferência da divergência genética. As análises das três primeiras componentes principais estão próximas dos recomendados por CRUZ & REGAZZI (2001), que indicam mais de 80% da variância total nas primeiros componentes.

Resultados similares foram obtidos por RITSCHER & HUAMÁN (2002) e PEREIRA *et al.* (2004), que conseguiram explicar em batata-doce e taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott. (Araceae), respectivamente, 85% e 82,57% da variabilidade existente pelas três primeiras componentes. Resultados semelhantes também foram encontrados por MARTINELLO *et al.* (2001), ao analisar a divergência genética de acessos de quiabeiro, *Abelmoschus* spp. (Malvaceae), com base nos descritores morfológicos, conseguindo explicar, nas três primeiras componentes principais, 76,69% da variabilidade existente. Resultados divergentes foram encontrados por VIDIGAL *et*

al. (1997) e MELO FILHO *et al.* (2000), que conseguiram explicar em mandioca, *Manihot esculenta* Crantz. (Euphorbiaceae) e inhame, *Dioscorea* sp. (Dioscoreaceae), respectivamente, 95,11% e 89,12% da variabilidade existente.

A identificação dos grupos realizada pelo método de agrupamento proposto por Tocher possibilitou a divisão dos 11 genótipos em seis grupos (Tabela 4). Nesta análise, o grupo I foi formado por três genótipos; os grupos II, III e IV foram formados por dois genótipos cada; e os grupos V e VI apresentaram um genótipo cada. É esperado que os genótipos pertencentes ao mesmo grupo apresentem alta similaridade e alta dissimilaridade genética entre grupos.

Tabela 4 - Agrupamento estabelecido pelo método de Tocher entre onze genótipos de batata-doce avaliados por 14 características da parte aérea e sete do sistema radicular. Maceió, Estados de Alagoas, 2008.

Grupos	Genótipos ^{1\}
I	CL 2; CL 3; CL 6
II	CL 4; CL 11
III	CL 8; CL 9
IV	VL I; VL II
V	CL 1
VI	CL 14

^{1\}: CL: clones; VL I: variedade Rainha Prata; VL II: variedade Sergipana.

Resultados observados por DAROS *et al.* (2002), na avaliação de quatorze acessos, OLIVEIRA *et al.* (2002), na avaliação da divergência genética entre 55 clones, CHÁVEZ *et al.* (2006), na avaliação de 52 genótipos e VEASEY *et al.* (2007), na avaliação da variabilidade fenotípica de 74 acessos de batata-doce, apresentaram significativa variabilidade fenotípica e genotípica, tanto nos caracteres da parte aérea quanto nos das raízes, corroborando com os resultados obtidos na presente pesquisa.

CONCLUSÃO

Existe grande variabilidade fenotípica e a obtenção de seis grupos entre os onze genótipos analisados, evidencia uma significativa divergência entre os genótipos de batata-doce com base nos descritores morfológicos, tanto da parte aérea como das raízes, indicando perspectivas para as futuras etapas do Programa de Melhoramento Genético desta cultura.

REFERÊNCIAS

AUGUSTIN, E. *et al.* Caracterização de variedades de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) através de descritores morfológicos e enzimáticos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, p. 49-53, 2000.

CHÁVEZ, R. *et al.* Caracterización morfológica y molecular de genótipos mejorados de camote (*Ipomoea batatas* L.) para ecosistemas Árido-Salino-Bórico. *Ciencia & Desarrollo*, v. 8, p. 84-115, 2006.

CRUZ, C.D. Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística, versão 2007.0.0. Capturado em 15 dez. 2007. Disponível na Internet: <www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Imprensa Universitária. 2001. 585p.

DAROS, M. *et al.* Caracterização morfológica de acessos de batata-doce. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, p. 43-47, 2002.

FERREIRA, D.F. *Análise multivariada*. Lavras: UFLA. 1996. 394p.

HÄRDLE, W.; SIMAR, L. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Berlin: MD Tech. 2003. 488p.

HUAMÁN, Z. *Descriptors for sweet potato*. Roma: International Board for Plant Genetic Resources – IBPGR. 1991. 52p.

KAISER, H.F. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, v. 20, p. 141-51, 1960.

LÓPEZ, J.A.; HIDALGO, M.D. Análisis de componentes principales y análisis factorial. In: ATO, M.; LÓPEZ, J.J. (Eds.). *Fundamentos de estadística con Systat*. Addison Wesley Ibero-Americana. 1994, p. 457-503.

MARTINELLO, G.E. *et al.* Divergência genética em acessos de quiabeiro com base em marcadores morfológicos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, p. 52-58, 2001.

MASCARENHAS, J.C. *et al.* Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Junqueiro, Estado de Alagoas. Recife: CPRM: Serviço Geográfico do Brasil. 2005. 21p.

MELO FILHO, P.A. *et al.* Classificação de germoplasma de *Dioscorea* sp. através da análise das componentes principais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, p. 619-623, 2000.

MOK, I.G.; SCHMIEDICHE, P. Collecting, characterizing and maintaining sweet potato germoplasm in Indonesia. *Plant Genetic Resources Newsletter*, v.118, p. 12-18, 1998.

OLIVEIRA, A.C.B. *et al.* Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 22, n. 4, p. 895-900, 2000.

OLIVEIRA, A.C.B. *et al.* Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 576-582, 2002.

PEREIRA, F.H.F. *et al.* Divergência genética entre acessos de taro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, p. 55-60, 2004.

RITSCHER, P.S. *et al.* Caracterização morfológica do germoplasma de batata-doce mantido pela EPAGRI. Brasília: EMBRAPA, CNPH, 1998. (*Pesquisa em Andamento*, 16).

RENCHER, A.C. *Methods of Multivariate Analysis*. New York: Wiley-Interscience. 2002. 740p.

RITSCHER, P.S.; HUAMÁN, Z. Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de batata-doce da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, p. 485-492, 2002.

SOARES, K.T. *et al.* A cultura da batata-doce (*Ipomea batatas* (L.) Lam.). João Pessoa: EMEPA. 2002. 26p. (*Documentos*, 41).

SOARES, K.T. *et al.* Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Capturado em 21 fev. 2008. Disponível na Internet: <http://www.emepa.org.br/batata_doce.php>.

SOUZA, A.B. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a atributos agrônômicos desejáveis. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.4, p.841-845, 2000.

TIMM, N.H. *Applied Multivariate Analysis*. New York: Springer-Verlag. 720p.

VEASEY, E.A. Phenology and morphological diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) landraces of the Vale do Ribeira. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 416-427, 2007.

VIDIGAL, M.C.G. *et al.* Divergência genética entre cultivares de mandioca por meio de estatística multivariada. *Bragantia*, Campinas, v. 56, p. 263-267, 1997.

ZHANG, D.; GHISLAIN, M.; HUAMÁN, Z.; GOLMIRZAIE, A.; HIJMANS, R. RAPD variation in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars from South America and Papua New Guinea. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Witzhausen, v. 45, p. 271-277, 1998.

CAPITULO II

Desempenho produtivo de genótipos de batata-doce

Yield performance of genotypes of sweet potato

RESUMO

Objetivando a avaliação do desempenho produtivo de genótipos de batata-doce, foi desenvolvido um experimento, no ano de 2007, no município de Junqueiro, Estado de Alagoas. Foram analisados nove clones e duas variedades, no delineamento em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliadas seis características da parte aérea e quatro das raízes. As análises de variância apresentaram significância para a produtividade da raiz e da fitomassa da parte aérea, comprimento e diâmetro do entrenó, comprimento da raiz, espessura do córtex e número de raiz/planta. Os clones 6 e 11 apresentaram as maiores produtividades de raiz, com 12,08 e 9,08 t ha⁻¹, respectivamente. Os clones 8, 14 e a variedade Rainha Prata apresentaram as maiores produtividades de fitomassa da parte aérea, com 5,42; 5,17 e 5,83 t ha⁻¹. O alto desempenho produtivo de raízes comerciais obtidos pelos clones 6 e 11; e o elevado potencial de produção de fitomassa da parte aérea dos clones 14, 8 e da variedade Rainha Prata apontam novas perspectivas para o cultivo de batata-doce na região de Junqueiro, Alagoas. No entanto, novos trabalhos visando avaliar a estabilidade desses clones deverão ser realizados.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, clones, genótipos, recursos genéticos.

ABSTRACT

Aiming to evaluate the yield performance of sweet potato genotypes, an experiment was conducted, in the year 2007, in the municipality of Junqueiro, Alagoas, composed of nine clones and two varieties, in the randomized blocks design with three replications. Were evaluated six traits of the shoot and four of the storage roots. The variance analysis showed significant for the storage root yield and shoot phytomass yield, internode length and diameter, storage root length, cortex thickness and the number of storage root/plant. The clones 6 and 11 had the highest marketable root yield, with 12.08 and 9.08 t ha⁻¹, respectively. The clones 8, 14 and the “Rainha Prata” variety had the highest shoot phytomass yield, with 5.42; 5.17 and 5.83 t ha⁻¹, respectively. The high marketable root yield obtained by clones 6 and 11, and high potential shoot phytomass yield of clones 14, 8 and the “Rainha Prata” variety, show new prospects for the cultivation of sweet potato in the region of Junqueiro. However, further work aiming to evaluate the stability of these clones should be conducted.

Key words: *Ipomoea batatas*, clones, genotypes, genetic resources.

INTRODUÇÃO

A batata-doce – *Ipomoea batatas* (L.) Lam. –, é uma cultura rústica, tolerante à seca, de alto potencial produtivo e de baixo custo de produção, sendo, portanto, bastante disseminada e, de forma geral, cultivada, por pequenos produtores de comunidades locais, contribuindo, desta forma, para o suprimento alimentar das populações mais pobres (SOUZA, 2000; CARDOSO *et al.*, 2005; MONTES *et al.*, 2006).

No quadro mundial, os grandes produtores são a China, Indonésia, Índia e o Japão. No Continente Latino-Americano, o Brasil surge como o principal produtor, contribuindo com três milhões de toneladas anuais. Os Estados brasileiros de maior produção são Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Bahia e Paraná, tendo o rendimento nacional atingido $10,0 \text{ t ha}^{-1}$ (SOARES *et al.*, 2002).

O Estado de Alagoas apresenta área plantada de 2.107 ha, com produtividade média de $8,5 \text{ t ha}^{-1}$ (MENESES, 2007). O município de Junqueiro, Estado de Alagoas, vem se destacando entre os municípios alagoanos em área plantada, com produtividade média de $3,0 \text{ t ha}^{-1}$. Uma vez que a produtividade máxima obtida pela Embrapa Hortaliças é de $37,0 \text{ t ha}^{-1}$, cultivar Brazlândia Branca (MIRANDA, 2008). Os baixos rendimentos observados podem ser atribuídos a uma grande variação no nível tecnológico empregado, destacando-se como fatores limitantes à ausência de variedades produtivas e adaptadas a região e a ausência da adoção de práticas de manejo e uso de insumos agrícolas.

As principais variedades cultivadas no Nordeste brasileiro é a Brazlândia Roxa, Brazlândia rosada, Brazlândia Branca, Princesa e Coquinho, todas desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças. Em Alagoas há a predominância do cultivo das variedades Sergipana e da Rainha Prata. Contudo, o setor de Melhoramento Genético de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA – UFAL) vem desenvolvendo pesquisas com o objetivo de obter variedades de batata-doce para as condições edafoclimáticas das regiões produtoras do Estado, vindo, com isso, diversificar os produtos e melhorar a renda dos produtores.

De uma forma geral, a batata-doce apresenta grande variabilidade fenotípica e genotípica que vem sendo mantida por produtores que utilizam variedades regionais, não melhoradas e que, em média, atingem baixos rendimentos (CARDOSO *et al.*, 2005). Neste sentido, o desenvolvimento e a avaliação de materiais melhorados, que atendam a demanda dos produtores e consumidores, consistem na última etapa do

Programa de Melhoramento, podendo, entretanto, ocorrer a introdução de variedades de outras regiões do País pelas instituições de pesquisa, que sejam de reconhecida importância econômica para a região. Dentre os trabalhos realizados para a avaliação de batata-doce, destacam-se os de SOUZA (2000), com introdução de variedades, CAVALCANTE *et al.* (2003) e CARDOSO *et al.* (2005), na avaliação de clones, com resultados promissores. Diante do exposto, este trabalho objetiva avaliar o desempenho produtivo de genótipos de batata-doce no município de Junqueiro, Estado de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no povoado Olho D'Água, município de Junqueiro, Estado de Alagoas, no ano de 2007. A área de estudo está situada nas coordenadas 9° 55' 31" S e 36° 28' 33" W, com altitude de 175 m, temperatura média máxima de 35 °C, mínima de 22 °C e pluviosidade média anual de 1.267 mm (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

Foram avaliadas duas variedades de batata-doce amplamente cultivadas no Estado: a Rainha Prata e a Sergipana; e nove clones (CL) de batata-doce desenvolvidas pelo setor de Melhoramento Genético de Plantas do CECA – UFAL, a partir de sementes botânicas de populações de polinização livre. Quatro deles CL - 01, CL - 03, CL - 04 e CL - 11, foram provenientes da variedade Co Copinha; CL - 09, proveniente da variedade Paulistinha Branca; CL - 14, proveniente da variedade Roxa de Rama Fina; CL - 02, proveniente da variedade Co Branca; CL - 06, proveniente da variedade 60 Dias; e CL - 08, proveniente da variedade Pixaim I.

A análise química do solo do local do ensaio apresentou os seguintes resultados: pH: 5,14 (água); P: 31,67 mg dm⁻³ (Mehlich); K: 0,08 cmol_c dm⁻³; Al: 0,35 cmol_c dm⁻³; Ca+Mg: 2,7 cmol_c dm⁻³; CTC: 6,86; saturação por base: 41%. Mesmo com a necessidade da aplicação de 2,0 t ha⁻¹ de calcário (LIMA JÚNIOR & LIMA, 1998), e da suplementação de 20 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de K (CAVALCANTI *et al.*, 1998), não foi fornecido, uma vez que os produtores locais não as fazem e que havia o interesse de avaliar o comportamento dos genótipos sob tais condições.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com onze tratamentos e três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por quatro leiras de 4,0 m de comprimento com 0,30 m de altura cada, com dez plantas por leira, totalizando 40 plantas/parcela, no espaçamento de 1,0 m x 0,40 m. O plantio foi realizado no dia

09/06/2007, utilizando-se ramos novas e sadias de plantas com, aproximadamente, 90 dias, contendo dez entrenós, dos quais quatro foram enterrados no topo da leira. As parcelas experimentais foram mantidas livres de plantas invasoras por meio de capinas manuais.

Foram avaliadas dez características, sendo cinco da parte aérea e cinco das raízes. As da parte aérea foram: produtividade de fitomassa da parte aérea ($t\ ha^{-1}$), comprimento da haste principal (cm), comprimento do entrenó (cm), diâmetro do entrenó (mm), número médio de entrenós da haste principal. As das raízes in natura foram: produtividade das raízes comerciais ($t\ ha^{-1}$), comprimento (cm), diâmetro (cm), espessura do córtex (mm), e número de raiz/planta.

As avaliações dos caracteres da parte aérea foram realizadas três meses após o plantio e as do sistema radicular por ocasião da colheita (130 DAP). A produtividade de raízes comerciais foi obtida a partir da colheita de dez plantas/parcela, considerando raízes comerciais aquelas com peso entre 100 a 800 g. A produtividade de fitomassa da parte aérea foi obtida a partir da colheita das ramos, a 3,0 cm do solo, de dez plantas da área útil da parcela. O comprimento da haste principal foi obtido a partir do colo do caule até o ápice da rama. O comprimento, diâmetro e número médio de entrenós foram obtidos da haste principal, utilizando-se quatro plantas por parcela, sendo que os dois primeiros foram obtidos da parte central. Os comprimentos e diâmetros da raiz foram obtidos de todo material colhido de seis plantas úteis de cada parcela. O diâmetro e a espessura do córtex foram obtidos após corte da região central da raiz.

Os dados foram submetidos à análise de variância (FERREIRA, 2000), sendo as médias confrontadas pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software Genes (CRUZ, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância encontra-se na Tabela 1. Os resultados apresentam diferenças significativas pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade para sete variáveis, e diferenças não significativas a 5% de probabilidade, para outras três características estudadas. Os coeficientes de variação apresentaram variação de 8,39% para o diâmetro do entrenó até 26,88% para a espessura do córtex. Nesta tabela também estão incluídas as médias dos caracteres analisados, comparadas pelo teste Scott-Knott.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância e comparação de médias de onze genótipos de batata-doce em relação a dez caracteres avaliados. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.

Genótipos ¹⁾	Variáveis ²⁾									
	PROD	PPA	CHP	CE	DE	NE	CR	DR	EC	NRP
CL - 01	6,08b ³⁾	5,00b	98,92a	4,06b	5,22b	35,55a	13,14a	5,00a	3,33b	3,67b
CL - 02	4,25a	4,75b	102,11a	3,83a	5,94c	32,22a	12,45a	5,22a	2,33a	3,00a
CL - 03	5,42b	4,58b	83,67a	4,11b	5,22b	31,22a	12,52a	5,19a	2,67a	3,67b
CL - 04	5,75b	4,17b	84,78a	4,72b	5,89c	29,67a	12,74a	5,73a	4,00b	3,33a
CL - 06	12,08d	3,08a	96,67a	3,50a	5,33b	32,67a	13,98a	5,89a	2,00a	4,00b
CL - 08	4,58a	5,42c	87,78a	5,33c	4,33a	35,89a	14,76a	6,23a	2,67a	3,33a
CL - 09	5,33b	4,92b	96,89a	3,22a	4,67a	32,11a	14,30a	6,31a	4,67b	2,67a
CL - 11	9,08c	4,50b	86,33a	3,17a	4,78a	34,56a	14,25a	5,98a	2,33a	4,00b
CL - 14	6,17b	5,17c	67,45a	2,94a	6,00c	29,89a	15,12a	6,66a	3,67b	2,67a
VL I	6,25b	5,83c	95,34a	3,56a	5,33b	35,33a	18,92b	5,57a	2,67a	5,00c
VL II	4,17a	2,83a	89,78a	4,50b	5,22b	30,11a	14,59a	5,34a	3,00a	3,00a
F _(tratamento)	21,71**	14,87**	2,61ns	9,95**	4,41**	1,89ns	2,81*	1,77ns	2,96**	3,85**
Média	6,29	4,57	89,97	3,90	5,27	32,66	14,25	5,74	3,03	3,48
CV (%)	13,86	9,01	11,55	10,29	8,39	9,08	13,12	12,04	26,88	17,45

¹⁾ CL: clones; VL I: variedade Rainha Prata; VL II: variedade Sergipana.

²⁾ PROD: produtividade das raízes comerciais; PPA: produtividade da parte aérea; CHP: comprimento da haste principal; CE: comprimento do entrenó; DE: diâmetro do entrenó; NE: número de entrenós; CR: comprimento da raiz; DR: diâmetro da raiz; EC: espessura do córtex; NRP: número de raiz/planta.

³⁾ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott-Knott (P<0,05).

A produtividade das raízes variou de 4,17 t ha⁻¹ para a variedade Sergipana até 12,08 t ha⁻¹ para o clone 6. Foram formados quatro grupos para a variável produtividade. O grupo I foi composto pelos genótipos menos produtivos, representados pela variedade Sergipana e os clones 2 e 8. O grupo II, com seis genótipos, foi aquele

que apresentou a maior frequência, sendo formado pelos clones 1, 3, 4, 9, 14 e a variedade Rainha Prata. O grupo 3 conteve apenas um genótipo (clone 11); e o grupo 4, formado pelo genótipo mais produtivo, foi composto pelo clone 6.

Mesmo com a falta de suplementação de nitrogênio, potássio e da correção do pH do solo, a maior produtividade de raízes comerciais obtida pelo clone 6 é superior a produtividade Nacional (10,0 t ha⁻¹), Estadual (8,5 t ha⁻¹) e Municipal (3,0 t ha⁻¹), respectivamente, apontando perspectivas para a substituição das variedades por este clone, após estudos de estabilidade. CAVALCANTE *et al.* (2003), avaliaram os mesmos clones de batata-doce em Rio Largo, Estado de Alagoas, obtendo resultados inferiores somente em relação ao clone 11, cuja produtividade foi 7,1 t ha⁻¹. Os demais clones apresentaram produtividade mínima de 8,6 t ha⁻¹ para os clones 2 e máxima de 17,0 t ha⁻¹ para o clone 14. Estes resultados sugerem uma forte interação genótipo x ambiente. CARDOSO *et al.* (2005), ao avaliarem clones de batata-doce em Vitória da Conquista, Estado da Bahia, utilizando calagem e adubações, encontraram resultados semelhantes em onze e superiores em cinco clones, estando as médias variando de 4,1 t ha⁻¹ para o clone 14 até 28,5 t ha⁻¹ para o clone 1, ambos provenientes de Janaúba – MG. Resultados superiores foram encontrados por SOUZA (2000), em Ponta Grossa, Estado do Paraná, sem a adoção de adubação e calagem, obtendo produtividade mínima e máxima de 13,7 e 21,7 t ha⁻¹, para as introduções 7 e 4, provenientes de Feira SP e Iracema, respectivamente.

Os clones 14, 8 e a variedade Rainha Prata, com 5,17; 5,42 e 5,83 t ha⁻¹, respectivamente, apresentaram a maior produtividade de fitomassa da parte aérea (Tabela 1). Estes resultados são superiores aos obtidos por CARDOSO *et al.* (2005), em oito e inferiores em sete clones de batata-doce avaliados. MONTEIRO *et al.* (2007), afirmaram que ramas de batata-doce consistem em uma importante fonte de alimento para os animais (bovinos, suínos, aves), podendo ser fornecidas nas formas de forragem verde ou de silagem. Estas informações foram confirmadas por BACKER *et al.* (1980) e MARTÍNEZ & LEÓN-VELARDE (2006).

O valor obtido para o comprimento da haste principal variou de 67,45 cm para o clone 14 até 102,11 cm para o clone 2, sem, contudo, apresentar diferença significativa entre os clones (Tabela 1). Para o comprimento do entrenó, houve a formação de três grupos, sendo o agrupamento I formado por seis genótipos (clones 2, 6, 9, 11, 14 e a variedade Rainha Prata); o grupo II conteve quatro genótipos (clones 1, 3, 4 e a variedade Sergipana); e o grupo III foi formado por apenas um genótipo (clone

8). Estas duas variáveis são importantes, pois na ocasião do plantio, são utilizadas ramas-semente de, aproximadamente, 30 a 40 cm de comprimento, com número de gemas que varia de 8 a 15 (SILVA *et al.*, 2004; BRUNE *et al.*, 2005; MARTÍNEZ & LEÓN-VELARDE, 2006). Ao se utilizar ramas com entrenós muito longos, ter-se-á ramas-semente de maior tamanho, exigindo um maior número de ramas/área, além de dificultar o manuseio e o plantio. Neste sentido e de acordo com a classificação de HUAMÁN (1991), os genótipos do grupo I apresentaram comprimento muito curto e os genótipos dos grupos II e III apresentaram comprimento curto.

O diâmetro do entrenó variou de 4,33 mm para o clone 8 até 6,00 mm para o clone 14 (Tabela 1). Houve a formação de três grupos pelo teste Scott-Knott, apresentando os grupos I e III três genótipos cada; e o agrupamento II foi formado por cinco genótipos. Os genótipos 1, 3, 4, 8, 9, 11, e as variedades Rainha Prata e Sergipana apresentaram diâmetro classificado como fino; e os clones 2, 6, e 14 apresentaram diâmetro intermediário (HUAMÁN, 1991). De acordo com SILVA *et al.* (2004), as ramas classificadas como finas obtidas neste experimento, apresentam vantagem quanto à preferência da broca-da-rama ou broca-do-coleto (*Megastes pusialis* Snellen), pois estas não completam o ciclo no interior das ramas, uma vez que o diâmetro é insuficiente para a formação dos casulos. Por outro lado, resultados obtidos por TOFANELLI *et al.* (2003), indicaram que as estacas de maior diâmetro apresentaram maior percentual de brotação, devido a uma maior disponibilidade de reservas, favorecendo a emissão dos brotos.

O número médio de entrenós variou de 29,67 para o clone 4 a 35,89 para o clone 8, não havendo diferença estatística entre os genótipos (Tabela 1). Se considerarmos que em cada entrenó contém uma axila foliar, pode-se inferir, com base no número médio de entrenós, que o número de folhas não diferiu estatisticamente entre os genótipos avaliados. Neste sentido, a maior produtividade obtida pelos clones 6 e 11 (Tabela 1), pode ser atribuída a uma maior eficiência na cinética de absorção dos nutrientes disponíveis no solo, na capacidade de captação de luz e na assimilação do CO₂ pelas células do mesófilo foliar (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Houve diferença significativa entre os genótipos para a característica comprimento da raiz, sendo formados dois grupos. O primeiro, representado pelos clones 2, 3, 4, 1, 6, 11, 9, a variedade Sergipana, e os clones 8 e 14, apresentando os menores valores, com 12,45; 12,52; 12,74; 13,14; 13,98; 14,25; 14,30; 14,59; 14,76; e 15,11 cm, respectivamente. O grupo II, formado pela variedade Rainha Prata,

apresentou o maior valor, com 18,92 cm (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre os clones de batata-doce avaliados nas condições ambientais de Junqueiro, Estado de Alagoas, para o comprimento da raiz. Por outro lado, CAVALCANTE *et al.* (2003), avaliando os mesmos clones nas condições edafoclimáticas de Rio Largo, Estado de Alagoas, encontraram diferenças estatísticas para este caráter, cujos comprimentos máximo da raiz foi de 20,78; 19,08; 19,35 e 18,68 cm para os clones 1, 2, 9 e 11, respectivamente. Os demais clones apresentaram superioridade quanto ao comprimento da raiz quando comparado com os resultados deste trabalho. CARDOSO *et al.* (2005), obtiveram valores superiores aos genótipos do grupo I e semelhante ao genótipo do grupo II da presente pesquisa, com os clones 1 e 7, ambos provenientes de Janaúba – MG, e o clone 25, proveniente de Bom Jardim de Minas – MG, cujos valores obtidos foram 20,69; 17,03 e 18,85 cm, respectivamente.

O diâmetro da raiz variou de 5,00 cm para o clone 1 até 6,66 cm para o clone 14, porém, não apresentando diferença significativa entre os genótipos avaliados. Contudo, CAVALCANTE *et al.* (2003), encontraram diferenças significativas entre os clones, cujos resultados são semelhantes em relação aos clones 3, 6 e 14, que apresentaram diâmetro de 5,78; 5,28 e 5,50 cm, respectivamente. Os clones 1, 2, 4, 8, 9 e 11 apresentaram os diâmetros das raízes inferiores ao presente estudo.

A espessura do córtex (ECR) variou de 2,00 cm para o clone 6 a 4,67 cm para o clone 9, apresentando diferença significativa entre os genótipos, sendo formados dois grupos. O primeiro, composto pelos clones 2, 3, 6, 8, 11, e as variedades locais Rainha Prata e Sergipana, apresentaram espessura intermediária; e o segundo, formado pelos clones 1, 4, 9 e 14, apresentaram a espessura grossa do córtex (HUAMÁN, 1991).

O número de raiz/planta variou de 2,67 para os clones 9 e 14 até 5,00 para a variedade Rainha Prata, sendo formados três grupos: o grupo I, de menor número de raiz/planta, foi composto por seis genótipos (clones 2, 4, 8, 9, 14, e a variedade Sergipana); o grupo II foi formado por quatro clones (1, 3, 6, e 11); e o agrupamento III, com maior número de raiz/planta, conteve apenas um genótipo (variedade Rainha Prata). Os genótipos mais produtivos, clones 6 e 11, com médias de 12,08 e 9,08 t ha⁻¹ (Tabela 1), foram agrupados no grupo II. Como as raízes comerciais variaram de 100 a 800 g, pode-se inferir que as raízes desses clones apresentaram maior massa, explicando, desta forma, a maior produtividade.

É provável que as variáveis analisadas tenham sido influenciadas pela falta de suplementação de nitrogênio, potássio e com a falta de correção do pH do solo. Neste

sentido, novos trabalhos deverão ser realizados seguindo as recomendações e práticas culturais indicadas para esta espécie.

CONCLUSÃO

O significativo desempenho produtivo de raízes obtidos pelos clones 6 e 11 e o elevado potencial produtivo de fitomassa da parte aérea dos clones 14, 8 e da variedade Rainha Prata apontam novas perspectivas para o cultivo da batata-doce na região de Junqueiro, Estado de Alagoas. No entanto, novos trabalhos visando avaliar a estabilidade desses clones deverão ser realizados.

REFERÊNCIAS

BACKER, J. *et al.* The use of sweet potato (*Ipomoea batatas*, (L) Lam) in animal feeding: II beef production. *Tropical Animal Production*, v. 5, p. 152-160, 1980.

BRUNE, S. *et al.* Novas técnicas de multiplicação de ramas de batata-doce. Embrapa Hortaliças: *Circular Técnico*, n. 39. 2005. 8p.

CARDOSO, A.D. *et al.* Avaliação de batata-doce em Vitória da Conquista. *Horticultura Brasileira*, v. 23, p. 911-914, 2005.

CAVALCANTE, J.C. *et al.* Avaliação de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) em Rio Largo – Alagoas. *Magistra*, v. 15, p. 13-17, 2003.

CAVALCANTI, F.J.A. *et al.* *Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. Recife: IPA. 1998. 196p.

CRUZ, C.D. Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística, versão 2007.0.0. Capturado em 15 dez. 2007. Disponível na Internet: <<http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>>.

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

HUAMÁN, Z. *Descriptors for sweet potato*. Roma: International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR. 1991. 52p.

LIMA JÚNIOR, M.A.; LIMA, J.F.W.F. Solos ácidos e calagem. In: CAVALCANTI, F.J.A. et al. *Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. Recife: IPA, 1998. Cap. 6, p. 67-68.

MARTÍNEZ, R.A.V.; LEÓN-VELARDE, C.U. *Producción y uso de La batata (Ipomoea batatas Lam); estrategias de alimentación animal – batata forrajera*. República Dominicana: Instituto Superior de Agricultura – ISA. 2006. 54p.

MASCARENHAS, J.C. et al. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Junqueiro, Estado de Alagoas*. Recife: CPRM - Serviço Geográfico do Brasil. 2005. 21p.

MENEZES, E.F. Produção de arroz, batata-doce e cana-de-açúcar em Alagoas no ano de 2002. Capturado em 02 dez. 2007. Disponível na Internet: <<http://www.frigoletto.com.br/GeoAlagoas/lavoura22002.htm>>.

MIRANDA, J.E.C. Batata-doce. Capturado em 15 jan. 2008. Disponível na Internet: <<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/bat-doce.htm>>.

MONTEIRO, A.B. et al. Silagens de cultivares e clones de batata-doce para a alimentação animal visando sustentabilidade da produção agrícola familiar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, p. 978-981, 2007.

MONTES, S.M.N.M. et al. Custos e rentabilidade da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) na região Oeste do Estado de São Paulo: estudo de caso. *Informações Econômicas*, v. 36, p. 15-23, 2006.

SILVA, J.B.C. et al. Cultura da batata-doce: material de propagação. Embrapa Hortaliças: Sistemas de Produção, n. 6. Capturado em 15 jan. 2008. Disponível na Internet: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/autores.htm>>.

SOARES, K.T. et al. *A cultura da batata-doce (Ipomea batatas (L.) Lam)*. João Pessoa: EMEPA – PB. 2002. 26p.

SOUZA, A.B. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a atributos agronômicos desejáveis. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.4, p.841-845, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.

TOFANELLI, M.B.D. Enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. Okinawa em diferentes diâmetros de ramos, substratos e recipientes. *Ciência Rural*, v. 33, p. 437-442, 2003.

CAPÍTULO III

Dissimilaridade genética entre genótipos de batata-doce Genetic dissimilarity in sweet potato genotypes

RESUMO

Objetivando determinar a dissimilaridade genética de genótipos de batata-doce, foi realizado um experimento no município de Junqueiro, Estado de Alagoas, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com onze tratamentos e três repetições. Foram avaliadas dez características das plantas, sendo seis da parte aérea e quatro das raízes. Foram realizadas as análises de variância sendo as médias confrontadas pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$). A dissimilaridade genética foi determinada utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis, sendo o agrupamento realizado pela metodologia proposta por Tocher. Os resultados indicam o clone 6 e a variedade Sergipana, por suas distâncias de alta magnitude, como os genótipos mais dissimilares ($D^2 = 244,3$). As variáveis que mais contribuíram para a dissimilaridade genética foram a produtividade de raízes comerciais (30,79%), a produtividade de fitomassa da parte aérea (16,56%) e o comprimento do entrenó (12,84%). A formação de cinco grupos pela metodologia de Tocher revelou alta similaridade dentro de cada agrupamento e alta dissimilaridade entre grupos. Estes resultados apontam perspectivas nas futuras etapas do Programa de Melhoramento Genético desta cultura.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, recursos genéticos, análise multivariada.

ABSTRACT

Aiming to determine the genetic dissimilarity of sweet potato genotypes, an experiment was conducted in the municipality of Junqueiro, Alagoas, Brazil, using the randomized blocks design with eleven treatments and three replications. The genetic dissimilarity was determined using the Mahalanobis generalized distance, being the grouping conducted by Tocher's methodology. The clones 6 and 11 had the highest marketable root yield. The clones 8, 14 and the variety "Rainha Prata" had the highest phytomass shoot yield. Results indicate the clone 6 and variety Sergipana by their high magnitude distances, as the most dissimilar genotypes. Among the clones, the longest distance was found between CL 6 and the CL 8. The traits that contributed mostly to the genetic dissimilarity were the marketable root yield, the phytomass shoot yield and internode length. The formation of five groups showed high similarity within each grouping and high dissimilarity between groups. These results indicate prospects in future stages of the Breeding Program of this culture.

Key-words: *Ipomoea batatas*, genetic resources, multivariate analysis.

INTRODUÇÃO

A batata-doce é uma espécie auto-hexaplóide ($2n=6x=90$ cromossomos), originária da América do Sul e propagada, em sua maior parte, por via assexuada, por meio das ramas-semente (CHEN *et al.*, 1992; SOARES *et al.*, 2002; BRUNE *et al.*, 2005). O mecanismo de auto-incompatibilidade presente na espécie conduz à polinização cruzada e, portanto, a um alto grau de heterozigose (CHEN *et al.*, 1992). Isto explica a grande variabilidade fenotípica e genotípica nesta cultura, que se encontra disseminada por todo o território nacional e que vem sendo mantida por produtores e comunidades indígenas ao utilizarem variedades regionais, não melhoradas, como matéria-prima de produção (SOUZA, 2000).

Considerando-se que programas de melhoramento genético se embasam na existência de populações de alta variabilidade genética, cuja determinação poderá ser inferida por vários métodos, a escolha da técnica mais adequada deve ser realizada em razão de princípios como: nível de precisão desejada; facilidade de análise; e forma com que os dados foram obtidos. Nesse sentido, diferentes técnicas de análise multivariada têm sido usadas para se determinar a variabilidade genética, destacando-se as análises de componentes principais, distância euclidiana e métodos aglomerativos (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Diversas medidas de dissimilaridade têm sido propostas para a quantificação das distâncias entre genótipos, sendo, contudo, a distância generalizada de Mahalanobis a mais amplamente utilizada quando se dispões de experimentos com repetições. Esta se diferencia das demais técnicas por levar em consideração as correlações residuais entre os caracteres avaliados (CRUZ & REGAZZI, 2001; FONSECA *et al.*, 2006).

Apesar da importância sócio-econômica da batata-doce para o Nordeste brasileiro, pouca são as Instituições que trabalham com o intuito de explorar a diversidade do germoplasma nacional e desenvolver variedades mais produtivas, com reconhecido potencial nutricional, resistentes às adversidades edafoclimáticas das regiões produtoras e mais tolerantes aos insetos praga e doenças. Dentre as Instituições, a Universidade Federal de Alagoas, por meio do Programa de Melhoramento de Plantas do Centro de Ciências Agrárias (CECA – UFAL), vem desenvolvendo pesquisas com o objetivo de atender à demanda dos agricultores das regiões produtoras de batata-doce do Estado.

A literatura atual não dispõe de informações sobre a dissimilaridade genética no germoplasma Nacional de batata-doce. Neste sentido, este trabalho objetiva determinar a dissimilaridade genética entre genótipos de batata-doce desenvolvidos e cultivados no Estado de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no povoado Olho D'Água, município de Junqueiro, Estado de Alagoas, no ano de 2007. A área de estudo está situada nas coordenadas 9° 55' 31" S e 36° 28' 33" W, com altitude de 175 m, temperatura média máxima de 35 °C, mínima de 22 °C e pluviosidade média anual de 1.267 mm (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

Foram avaliadas duas variedades de batata-doce amplamente cultivadas no Estado: a Rainha Prata e a Sergipana; e nove clones (CL) de batata-doce desenvolvidas pelo setor de Melhoramento Genético de Plantas do CECA – UFAL, a partir de sementes botânicas de populações de polinização livre. Quatro deles, CL - 01, CL - 03, CL - 04 e CL - 11, foram provenientes da variedade Co Copinha; CL - 09, proveniente da variedade Paulistinha Branca; CL - 14, proveniente da variedade Roxa de Rama Fina; CL - 02, proveniente da variedade Co Branca; CL - 06, proveniente da variedade 60 Dias; e CL - 08, proveniente da variedade Pixaim I.

O experimento foi instalado no esquema do delineamento em blocos casualizados, com onze tratamentos e três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por quatro leiras de 4,0 m de comprimento com 0,30 m de altura cada, com dez plantas por leira, totalizando 40 plantas/parcela, no espaçamento de 1,0 m x 0,40 m. O plantio foi realizado no dia 09/06/2007 utilizando-se ramos novas e sadias de plantas com, aproximadamente 90 dias, contendo dez entrenós, dos quais quatro foram enterrados no topo da leira. As parcelas experimentais foram mantidas livres de plantas invasoras por meio de capinas.

Foram avaliados dez caracteres, descritas a seguir: produtividade de raízes comerciais ($t\ ha^{-1}$); produtividade de fitomassa da parte aérea ($t\ ha^{-1}$); comprimento da haste principal (cm); número médio de raiz/planta; comprimento e diâmetro da raiz (cm); espessura do córtex da raiz (mm); comprimento (cm) e diâmetro (mm) do entrenó; e número de entrenós.

As avaliações dos caracteres da parte aérea foram realizadas três meses após o plantio e as do sistema radicular por ocasião da colheita (130 DAP). A produtividade de raízes comerciais foi obtida a partir da colheita de dez plantas/parcela, considerando raízes comerciais aquelas com peso entre 0,1 a 0,8 kg. A produtividade de fitomassa da parte aérea foi obtida a partir da colheita das ramas, a 3,0 cm do solo, de dez plantas da área útil da parcela. O comprimento da haste principal foi obtido a partir do colo do caule até o ápice da rama. O comprimento, diâmetro e número médio de entrenós foram obtidos da haste principal, utilizando-se quatro plantas por parcela, sendo que os dois primeiros foram obtidos da parte central. Os dados das raízes foram obtidos de todo material colhido de seis plantas úteis de cada parcela. O diâmetro e a espessura do córtex foram obtidos após corte da região central da raiz.

Os dados foram submetidos à análise de variância (FERREIRA, 2000), sendo as médias confrontadas pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$). Em virtude das diferentes escalas de mensuração dos dados originais, esses foram padronizados e, em seguida, submetidos à análise multivariada para determinar a dissimilaridade genética dos genótipos, utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) sendo os genótipos agrupados pela metodologia proposta por Tocher (CRUZ & REGAZZI, 2001). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software Genes (CRUZ, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O caráter produtividade de raízes comerciais (Tabela 1) apresentou diferenças significativas entre os clones avaliados, destacando-se o clone 6 com produtividade de 12,08 t ha⁻¹. Estes resultados são superiores à produtividade Nacional (10,0 t ha⁻¹), Estadual (8,5 t ha⁻¹) e Municipal (3,0 t ha⁻¹) (MENESES, 2007; SOARES *et al.*, 2002). A produtividade de fitomassa da parte aérea foi superior para os clones 14, 8 e a variedade Rainha Prata, com médias de 5,17; 5,42 e 5,83 t ha⁻¹, respectivamente. O comprimento da haste principal, o diâmetro da raiz e o número de entrenós não apresentaram diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade. O comprimento do entrenó variou de 2,94 cm para o clone 14 até 5,33 cm para o clone 8. Para a característica diâmetro do entrenó, houve a formação de três grupos, destacando-

se o agrupamento III, com a maior média, sendo composto pelos clones 4, 2 e 14, cujos valores obtidos foram 5,89; 5,94 e 6,00 mm, respectivamente.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância e comparação de médias de onze genótipos de batata-doce em relação a dez caracteres avaliados. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.

Genótipos ¹⁾	Variáveis ²⁾									
	PRC	PPA	CHP	CE	DE	NE	CR	DR	EC	NRP
CL - 01	6,08b ³⁾	5,00b	98,92a	4,06b	5,22b	35,55a	13,14a	5,00a	3,33b	3,67b
CL - 02	4,25a	4,75b	102,11a	3,83a	5,94c	32,22a	12,45a	5,22a	2,33a	3,00a
CL - 03	5,42b	4,58b	83,67a	4,11b	5,22b	31,22a	12,52a	5,19a	2,67a	3,67b
CL - 04	5,75b	4,17b	84,78a	4,72b	5,89c	29,67a	12,74a	5,73a	4,00b	3,33a
CL - 06	12,08d	3,08a	96,67a	3,50a	5,33b	32,67a	13,98a	5,89a	2,00a	4,00b
CL - 08	4,58a	5,42c	87,78a	5,33c	4,33a	35,89a	14,76a	6,23a	2,67a	3,33a
CL - 09	5,33b	4,92b	96,89a	3,22a	4,67a	32,11a	14,30a	6,31a	4,67b	2,67a
CL - 11	9,08c	4,50b	86,33a	3,17a	4,78a	34,56a	14,25a	5,98a	2,33a	4,00b
CL - 14	6,17b	5,17c	67,45a	2,94a	6,00c	29,89a	15,12a	6,66a	3,67b	2,67a
VL I	6,25b	5,83c	95,34a	3,56a	5,33b	35,33a	18,92b	5,57a	2,67a	5,00c
VL II	4,17a	2,83a	89,78a	4,50b	5,22b	30,11a	14,59a	5,34a	3,00a	3,00a
F _(tratamento)	21,71**	14,87**	2,61ns	9,95**	4,41**	1,89ns	2,81*	1,77ns	2,96**	3,85**
Média	6,29	4,57	89,97	3,90	5,27	32,66	14,25	5,74	3,03	3,48
CV (%)	13,86	9,01	11,55	10,29	8,39	9,08	13,12	12,04	26,88	17,45

¹⁾ CL: clones; VL I: variedade Rainha Prata; VL II: variedade Sergipana.

²⁾ PRC: produtividade das raízes comerciais; PPA: produtividade de fitomassa da parte aérea; CHP: comprimento da haste principal; CE: comprimento do entrenó ; DE: diâmetro do entrenó ; NE: número de entrenós; CR: comprimento da raiz; DR: diâmetro da raiz; EC: espessura do córtex; NRP: número de raiz/planta.

³⁾ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste Skott-Knott (P<0,05).

Para o caráter comprimento da raiz, houve a formação de dois grupos. O primeiro, mais numeroso, composto pelos nove clones e a variedade Sergipana, obteve média variando de 12,45 cm para o clone 2 até 15,12 cm para o clone 14. O segundo foi formado pela variedade Rainha prata, com comprimento da raiz igual a 18,92 cm. A espessura do córtex variou de 2,00 mm para o clone 6 a 4,67 mm para o clone 9. O número de raiz/planta apresentou significância, sendo formados três grupos. O grupo I, composto pelos clones 2, 4, 8, 9, 14 e a variedade Sergipana, apresentaram os resultados inferiores. O grupo II, formado pelos clones 1, 3, 6, e 11, obtiveram médias variando de

3,67 até 4,00 para os clones 3 e 11, respectivamente. O grupo 4 foi formado pela variedade Rainha Prata, destacando-se pela maior média, 5,00 raízes/planta.

As estimativas das distâncias generalizadas de Mahalanobis entre os pares de genótipos (Tabela 2) mostram que o clone 6 e a variedade Sergipana foram os mais dissimilares, com distâncias de elevada magnitude ($D^2 = 244,38$), o que pode ter contribuído para a maior dissimilaridade genética existente entre eles. Entretanto, os clones 1 e 3, com $D^2 = 21,44$, foram os genótipos mais similares.

Tabela 2 - Estimativas das distâncias generalizadas de Mahalanobis relativas a onze genótipos de batata-doce. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.

Genótipos ¹	CL 2	CL 3	CL 4	CL 6	CL 8	CL 9	CL11	CL 14	VL I	VL II
CL 1	62,06	21,44	62,44	109,72	79,72	48,86	59,83	45,37	29,22	130,13
CL 2	-	32,72	81,68	204,05	221,68	156,55	166,79	120,56	113,97	107,81
CL 3	-	-	39,00	125,23	120,89	81,19	75,72	65,51	57,22	85,85
CL 4	-	-	-	160,14	111,02	88,99	108,38	95,34	90,08	37,49
CL 6	-	-	-	-	240,38	192,73	46,59	123,19	91,27	244,38
CL 8	-	-	-	-	-	67,64	142,41	140,12	99,09	183,68
CL 9	-	-	-	-	-	-	84,54	48,89	81,37	171,50
CL 11	-	-	-	-	-	-	-	46,23	42,37	224,89
CL 14	-	-	-	-	-	-	-	-	48,36	197,38
VL I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179,20

¹: CL: clones; VL I: variedade Rainha Prata; VL II: variedade Sergipana.

Com relação à distância máxima D^2 obtida entre todas as possíveis combinações de cada um dos genótipos avaliados (Tabela 2), observa-se que a maioria apresentou suas respectivas distâncias máximas quando combinados com o clone 6, indicando este como o mais divergente no grupo de genótipos avaliados. Valores máximos de D^2 de alta magnitude foram obtidos para as combinações entre a variedade Sergipana quando combinada com os clones 1, 2, 11, 14, e a variedade Rainha Prata; e entre o clone 2 e os clones 8, 9, 11, 14 e a variedade Rainha Prata.

A grande amplitude de D^2 e os altos valores estimados para a metade dos pares de genótipos revelam a variabilidade genética, tornando possível a identificação de genitores para a formação de uma população com ampla base genética, aumentando assim, a probabilidade de obtenção de genótipos superiores nas gerações segregantes. Contudo, SOUZA *et al.* (2005), destacam que, além da dissimilaridade genética para a escolha dos genitores destinados a programas de hibridação e posterior seleção de indivíduos superiores nas gerações segregantes, o desempenho *per se* dos genitores, bem como a complementaridade alélica entre eles, deve ser considerada.

As características que mais contribuíram para a dissimilaridade genética foram à produtividade (30,79%), o peso médio da parte aérea (16,56%) e o comprimento do entrenó (12,84%), respectivamente (Tabela 3). Estes resultados indicam a existência de variabilidade genética significativa para estes caracteres nos genótipos avaliados. As variáveis que menos contribuíram para a dissimilaridade genética foram o comprimento da raiz (2,61%), número de entrenós (2,87%) e o comprimento da haste principal (3,87%), respectivamente.

Tabela 3 - Contribuição relativa de cada variável de genótipos de batata-doce estudada para a divergência genética. Maceió, Estado de Alagoas, 2008.

Variável	Valor obtido (%)
Produtividade de raízes comerciais	30,79
Peso de fitomassa da parte aérea	16,56
Comprimento da haste principal	3,87
Número de entrenós	2,87
Comprimento do entrenó	12,84
Diâmetro do entrenó	9,82
Número de raiz/planta	4,15
Comprimento da raiz	2,61
Diâmetro da raiz	9,02
Espessura do córtex	7,46

Resultados semelhantes foram obtidos por VIDIGAL *et al.* (1997), com mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, que indicaram o número médio de raiz/planta e o diâmetro da raiz como variáveis que menos contribuem para a divergência, e PEREIRA *et al.* (2004), com taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, que observaram a produtividade como uma das variáveis responsáveis pela alta dissimilaridade genética.

A utilização do método de otimização de Tocher, fundamentado na dissimilaridade, expressa pelas distâncias de Mahalanobis (D^2), possibilitou a distribuição dos genótipos estudados em cinco grupos distintos (Tabela 4). O grupo I foi formado por cinco genótipos, sendo quatro clones (1, 3, 11 e 14) e a variedade Rainha Prata. Os grupos II (clone 4 e variedade Sergipana) e III (clones 8 e 9) foram formados por dois genótipos cada; e os grupos IV (clone 2) e V (clone 6) foram formados por apenas um genótipo cada. De acordo com as distâncias de Mahalanobis (Tabela 2), os genótipos pertencentes ao mesmo grupo, apresentaram alta similaridade dentro e alta dissimilaridade genética entre grupos.

Tabela 4 - Agrupamento estabelecido pelo método de Tocher entre onze genótipos de batata-doce avaliados por doze características da parte aérea e do sistema radicular. Maceió, Estados de Alagoas, 2008.

Grupos	Genótipos
I	CL 1; CL 3; VL I; CL 14; CL 11
II	CL 4; VL II
III	CL 8; CL 9
IV	CL 2
V	CL 6

¹CL: clones; VL I: variedade Rainha Prata; VL II: variedade Sergipana.

Observou-se que esse método de agrupamento foi eficiente em discriminar os genótipos quanto à dissimilaridade obtida, haja vista que a variedade Sergipana e o clone 6, tido como os genótipos mais divergentes em relação a todos os outros, ficaram em agrupamentos distintos (grupos II e V, respectivamente). De modo semelhante, os clones 1 e 3, considerados como os mais próximos, ficaram no mesmo agrupamento (grupo I). Dessa forma, visando futuros trabalhos de melhoramento, cruzamentos devem ser realizados entre os genótipos de grupos diferentes.

CONCLUSÃO

Existe significativa dissimilaridade genética entre os genótipos de batata-doce avaliados, principalmente entre o clone 6 e a variedade Sergipana, sendo a produtividade, o peso médio da parte aérea e o comprimento do entrenó as variáveis que mais contribuíram para a dissimilaridade genética.

REFERÊNCIAS

BRUNE, S. *et al.* *Novas técnicas de multiplicação de ramas de batata-doce*. Embrapa Hortaliças: *Circular Técnico*, n. 39. 2005. 8p.

CHEN, L.O. *et al.* Peroxidase zymograms of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) grown under hydroponic culture. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, v. 33, p. 247-252, 1992.

CRUZ, C.D. Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística, versão 2007.0.0. Capturado em 15 dez. 2007. Disponível na Internet: <<http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>>.

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

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

FONSECA, A.F.A. *et al.* Divergência genética em café Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, p. 599-605, 2006.

MASCARENHAS, J.C. *et al.* *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Junqueiro, Estado de Alagoas*. Recife: CPRM - Serviço Geográfico do Brasil. 2005. 21p.

MENEZES, E.F. Produção de arroz, batata-doce e cana-de-açúcar em Alagoas no ano de 2002. Capturado em 02 dez. 2007. Disponível na Internet: <<http://www.frigoletto.com.br/GeoAlagoas/lavoura22002.htm>>.

PEREIRA, F.H.F. *et al.* Divergência genética entre acessos de taro. *Horticultura Brasileira*, v. 22, p. 55-60, 2004.

SOARES, K.T. *et al.* *A cultura da batata-doce (Ipomea batatas (L.) Lam)*. João Pessoa: EMEPA – PB. 2002. 26p.

SOUZA, A.B. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a atributos agronômicos desejáveis. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.4, p.841-845, 2000.

SOUZA, F.F. *et al.* Divergência genética entre linhagens de melancia. *Horticultura Brasileira*, v. 23, p. 179-183, 2005.

VIDIGAL, M.C.G. *et al.* Divergência genética entre cultivares de mandioca por meio de estatística multivariada. *Bragantia*, v. 56, p. 263-267, 1997.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, o Programa de Melhoramento da batata-doce do CECA – UFAL poderá adotar as seguintes medidas:

1. Realizar novos ensaios no município de Junqueiro, Alagoas, com os clones mais produtivos, em testes de estabilidade genética, para e lançá-los como novas variedades e substituir as variedades locais (menos produtivas);
2. Realizar cruzamentos artificiais entre os genótipos que apresentaram as maiores distâncias genéticas aliadas aos maiores rendimentos *per se* (cruzamentos dialélicos);
3. Formar uma nova população, de ampla base genética, a partir dos genótipos avaliados ou da introdução de novos materiais genéticos;
4. Utilizar novas técnicas, como os marcadores moleculares, para estimar a divergência genética em nível de DNA;
5. Avaliar a interação dos parâmetros fisiológicos com o meio ambiente;
6. Realizar análises bromatológicas, tanto das raízes quanto da parte aérea, para a alimentação animal.

Anexo I. Marcadores morfológicos utilizados na caracterização dos genótipos de batata-doce.

Caracteres	Nota	Caracteres	Nota
1. <i>Tamanho da folha madura (TFM)</i>		Muito longo: > 40 cm	9
Pequena: < 8 cm	3	10. <i>Comprimento da haste principal (CHP)</i>	
Média: 8 – 15 cm	5	Ereta: < 75 cm	3
Grande: 16 – 25 cm	7	Semi-ereta: 75 – 150 cm	5
Muito grande: > 25	9	Dispersa: 151 – 250 cm	7
2. <i>Forma geral da folha (FGF)</i>		Muito dispersa: > 250 cm	9
Arredondada	1	11. <i>Cor predominante da haste</i>	
Reniforme	2	Verde	1
Cordada	3	Verde com poucas manchas roxas	3
Triangula	4	Verde com muitas ramas roxas	4
Lanceolada	5	Verde com muitas manchas roxas escuras	5
Lobulada	6	Predominantemente roxa	6
Quase dividida	7	Predominantemente roxa escura	7
3. <i>Tipo de lóbulo</i>		Totalmente roxa	8
Ausência de lóbulo	0	Totalmente roxa escura	9
Lóbulos muito superficiais	1	12. <i>Cor secundária da haste</i>	
Lóbulos superficiais	3	Ausente	0
Moderados	5	Base verde	1
Profundos	7	Ponta verde	2
Muito profundos	9	Nós verdes	3
4. <i>Número de lóbulos</i>		Base roxa	4
Um	1	Ponta roxa	5
Três	3	Nós roxos	6
Cinco	5	Outros	7
Sete	7	13. <i>Comprimento do entrenó (CE)</i>	
Muitos	9	Muito curto: < 4 cm	1
5. <i>Forma do lóbulo central</i>		Curto: 4 – 6 cm	3
Ausente	0	Intermediário: 7 – 9 cm	5
Dentada	1	Longo: 10 – 12 cm	7
Triangular	2	Muito longo: > 12 cm	9
Semi-circular	3	14. <i>Diâmetro do entrenó (DE)</i>	
Semi-elíptica	4	Muito fino: < 3 mm	1
Elíptica	5	Fino: 3 – 5 mm	3
Lanceolada	6	Intermediário: 6 – 9 mm	5
Oblongolanceolada	7	Grosso: 10 – 12 mm	7
Linear (grosso)	8	Muito grosso: > 12 mm	9
Linear (fino)	9	15. <i>Forma geral da raiz (FGR)</i>	
6. <i>Cor da folha madura (CFM)</i>		Redonda	1
Verde-amarelada	1	Redonda elíptica	2
Verde	2	Elíptica	3
Verde com bordas roxas	3	Ovada	4
Verde-cinzentos	4	Obovada	5
Verde com nervuras roxas na superfície abaxial	5	Oblonga	6
Fracamente roxa	6	Longa oblonga	7
Predominantemente roxa	7	Longa elíptica	8
Verde na parte abaxial, roxa na parte adaxial	8	Longa irregular ou curvada	9
Roxo em ambas as superfícies	9	16. <i>Presença de defeitos da raiz (PDR)</i>	
7. <i>Cor da folha imatura,</i>		Ausente	0
Verde-amarelada	1	Película tipo jacaré	1
Verde	2	Veias	2
Verde com bordas roxas	3	Constricções horizontais rasas	3
Verde-cinzentos	4	Constricções horizontais profundas	4
Verde com nervuras roxas na superfície abaxial	5	Fendas longitudinais rasas	5
Fracamente roxa	6	Fendas longitudinais profundas	6
Predominantemente roxa	7	Constricções profundas e fendas profundas	7
Verde na parte abaxial, roxa na parte adaxial	8	Outras	8
Roxo em ambas as superfícies	9	17. <i>Espessura do córtex</i>	
8. <i>Pigmentação das nervuras inferiores</i>		Muito fina: < 1 mm	1
Amarelas	1	Fina: 1 - 2 mm	3
Verdes	2	Intermediária: 2 - 3 mm	5
Manchas roxas na base da nervura principal	3	Grossa: 3-4 mm	7
Manchas roxas em várias nervuras	4	Muito grossa: > 4 mm	9
Nervura principal parcialmente roxa	5	18. <i>Cor predominante da película</i>	
Nervura principal predominante ou totalmente roxa	6	Branco	1
Todas as nervuras parcialmente roxas	7	Creme	2
Todas as nervuras predominante ou parcialmente roxas	8	Amarelo	3
Superfície adaxial e nervuras totalmente roxas	9	Alaranjado	4
9. <i>Comprimento do pecíolo</i>		Laranja - amarronzado	5
Muito curto: < 10 cm	1	Rosado	6
Curto: 10 – 20 cm	3	Vermelho	7
Intermediário: 21 – 30 cm	5	Roxo avermelhado	8
Longo: 31 – 40 cm	7	Roxo escuro	9

Continuação...

Caracteres	Nota	Caracteres	Nota
19. <i>Intensidade da cor predominante</i>		Roxo avermelhado	8
Pálida	1	Roxo escuro	9
Intermediária	2	21. <i>Cor predominante da polpa</i>	
Escura	3	Branco	1
20. <i>Cor secundária da película</i>		Creme claro	2
Ausente	0	Creme escuro	3
Branco	1	Amarelo claro	4
Creme	2	Amarelo escuro	5
Amarelo	3	Alaranjado claro	6
Alaranjado	4	Alaranjado intermediário	7
Laranja amarronzado	5	Alaranjado escuro	8
Rosado	6	Fortemente arroxeadado	9
Vermelho	7	-	-