MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MESTRADO EM BIOLOGIA VEGETAL TROPICAL

JOELSON ARAÚJO DE SOUZA

DIVERSIDADE GENÉTICA EM ACESSOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) AVALIADOS POR MEIO DE CARACTERES MORFO-AGRONÔMICOS

BELÉM
2006

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MESTRADO EM BIOLOGIA VEGETAL TROPICAL

JOELSON ARAÚJO DE SOUZA

DIVERSIDADE GENÉTICA EM ACESSOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) AVALIADOS POR MEIO DE CARACTERES MORFO-AGRONÔMICOS

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Biologia Vegetal Tropical, para obtenção do título de Mestre.
Orientador: Prof. Dr. Milton Guilherme da Costa Mota.

BELÉM
2006

Souza, Joelson Araújo de

Diversidade genética em acessos de mandioca avaliados por meio de caracteres morfo-agronômicos. / Joelson Araújo de Souza. – Belém, 2006.

61p.; il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Biologia Vegetal Tropical) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2006.

1. Mandioca 2. Diversidade Genética 3.Caracterização Morfológica 4.Banco de Germoplasma 5. Acessos. 6. *Manihot esculenta* 7. Análise Multivariada I. Título

CDD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
MESTRADO EM BIOLOGIA VEGETAL TROPICAL

JOELSON ARAÚJO DE SOUZA

DIVERSIDADE GENÉTICA EM ACESSOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta Crantz.*) AVALIADOS POR MEIO DE DESCRITORES MORFO-AGRONÔMICOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia: área de concentração Biologia Vegetal Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em Fevereiro de 2006.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Milton Guilherme da Costa Mota - Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Dr. João Tomé de Farias Neto – 1° Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Prof. Dr. Eurico da Cruz Moraes – 2° Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Prof. Dr. Paulo Roberto de Andrade Lopes – 3° Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

DEDICO

Ao meu querido pai, José Pereira de Souza.

A minha querida mãe, Jacilene Araújo de Souza.

Aos meus eternos e amados filhos João Felipe e Arthur.

As minhas queridas irmãs Joelma Souza, Janelma Souza e Juciane Carvalho.

A minha companheira e mãe dos meus filhos Betânia Cabral.

Aos meus avós paternos Augusto Bernardino Souza e Maria Pereira de Souza (*In Memorian*).

Aos meus avôs materno Gerson Oeiras de Carvalho e João do Espírito Santo Carvalho.

A minha avó materna Maria Iolanda Araújo de Carvalho (*In Memorian*) e sua irmã Francisca Carvalho (Tia Francisca).

A todos os meus tios, tias, primos e primas.

Aos meus sobrinhos Laudimar Souza , Emily e aos gêmeos quês estão prestes a nascer.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço a Deus e a Nossa Senhora de Nazaré (minha padroeira), a qual sempre peço sua luz e benção nas atividades a realizar. Amém!

- A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela minha formação acadêmica e realização do curso de mestrado em Agronomia.

- Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

- Ao meu orientador Prof. Dr. Milton Guilherme da Costa Mota pelos ensinamentos passados, pela amizade e orientação na realização desta dissertação.

- A Embrapa Amazônia Oriental por utilizar o Banco de Germoplasma de mandioca como material de estudo de minha dissertação.

- A Dra. Eloísa Cardoso, pesquisadora da Embrapa, na co-orientação e disponibilidade de material para execução deste trabalho e experiência com mandioca.

- Ao Prof. Edílson Matos, Pró-Reitor de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (PROPED), pela sua atenção, respeito e oportunidade para que eu pudesse concluir este trabalho. Muito Obrigado!

- A Coordenadoria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Biologia Vegetal.

- Ao Professor Benedito Gomes dos Santos Filho (Benezão) pela amizade, convivência e atenção com os alunos da Pós-Graduação.

- A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Biologia Vegetal, pelos seus ensinamentos ministrados e convivência.

- A todos os professores e doutores que aceitaram participar da banca examinadora desta dissertação.

- A Dra. Alejandra Albuquerque pela valiosa ajuda e sugestões nas análises estatística dos dados.

- As Engª Agrª Msc. Maria do Socorro Farias Batista, Rosilene França e Carmen Célia pela amizade, simpatia e momentos inesquecíveis na vida científica.

- A minha família pelo apoio, carinho e motivação.

- A Engª Agrª Msc. Betânia Lúcia Rocha Cabral por me incentivar a buscar os meus objetivos pessoais e profissionais.

- Aos colegas de turma da Pós-graduação: Ricardo, Regiara, Cíntia, Eneida, Sabino, Irna, Guilherme, Eleonora, Gleici, Daril, Antônia e Kátia, pela amizade e convivência neste período importante de nossas vidas. Sucesso a todos!

- A Sra. Regina, Secretária da Pós-Graduação em Biologia Vegetal, pela paciência e amizade ao longo deste período.

- Ao funcionário Edson, técnico de campo da Embrapa, pela grande ajuda na caracterização dos acessos no campo e laboratório.

- A todos os funcionários da UFRA que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho

SUMÁRIO

1.1 - RESUMO GERAL 08

1.2 – ABSTRACT 09

1.3 – INTRODUÇÃO 10

1.4 - REVISÃO DE LITERATURA 11

1.4.1 - Origem, domesticação e distribuição geográfica 11

1.4.2 - Taxonomia, caracterização botânica e variabilidade genética 12

1.4.3 - Importância, consumo e produção 15

1.4.4 - Bancos de germoplasma: conservação de germoplasma vegetal "ex situ" 18

1.4.5 - Coleções de germoplasma de mandioca 19

1.4.6 - Melhoramento genético 21

1.4.7 - Medidas para estimar a diversidade genética 23

1.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 26

2 VARIABILIDADE DE CARACTERES MORFOLÓGICOS EM ACESSOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) DO BAG DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. 32

2.1 – RESUMO 32

2.2 – INTRODUÇÃO 33

2.3 - MATERIAL E MÉTODOS 34

2.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO 40

2.5 – CONCLUSÃO 45

2.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 45

3 DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) POR MEIO DE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA 46

3.1 – RESUMO 46

3.2 – INTRODUÇÃO 47

3.3 - MATERIAL E MÉTODOS 48

3.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO 50

3.5 – CONCLUSÃO 59

3.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 59

ANEXO 60

1.1 RESUMO GERAL

Amplamente difundida no Brasil, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) se faz presente na maioria das roças dos micros e pequenos agricultores. Possui grande variabilidade para caracteres morfológicos e agronômicos. É a única do gênero *Manihot* de interesse econômico, em função de suas raízes ricas em amido. A Embrapa Amazônia Oriental possui uma das maiores coleções de germoplasma de mandioca do Brasil. Atenção deve ser dada às coleções de germoplasma, por armazenarem grande parte de caracteres de interesse tanto para o mercado consumidor quanto para as pesquisas com melhoramento de plantas. Este trabalho teve como objetivos: caracterizar e avaliar 60 acessos de mandioca por meio de descritores morfológicos, avaliando a variação deles na coleção; quantificar a dissimilaridade genética entre os acessos estudados e avaliar a contribuição de algumas características agronômicas para a variabilidade total estabelecendo as correlações entre as variáveis analisadas por meio da aplicação de estatística multivariada. Foi observada grande variação fenotípica entre os acessos caracterizados para as sete variáveis estudadas. Através das distâncias euclidianas médias padronizadas constatou-se a formação de seis grupos distintos de acessos, confirmando a presença de divergência genética. A variável índice de colheita (IC), foi a que mais contribuiu para a divergência genética estudada, explicando 81,6% da variação total entre os genótipos avaliados. No entanto, esta variável apresentou correlações negativas com os caracteres de maior interesse para a indústria como porcentagem de matéria seca (PMS) e porcentagem de amido (PA).

Termos para indexação: mandioca, *Manihot esculenta*, caracterização morfológica, banco de germoplasma, acessos.

1.2 ABSTRACT

GENETIC DIVERSITY IN ACCESSIONS OF CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) EVALUATION FOR MORPHO-AGRONOMIC CARACTERS.

Widely cultivated in Brazil, the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) present in many micro and small farmer. Have graet variability to morphologic and agronomic characters. The only of genere Manihot of economic interest, in funcion of your root rich in starch. The Embrapa Amazônia Oriental of the greatest colletions of germoplasms cassava of Brazil. Acion to be the colletion of germoplasm for maintain great part character interest as market as research breeding plant. This work was objectives: to character and to evaluate 60 accessions of cassava for morphologic descriptors elaluating the variacion of colletion; to rate a relationship genetic among study accessions and evaluation few characters agronomic for the variability general correlation into analysi used variable aplication of statistic multivariable. Was observed high variacion phenotypes among accessions character for the seven variables study. Through Euclidiana distance mean standardize observe the formation of six group distinct accessions indicating presence genetic divergence. The variable indice field (IC), was for diversity genetic study, explicable 81,6% of variacion whole among genotyp. This variable shown correlations negatives with caracters larger interest for industry with porcentagem material drought (PMS) and porcentagem starch (PA).

1.3 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma espécie originária da América do Sul, mas seu centro de origem ainda é discutido. Entretanto, evidências apontam a Amazônia como sendo o mais provável. Állem (1994), através de caracteres morfológicos e características geográficas constatou que a espécie *M. flabellifolia* é o ancestral da mandioca. Olsen e Schaal (1999), utilizando marcadores moleculares também concordam que *M. flabellifolia* é o ancestral da mandioca.

Importante fonte de calorias para as regiões tropicais, Campos (1987) afirma que ela chega a contribuir com 50% das calorias diárias necessárias a populações de baixa renda localizadas principalmente na África e América do Sul.

Devido a sua grande diversidade genética, existem espécies adaptadas a todas as regiões do País sendo cultivada desde o extremo norte ao extremo sul do Brasil, suportando grandes amplitudes de fatores edafoclimáticos (temperatura, solo e pluviosidade).

A degradação de ecossistemas decorrentes de queimadas, avanço das fronteiras agrícolas, construção de hidroelétricas ou mesmo pelo lançamento de cultivares mais produtivas, levam a perda da diversidade genética e nos mostra a necessidade de conservação desses recursos (Cabral, 2001).

Os bancos de germoplasma são importantes ferramentas na preservação do patrimônio genético das espécies de interesse econômico. Eles têm como objetivo principal prevenir a erosão genética das espécies dando suporte aos programas de melhoramento. Possuem como função básica coletar, conservar, caracterizar, identificar acessos duplicados, documentar e promover o intercâmbio desses acessos entre as instituições de ensino e pesquisa (Fukuda, 1999).

A etapa de caracterização e avaliação dos acessos através de descritores morfológicos e agronômicos é utilizada em quase todos os bancos de germoplasma, principalmente em coleções ativa, por proporcionar valioso conhecimento que pode ser utilizado diretamente através de seleção de materiais mais adaptados, resistentes a pragas e doenças servindo de suporte a programas de melhoramento.

Os altos custos com a manutenção de bancos de germoplasma são muitas vezes um fator que limita a introdução de novos acessos às coleções. Desta forma, a eliminação de acessos duplicados é necessária para reduzir custos, bem como facilitar a identificação de acessos contrastantes para futuros trabalhos de melhoramento. Em mandioca, onde existe uma grande diversidade de germoplasma cultivados, muitos são os acessos identificados com o

mesmo nome nas coleções provenientes de locais diferentes, como também germoplasma com características fenotípicas similares e denominações diferentes (Cabral et al., 2003).

A aplicação de métodos multivariados permite quantificar a divergência genética existente nas coleções, identificar grupos de similaridade que possam se constituir em duplicatas e, ainda otimizar essas coleções pela identificação dos caracteres que mais contribuem para a divergência (Cardoso & Farias Neto, 2003).

Este trabalho busca os seguintes objetivos: determinar a variabilidade de caracteres morfológicos; quantificar a dissimilaridade genética entre 60 acessos de mandioca e; avaliar a contribuição de algumas características para a variabilidade total por meio da aplicação de estatística multivariada estabelecendo suas correlações.

1.4 REVISÃO DE LITERATURA

1.4.1 Origem, domesticação e distribuição geográfica

A mandioca é uma espécie originária da América do Sul, mas seu centro de origem ainda é discutido. No entanto, evidências apontam a Amazônia como sendo o mais provável. Rogers & Appan (1973) relatam que o gênero *Manihot* é possuidor de 98 espécies nativas do Brasil e do México. São distribuídas geograficamente desde 33° de latitude norte até 35° de latitude sul, porém são mais abundantes em ecossistemas secos. Quando presentes em ambientes florestais são encontradas em clareiras naturais e artificiais, sendo então consideradas espécies heliófilas e invasoras. Raramente estas espécies se tornam dominantes na vegetação (Gulick et al., 1983; Jennings, 1979; Cury, 1993).

Com relação à origem genética, admite-se que o seu ancestral mais antigo seja *Manihot pusila* Pohl, porém a ocorrência desta espécie em estado nativo na parte central do Brasil (Estados de Goiás e Bahia) não implica, necessariamente, que seja esta a sua área de origem geográfica, pois podem ter havido outras áreas de ocorrência em épocas anteriores (Albuquerque & Cardoso, 1980). Allem (1994) considera que a espécie cultivada, e outras espécies consideradas silvestres, na verdade fazem parte da mesma espécie botânica. Para o mesmo autor, haveriam então três subespécies: *M. esculenta* subsp. *esculenta,* compreendendo a forma cultivada, *M. esculenta subsp. peruviana e M. esculanta subsp. flabellifolia,* compreendendo as formas silvestres.

Nassar (1978a) propôs que o Norte da Amazônia seria a área de domesticação, que depois dispersou-se para o Nordeste Brasileiro, Brasil Central e México por meio da imigração das tribos indígenas, onde teria hibridizado com espécies do gênero *Manihot* destas

regiões, criando novos conjuntos gênicos que deram origem a novas espécies.

O processo de domesticação da mandioca é pouco conhecido. Rogers & Appan (1973) reconhecem a espécie *M. esculenta* Crantz apenas na forma domesticada. Jennings (1979) considera que a domesticação da mandioca envolveu seleção para tamanho da raiz tuberosa, hábito de crescimento ereto, menor número de ramificações e rápida propagação vegetativa por meio de pedaços de caule, as manivas. Apesar da mandioca ser propagada pelo homem exclusivamente via propagação vegetativa, a espécie não perdeu seu sistema reprodutivo sexual (Martins, 1994).

Kerr & Clement (1980) e Martins (1994) destacam as vantagens de plantas cultivadas tropicais terem mantido a reprodução vegetativa associada com a sexual. Com isso, genótipos favoráveis resultantes de mutação e polinização cruzada, podem ser fixados via reprodução vegetativa.

1.4.2 Taxonomia, caracterização botânica e variabilidade genética

A mandioca pertence à Divisão das *Fanerógamas*, Subdivisão *Angiospermas*, Classe das *Dicotiledôneas*, Subclasse *Arquiclamídeas*, Ordem *Euphorbiales*, Família *Euphorbiaceae,* Tribo *Manihoteae,* gênero *Manihot* e espécie *M. esculenta* Crantz (Hershey & Amaya, 1984a).

Seu porte varia entre um a cinco metros, e apresenta sistema caulinar sub-arbustivo erecto, com coloração bem variada (verde, cinza a avermelhada). Suas folhas são do tipo simples palmipartidas, alternas com lobos que variam quanto ao formato, cor, tamanho e em número que podem ser de 5 a 9. Os pecíolos são compridos (10-20 cm), delgados, e de cor variando do verde ao roxo. A coloração do broto terminal é considerada como uma característica botânica importante dos cultivares, podendo ser roxo, verde, cobreado e vermelho.

O fruto é uma cápsula com três sementes (tricoca), de deiscência loculicida e septicida, que se abre por seis valvas quando completamente maduro (seco). As sementes são carunculadas, apresentando testa e tegmen, micrópila, hilo, rafe e chalaza. O embrião é central, com folhas cotiledonares grandes, maiores que a radícula. Endosperma abundante e oleaginoso (Conceição, 1987).

Em plantas oriundas de sementes, as raízes apresentam tipo axial tuberoso, ocorrendo algumas vezes a formação de raízes secundárias feculentas. Em plantas propagadas agamicamente (maniva), ocorre o modelo pseudo-fasciculado tuberoso que é o principal

produto de consumo. As raízes são ricas em fécula, apresentando-se sob várias conformações: cilíndricas, cilíndrico-cônicas, cônicas, fusiformes e, algumas vezes, globosas (Conceição, 1987). O rendimento de raízes (número e tamanho) por planta varia conforme a cultivar, ambiente de cultivo e os tratos culturais utilizados.

Entre as 98 espécies do gênero *Manihot, M. esculenta* (mandioca) é a única cultivada, em razão do acúmulo de carboidratos em suas raízes (Rogers & Appan, 1973).

A propagação comercial de mandioca é realizada por via assexual ou propagação vegetativa, através do uso de estacas (manivas) de plantas matrizes. Desta forma, um clone conservará sua estabilidade genética e, portanto, todos os seus caracteres hereditários. A propagação por semente botânica ou reprodução sexual aumenta a variabilidade genética e, consequentemente, a possibilidade de seleção (Montaldo, 1996). Em populações segregantes, originadas de sementes sexuais, Fukuda et al. (1987) constataram correlação positiva e significativa de produção de raiz com parte aérea e peso total de planta.

Existem quatro centros de variabilidade genética das espécies do gênero *Manihot*. O primeiro centro é o Brasil Central (Sul de Goiás e Oeste de Minas Gerais) que contém 38 espécies silvestres, 20 das quais foram coletadas em duas áreas limitadas (microcentros) com menos de 100km de diâmetro: Goiás Velho e Corumbá de Goiás. O segundo centro de variabilidade é o Nordeste do Brasil, que possui cerca de 18 espécies. Os dois outros centros são o Sudoeste do México, contendo 17 espécies, e o Sudoeste do Mato Grosso e Bolívia, onde foram encontradas seis espécies silvestres (Nassar, 1978b).

A mandioca apresenta variação genotípica para todos os caracteres botânico-agronômicos importantes, como produção de raízes, índice de colheita, conteúdo de matéria seca, teor de ácido cianídrico, resistência à deterioração pós-colheita e outros. A variabilidade genética da espécie ainda não foi explorada (Kawano, 1980; Acosta-Espinoza, 1984; Mahungu, 1985).

Em termos agronômicos, uma grande vantagem apresentada pela mandioca é a conservação das raízes vivas no solo, ampliando o período da colheita durante todo o ano (Martins, 1994). Purseglove, citado por Nye (1991), detectou variabilidade para o caráter tempo de colheita, havendo variedades que podem ser colhidas com seis meses de idade e que não podem ser conservadas por mais de 9 a 11 meses, enquanto outras, mais tardias, podem ser conservadas no solo por até 4 anos.

O levantamento feito por Nassar & Grattapaglia (1985) sobre a variabilidade genética dos cultivares de mandioca, com relação aos caracteres morfológicos e à fertilidade, mostrou que as cultivares indígenas brasileiras apresentam alta variabilidade morfológica, mas com

baixa fertilidade e algumas delas completamente estéreis. Já os clones selecionados pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), dentro da progênie segregante dos clones indígenas, mostraram pouca variabilidade em caracteres morfológicos da folha, caule e tubérculos, mas apresentaram alta fertilidade.

A variabilidade intra-específica é muito grande, em razão da alta segregação das progênies e das mutações somáticas nas gemas, que ocorrem em alguns casos (Leon et al., 1967). Essa variabilidade é fixada pela propagação vegetativa, proporcionando o aparecimento de numerosos cultivares nas regiões de plantio da mandioca (Leitão Filho, 1971).

Segundo Allard (1971), as variedades agrícolas reproduzidas assexuadamente são altamente heterozigotas e segregam amplamente quando se reproduzem por via sexual. Isto pode ser comprovado em mandioca, pela ampla variação genética em sua descendência quando se reproduz sexuadamente. Os resultados apresentados por Acosta-Espinoza et al. (1982) suportam a hipótese da mandioca ter elevada porcentagem de locos em heterozigose. Kawano et al. (1978), autofecundando 12 genótipos, observaram perda de vigor de 54% no rendimento de raízes, fato que evidencia ser a mandioca altamente heterozigota.

A mandioca é uma espécie monóica que possui flores estaminadas e pistiladas na mesma inflorescência. A espécie apresenta o fenômeno da protoginia, as flores femininas abrem-se aproximadamente dez dias antes das flores masculinas na mesma inflorescência. A protoginia como a discrepância na quantidade de flores masculinas e femininas, favorecem a alogamia. A época do florescimento varia entre os clones e com as condições ambientais (Acosta-Espinoza, 1991).

De acordo com Chandraratna & Nanayakkara (1948), o estigma permanece receptível no máximo por vinte e quatro horas, e o pólen seco permanece viável por cerca de seis dias. Normanha (1971) menciona que cada flor masculina produz pólen suficiente para polinizar quatro flores femininas. O autor relata ainda que o tempo envolvido na formação de sementes, ou seja, o período que abrange desde a polinização até a abertura ou deiscência dos frutos, em média, é de 80 dias, podendo variar de 63 a 92 dias.

A polinização cruzada em mandioca é entomófila, dando-se através de abelhas e vespas, muito embora o vento também seja um agente atuante (Albuquerque, 1969; Conceição, 1979).

A polinização cruzada depende de vários fatores: época do florescimento, posição física dos genótipos, presença de insetos polinizadores, entre outros. Kawano et al. (1978) mencionam que não existem barreiras genéticas, nem fisiológicas, que impeçam a

autofecundação em mandioca. Usando a cor das nervuras das folhas como marcador genético, os referidos autores não conseguiram determinar a taxa de cruzamento, salientando que obtiveram muitas plantas provenientes de autofecundação. CIAT (1974), encontrou valores baixos, de 5 a 8% de polinização cruzada, utilizando a cor das nervuras das folhas como marcador genético em vários sistemas de plantio.

Albuquerque (1969) observou que devido a ocorrência de protoginia, grande parte das sementes obtidas por polinização natural eram resultantes de cruzamentos, devendo a mandioca ser incluída, portanto, no grupo de plantas alógamas. Pereira et al. (1978), utilizando-se dois marcadores genéticos morfológicos forma do lóbulo foliar e cor da película da raiz, encontraram taxa de fecundação cruzada de 63 a 100%, respectivamente. Acosta-Espinoza (1983) utilizando a técnica de policruzamentos, concluiu favoravelmente para a predominância de polinização cruzada.

1.4.3 Importância, consumo e produção

A raiz é a parte mais importante e é aproveitada de diversas formas: farinha de mesa, fécula, carimã, farinha panificável, tapioca, tucupi, farinha de tapioca, tiquira, raspas de mandioca, farinha de raspas e pellets. Baseado na raiz, as variedades podem ser divididas em duas classes: mandiocas de mesa, também conhecida como mansa ou macaxeira que são consumidas "in natura"; mandioca amarga ou mandioca propriamente dita que é utilizada nas indústrias para a produção de álcool, extração de fécula e principalmente de farinhas. Esta divisão baseia-se no teor de ácido cianídrico (HCN): as mandiocas mansas possuem baixos teores de ácido cianídrico, enquanto que as amargas apresentam altos teores. No entanto, esta divisão é contestada por muitos autores, uma vez que o teor do referido ácido é resultante da interação de diversos fatores como a deficiência de potássio, estresse hídrico, fertilidade do solo e outros fatores ambientais.

No Brasil, o maior consumo da mandioca se dá nas regiões Norte e Nordeste. Na região Nordeste, o consumo médio em kg/ano/habitante foi calculado em cerca de 73,8 kg de farinha de mesa pelas populações rurais e de 32 kg pelas urbanas (Conceição, 1987). O cultivo é feito sem uso de insumos ou qualquer tecnologia avançada, algumas vezes em consórcio com outras culturas, sendo claramente observada, grande variabilidade fenotípica dentro e entre as roças dos agricultores. Nestas regiões, a mandioca é plantada principalmente por pequenos agricultores que, através de técnicas artesanais, preparam a farinha que é utilizada para o consumo e a comercialização do excedente em feiras e mercados. Toda

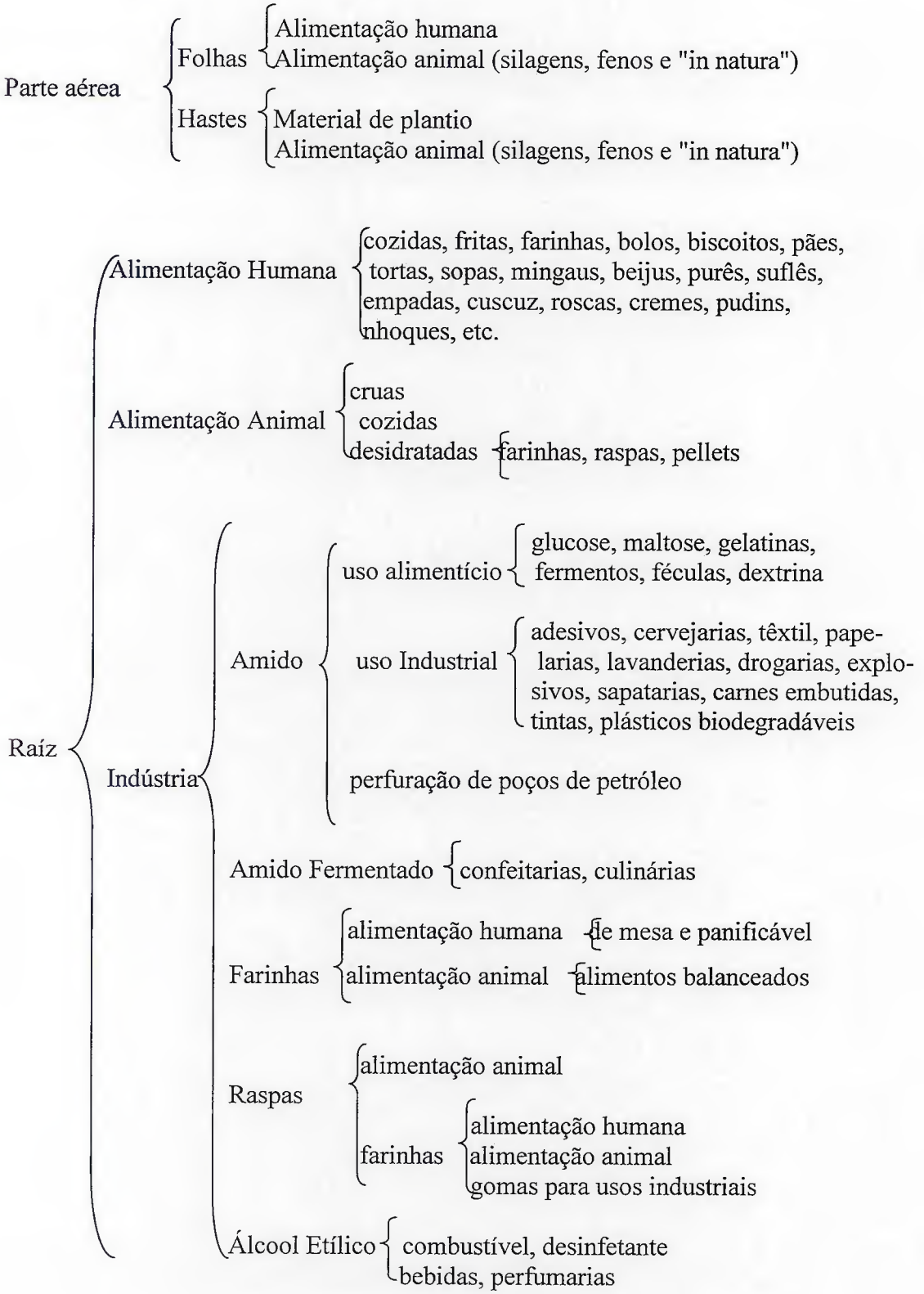
farinha produzida é destinada ao abastecimento da região, e o processo de preparo, bem como o tamanho dos "grânulos" e o ponto de torragem da farinha consumida diferem nas regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul. Além da farinha, existe grande diversidade de produtos alimentícios obtidos a partir da mandioca, Albuquerque e Cardoso (1980) citam 32 pratos típicos diferentes, além de bebidas produzidas na região Norte. O Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMF), em Cruz das Almas-BA, enumera todos os possíveis produtos e subprodutos obtidos da mandioca, tanto de raízes como da parte aérea (Figura 1), sendo que alguns destes subprodutos, apesar de conhecidos ainda não são viáveis economicamente, enquanto outros encontram-se em fase de testes, talvez num futuro próximo, venham a fazer parte da cadeia produtiva.

Vários estudos (Bangham, 1950; Normanha, 1962; Conceição et al., 1973), citados por Conceição (1987), demonstram a superioridade nutritiva do farelo e feno de folhas e hastes de mandioca, na alimentação bovina, quando comparada a outras culturas como o farelo de cana-de-açúcar.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial (20,17 milhões de toneladas, em 1999) perdendo apenas para a Nigéria (32,69 milhões de toneladas, em 1999). O Norte e Nordeste do Brasil são as áreas onde concentram-se a maioria das lavouras de mandioca, porém o maior rendimento médio por hectare (22,9 t/ha, IBGE 2000) dados foram obtidos no estado de São Paulo, nas regiões de Assis, Mogi-mirim e Ourinhos (São Paulo, 1999).

A produção mundial vem crescendo nos últimos três anos, assim como o aumento da área plantada, porém o rendimento médio não tem crescido nas mesmas proporções. Há, portanto, necessidade de se produzir mais com melhor qualidade para abastecer o mercado mundial suprindo a demanda, deste modo o melhoramento genético de cultivares pode contribuir para um maior rendimento, aumento da resistência, produtividade e qualidade dos produtos obtidos.

Figura 1. Formas de utilização de produtos e subprodutos de mandioca, tanto da parte aérea como da raiz (EMBRAPA/CNPMF, 1993).



O conhecimento da variabilidade contida em roças de agricultores que preservam suas variedades locais ou "etnovariedades", que são passadas de pai para filho, e de acessos contidos em bancos de germoplasma amplia a possibilidade de obtenção de variedades mais produtivas e resistentes a pragas ou doenças.

1.4.4 Bancos de Germoplasma: conservação de germoplasma vegetal "ex situ"

Germoplasma é o material que constitui a base física da herança e se transmite de uma geração para outra através de células reprodutivas. Pode ser considerado germoplasma vegetal qualquer cultura, plantas, sementes, partes da planta de onde possa se restabelecer um indivíduo com suas características úteis para o melhoramento, conservação e pesquisa.

A conservação "ex situ" de germoplasma vegetal, entendida como sendo a manutenção do germoplasma fora do ambiente original e da comunidade à qual pertence, principalmente por ação antrópica, é a base para o bom uso do germoplasma, pois, é do sucesso dessa atividade que se vai assegurar a utilização dos acessos conservados em termos vantajosos. Essas coleções, conservadas sob várias formas e advindas do correto processo de enriquecimento, se constituem na base para caracterização, avaliação, documentação e informação, visando ao emprego pelos usuários (Souza Dias, 1996).

De uma maneira geral Valois (1996) relata que a conservação de germoplasma "ex situ" está inserida em um conjunto de importantes atividades que compõem o manejo e uso de recursos genéticos. Essas ações e esforços são assim considerados: a) prospecção e coleta; b) introdução, intercâmbio e quarentena; c) conservação "in situ" e "ex situ"; d) caracterização e avaliação; e) documentação e informação. Todas essas atividades visam a utilização do germoplasma em programas de melhoramento genético, biotecnologia e outras áreas de pesquisas afins.

A principal fonte do germoplasma a ser conservado é a biodiversidade, onde encontram-se os recursos genéticos de interesse. A biodiversidade ou diversidade biológica leva em consideração as espécies de plantas, animais e microorganismos e os ecossistemas aos quais pertencem, enquanto que os recursos genéticos envolvem a variabilidade de espécies de interesse econômico atual e potencial. Os recursos genéticos se constituem na integração entre a biodiversidade e o desenvolvimento.

O germoplasma, que compõem as coleções de recursos genéticos, é a base física do cabedal genético e reúne o conjunto de materiais hereditários de uma espécie. Na sua conservação são utilizadas amostras ou acessos que possuam representatividade genética da população original ou mesmo para representar um indivíduo pra o caso de clone, por exemplo, onde são considerados o tamanho efetivo populacional e a freqüência de alelos. Na formação dos acessos para conservação deve haver o cuidado para que não sejam guardadas amostras com problemas de representatividade genética que descaracterizam os genótipos objeto do processo de conservação, com destaque para os seguintes condicionantes que causam a oscilação genética:

a) Efeito de afunilamento, que é a drástica redução do tamanho da amostra;

b) Efeito fundador, que acontece, quando a amostra original é feita a partir de pequeno número de indivíduos;

c) Efeito do pequeno tamanho da amostra, que ocorre quando o tamanho do acesso permanece pequeno ao longo de várias gerações

As principais origens do germoplasma para conservação "ex situ" são as populações silvestres, linhagens preliminares e avançadas, cultivares primitivas e elites, raças ou ecótipos e materiais propagados vegetativamente. O conhecimento prévio da biologia reprodutiva das espécies dessas origens é de fundamental importância para a composição e tamanho do acesso a ser conservado. Assim, é importante a determinação se a espécie é autógama, intermediária ou se compõem uma população panmítica (alógama).

1.4.5 Coleções de germoplasma de mandioca

Os bancos de germoplasma de mandioca têm como objetivos principais prevenir a erosão genética da espécie *M. esculenta* dentro de cada ecossistema onde são situados e dar suporte aos programas de melhoramento regionais com a cultura. Têm como funções básicas coletar, conservar, caracterizar, identificar acessos duplicados, documentar e promover o intercâmbio desses acessos entre as instituições de ensino e pesquisa.

Para as culturas propagadas vegetativamente, como é o caso da espécie em estudo, a forma mais comum utilizada na conservação do germoplasma é no campo (*in situ e ex situ*). A conservação também poderá ser feita através de cultivos de meristemas (*in vitro*), ou por meio de sementes botânicas (Fukuda et al., 1996).

A caracterização e avaliação de seus germoplasma são fundamentais para a sua utilização mais eficiente nos trabalhos de melhoramento. A caracterização morfológica dos

acessos visa basicamente a diferenciação fenotípica entre eles, contribuindo para reduzir as duplicações. Os descritores agronômicos referem-se a caracteres com mais baixa herdabilidade, embora mais importantes sob o ponto de vista econômico (Fukuda et al., 1997a). Várias metodologias têm sido propostas para a caracterização de germoplasma pertencentes ao gênero *Manihot*. Foi estabelecido e padronizada na América Latina, uma nova relação de descritores para a caracterização morfológica e agronômica da mandioca (Fukuda e Guevara, 1998), a qual já está sendo aplicada por curadores de bancos de germoplasma.

Segundo Costa e Morales (1994), cerca de 30% dos acessos mantidos nas coleções e bancos de germoplasma são duplicados. Para reduzir o número de acessos duplicados mantidos nos bancos de germoplasma e melhorar a eficiência dos programas de melhoramento genético com a cultura, o mais indicado é o estabelecimento de uma "core collection", onde se mantém melhor representatividade da espécie com um número mais reduzido de acessos. O Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) estabeleceu uma "core collection" global com 630 acessos.

Estima-se que a diversidade genética da mandioca seja ampla, com sua maior concentração na América Latina e no Caribe, enquanto nos continentes africano e asiático essa diversidade é estreita, considerando-se que o germoplasma aí disponível é de origem latino-americana e de suas recombinações locais (Fukuda et al., 1996). Essa variabilidade genética da cultura é resultado da seleção natural durante a evolução da espécie, na pré e pós-domesticação. Nos diversos ambientes a seleção resultou numa ampla diversidade de clones com adaptação específica a determinados ecossistemas. O resultado disso foi a criação e manutenção e milhares de variedades crioulas, adaptadas às diversas condições de clima, solos, pragas e doenças, além de apresentarem características desejáveis para os mais diferentes usos (Hershey, 1988). Parte dessa diversidade encontra-se em bancos de germoplasma distribuídos em toda a América Latina (Fukuda e Alves, 1987b).

De acordo com Costa e Morales (1994), aproximadamente 8.500 acessos de mandioca são mantidos no mundo, dos quais 7.500 apenas na América do Sul. No Brasil já foram catalogados cerca de 4.132 acessos distribuídos em coleções e bancos ativos de germoplasma (Cordeiro et al., 1995; Fukuda e Alves, 1987a).

Dados de Iwana e Iglesias (1994) reportam que o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), na Colômbia, mantém o maior banco ativo de germoplasma de mandioca da América Latina, com mais de 5.000 acessos. No Brasil, a partir de 1994, foram formados seis bancos regionais de germoplasma de mandioca liderados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Fukuda et al., 1997b), assim distribuídos: banco regional de germoplasma de

mandioca para o litoral e tabuleiros costeiros do nordeste, mantido pelo Centro Nacional e Pesquisa em Mandioca e Fruticultura (CNPMF) em Cruz das Almas-BA, com 1650 acessos; banco regional de germoplasma de mandioca para as condições semi-áridas, mantido pelo Centro de Pesquisa Agropecuário do Semi-Árido (CPATSA), em Petrolina-PE, com 347 acessos; banco regional de germoplasma de mandioca para os cerrados, mantido pelo Centro de Pesquisa Agropecuário dos Cerrados (CPAC), em Brasília-DF, com 445 acessos; banco regional de germoplasma de mandioca para a Amazônia Oriental, mantido pelo Centro de Pesquisa Agropecuário da Amazônia Oriental (CPATU), em Belém-PA, com 269 acessos; banco regional de germoplasma de mandioca para a Amazônia Ocidental, mantido pelo Centro de Pesquisa Agropecuário da Amazônia Ocidental (CPAA), em Manaus-AM, com 278 acessos e o banco regional de germoplasma de mandioca para as condições subtropicais, mantido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina (EPAGRI), em Itajaí-SC, com 1.062 acessos.

1.4.6 Melhoramento genético

A base da sobrevivência humana depende da diversidade genética das plantas. Essa diversidade é importante não apenas para as demandas atuais de alimentos, mas para construir a base sobre a qual os melhoristas obterão novas variedades (Hershey, 1992).

A demanda por novas variedades de mandioca vem crescendo constantemente, à medida que surgem novas alternativas de uso do produto, bem como pela expansão de novas fronteiras para o plantio desta cultura.

Os trabalhos de pesquisa em melhoramento de mandioca no Brasil, iniciados na década de 40, concentraram-se principalmente na introdução e avaliação de germoplasma disponível, apesar de serem desenvolvidos alguns projetos na geração de novos clones. Como resultado desses trabalhos, têm sido selecionadas inúmeras variedades com alto potencial produtivo, tolerantes a pragas e doenças e com adaptação a ambientes específicos (Fukuda & Porto, 1991; Fukuda, 1992).

Tentativas bem sucedidas na produção de híbridos foram realizadas em várias partes do mundo, visando cruzar a mandioca com algumas espécies de *Manihot* (Asiedu et al., 1992). Pereira (1989) relata que *M. esculenta* possui ampla variabilidade genética, o que justifica a descrição de poucos trabalhos relacionados com a hibridação desta com seus parentes silvestres.

Historicamente, a hibridização interespecífica foi responsável pela maior obra feita no

melhoramento da mandioca. Foram usadas na África, na década de 30, por Nichols (1947), *M. glaziovii* e *M. dichotoma* como fontes de resistência ao mosaico. Jennings (1976) identificou cones de *M. esculenta* com algum nível de resistência ao mosaico, no entanto, julgou-se que espécies silvestres seriam uma fonte de genes mais promissora. Em Madagascar, por volta de 1940, iniciou-se a transferência de genes para resistência ao mosaico africano de *M. glaziovii* e *M. pringlei* para *M. esculenta* (Cours, 1951).

No Brasil, o Instituto Agronômico de Campinas (IAC), foi o pioneiro no trabalho de melhoramento da mandioca, desenvolvendo diversos cultivares comerciais (Normanha,1971).

Bolhuis (1953) e Jennings (1959) realizaram cruzamentos entre *M. esculenta* com as espécies silvestres *M. saxicola* e *M. melanobasis,* visando a obtenção de indivíduos com alto teor de proteína nas raízes. Em ambos os cruzamentos foram obtidos híbridos com maior conteúdo protéico que o encontrado nos progenitores.

Graner (1942b) estudou a herança dos caracteres de mandioca largura do lóbulo das folhas e coloração da película tuberosa da raiz, concluindo que ambos apresentam segregação monogênica e que são independentes entre si. Folhas com lóbulos alongados (tipo vassourinha) são dominantes sobre lóbulos largos, e raízes com película marrom são dominantes sobre raízes com película branca. Segundo Hershey & Amaya (1984b), a coloração da nervura das folhas, verde ou roxa, também pode ser utilizada como marcador.

Para Hershey & Ocampo (1989), produção de clorofila (normal contra albino), hábito de crescimento do caule (reto contra zig-zag), cor do colênquima do caule (verde claro contra verde escuro), cor do parênquima da raiz (branco contra amarelo) e forma do lóbulo da folha mostraram segregações mendelianas simples, sugerindo o uso destes caracteres como marcadores.

Lefèvre & Charrier (1993) identificaram 17 locos isoenzimáticos avaliando dez enzimas, numa avaliação do polimorfismo de *M. esculenta, M. glaziovii,* e híbridos espontâneos entre as duas espécies. A análise de segregação para todos os locos indicou herança dissômica.

A maioria dos caracteres de importância agronômica da mandioca são controlados por sistemas poligênicos (Kawano, 1985). Acosta-Espinoza (1984) encontrou baixa herdabilidade para os caracteres altura da primeira ramificação, diâmetro da planta, peso da parte aérea, distribuição de raízes, e média herdabilidade para altura da planta e índice de colheita. Kawano (1984) relatou que os caracteres índice de colheita, conteúdo de matéria seca na raiz e resistência a bacteriose apresentam alta correlação entre pais e filhos.

Barriga (1980) avaliou 12 cultivares de mandioca, sendo seis de origem amazônica,

duas do nordeste e quatro da região centro sul, em três localidades: Belém-PA, Tracuateua-PA e Macapá-AP, durante três ciclos. Para o caráter produção de raízes, as interações simples, cultivares x locais e cultivares x anos foram significativas, e também foi significativa a interação tripla cultivares x locais x anos. O caráter produção de rama, apresentou interação significativa para clones x locais, mas não foi significativa para clones x anos. As estimativas do coeficiente de determinação genotípica, para a variável produção de raízes variaram de 0,610 a 0,941 e para o coeficiente de variação genética, de 22% a 44%, de acordo com o ano e/ou locais avaliados.

De acordo com Cruz (1990), a diversidade genética tem sido avaliada com o objetivo de identificar as combinações híbridas de maior efeito heterótico e maior heterozigozidade, de forma que nas gerações segregantes se obtenha maior possibilidade de recuperação de genótipos superiores.

Segundo Onwueme, citado por Sales Filho (1991), a multiplicação por sementes, embora pouco comum, é importante no melhoramento de plantas, ainda que a germinação seja baixa e incerta. Usualmente, plantas oriundas de sementes são pequenas e menos vigorosas do que as obtidas por estacas.

Nassar (1978c) cruzou *M. esculenta* com *M. anomala*, *M. olighanta*, *M. giacillis* e *M. zehntneri*, sendo que todos os cruzamentos mostraram-se férteis, com pareamento normal dos cromossomos. Nassar (1979) relatou que sementes de híbridos entre *M. esculenta* e as espécies *M. oligantha*, *M. tripartita*, *M. anomala* e *M. reptans* apresentaram germinação de 12, 5, 4 e 9%, respectivamente. Fukuda & Cerqueira (1986), em experimento com temperaturas médias do ar e do solo entre 30 e 33° C, obtiveram porcentagem de germinação em tomo de 85%.

1.4.7 Medidas para estimar a diversidade genética

A análise multivariada é o ramo da estatística que tem por objetivo o resumo, a apresentação e a interpretação de dados amostrados a partir de populações em que foram avaliadas diversas variáveis.

Sneath & Sokal (1973) lançaram os fundamentos do estudo de base numérica, onde os caracteres foram denominados de variáveis, que podem estar em escalas quantitativas ou qualitativas e os organismos foram considerados como Unidades Taxonômicas Operacionais (OTU), o qual foi denominado de Taxonomia Numérica.

A análise multivariada é um método estatístico utilizado para estudar a relação

conjunta de variáveis relacionadas, cujos dados contêm intercorrelações. A utilização dessa metodologia é possível devido às diversas variáveis envolvidas serem consideradas simultaneamente, possibilitando que interpretações que não seriam possíveis de serem obtidas com a análise de apenas um caráter individualmente (James e Mcculloch, 1990).

Entre as técnicas estatísticas multivariadas utilizadas no estudo da divergência genética encontram-se a análise por agrupamento que, normalmente, utiliza a distância Euclideana ou a distância generalizada de Mahalanobis para a formação dos grupos, os componentes principais e as variáveis canônicas.

Para o melhorista, a escolha do método mais adequado entre as técnicas de análise multivariada, vai depender da precisão desejada, da capacidade de análise e da forma como os dados foram coletados (Cruz, 1990).

A análise de agrupamento é uma técnica multivariada que tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, as unidades amostrais (indivíduos, objetos, locais, etc.) em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre grupos (Mardia et al., 1979).

Conforme Curi (1991), o processo de formação do agrupamento envolve basicamente, cinco etapas: 1) anotação das variáveis nas unidades em classes ou como foram obtidas, as quais podem ser transformadas quando necessário; 2) escolha do coeficiente de semelhança, que pode ser: associação, usada principalmente em dados qualitativos especialmente em duplo estado; distâncias, sendo as mais usadas a Euclideana e de Mahalanobis na estruturação da matriz de dissimilaridade e correlação; 3) escolha do algoritmo de agrupamento; 4) verificação do ajuste do método, através do cálculo do coeficiente de correlação entre os elementos correspondentes da matriz inicial de dissimilaridade e (5) a formação do dendrograma ou diagrama de árvore.

Entre os métodos de análise de agrupamento, destacam-se, os hierárquicos e de otimização. como os mais comumentes utilizados no melhoramento de plantas. Os métodos hierárquicos subdividem-se em: A) aglomerativos, como o método do vizinho mais próximo ("single linkage method"), o do vizinho mais distante ("complete linkage method"), o de ligação média ("average linkage") ponderada ou não, e divisivos, como os apresentados por Edwards & Cavalli-Sforza (1965) e B) otimização, representado pelo método de Tocher, citado por Rao (1952).

Martinez et aI. (1983) estudando vários métodos de análise multivariada concluíram que a distância Euclideana parece ser particularmente apropriada para estudos onde os caracteres medidos apresentam pequena intercorrelação. enquanto que a distância de

Dempster é mais conveniente para os casos onde existe alta correlação.

A distância Euclideana apresenta o inconveniente de ser influenciada não somente pelo número e pela escala, mas também pelas correlações não genéticas entre as variáveis em estudo, quando a mesma é estimada a partir de variáveis originais (Cruz, 1990). Contudo, estas inconveniências podem ser contornadas pela padronização dos dados e pela utilização da distância Euclideana Média, a qual é obtida dividindo-se a distância Euclideana pela raiz quadrada do número de variáveis avaliadas.

A transformação dos dados quantitativos tem por objetivo, eliminar o efeito de escalas de medidas diferentes, sendo que as mais usadas são: a divisão pelo desvio-padrão e a divisão pelo maior valor que a variável apresenta no conjunto das unidades para que assumam valor no intervalo de 0 a 1 e preserve as diferentes variabilidades (Curi, 1991).

Embora a distância Eucideana média padronizada controla os problemas inerentes ao número e escala dos caracteres avaliados, apresenta o inconveniente de não levar em consideração as correlações residuais entre os caracteres disponíveis (Cruz, 1990).

A delimitação de grupos nos dendrogramas obedece aos chamados pontos de alta mudança de nível. O outro método, desenvolvido a partir de uma sugestão de Tocher, conforme Rao (1952), estabelece grupos cujas médias das distâncias intragrupos, são sempre menores que as distâncias médias intergrupos.

A análise de componentes principais e/ou distância Euclideana média, têm sido muito empregadas na avaliação de acessos em bancos de germoplasma, devido ao fato de, nesta situação, ser difícil a quantificação das influências não genéticas, que atuam conjuntamente sobre os vários caracteres (Cruz & Regazzi, 1992).

Pereira (1989), evidencia a importância da avaliação da influência dos caracteres na discriminação genotípica em bancos de germoplasma, onde, normalmente, o número de acessos é elevado e vários descritores são utilizados. O autor, avaliando 280 acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), através da análise de componentes principais, reduziu de 28 para 14, o número de descritores morfo-agronômicos utilizados na caracterização dos acessos.

Bekele et al. (1994) avaliando 53 acessos de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.), utilizando os métodos dos componentes principais e método agrupamento baseado na distância Euclideana média, reduziram a lista de 62 descritores que envolviam dados quantitativos e qualitativos, para doze.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-ESPINOZA, J. **Eficiência de policruzamentos para recombinação gênica e estimação de parâmetros genéticos em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** Piracicaba. 1983. 79p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

ACOSTA-ESPINOZA, J. Genética, citogenética y mejoramiento de la yuca. In: HERSHEY, C.H.: **Mejoramiento Genético de la yuca en AmérIca Latina.** Cali, Colômbia: CIAT, 426p. 1991.

ACOSTA-ESPINOZA, J. **Variabilidade e associações genéticas entre caracteres de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) combinando policruzamentos e propagação vegetativa.** Piracicaba, 1984. 118p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" -Universidade de São Paulo.

ACOSTA-ESPINOZA, J.; VELLO,N.A.; MARTINS, P.S.; LORENZI, J.O.; NORMANHA, E.S. **Síntese de uma população melhorada de mandioca *(Manihot esculenta* Crantz).** Piracicaba: ESALQ/USP, 1982. (Relatório Científico do Departamento de Genética).

ALBUQUERQUE, M. **A mandioca na Amazônia.** Belém: SUDAN, 1969. 227p.

ALBUQUERQUE, M.; CARDOSO, E.M.R. **A mandioca no trópico úmido.** Brasília: Editerra, 1980. 251p.

ALLARD, R.W. **Princípios de melhoramento genético das plantas.** São Paulo. 1971. 381p.

ALLEM,A.C. Manihot germoplasm collecting priorities. **In: International network for cassava genetic resources.** International Crop Network Series, IPGRI, v.10, p.87-110, 1994.

ASIEDU, R.; HAHN, S.K.; BAI, K.V.; DIXON, A.G.O. Introgression of genes from wild relatives in to cassava. In: **Triennal Symposium at the Intemational Soclety For Tropical Root Crops**, 4, African Branch, 1992. Proceedings... African Branch, 1992. p.89-91.

BAI, K.V.; ASIEDU, R.; DIXON, A.G.O. Cytogenetics of Manihot Species and Interespecific Hybrids. In: **International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network**: Proceedings CBN n° 1. Cartagena de Índias: CIAT, p.51-55, 1992.

BARRIGA, R.H.M.P. **Caracterização de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) com relação a produção e estabilidade.** Piracicaba, 1980. 128p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Universidade de São Paulo.

BOLHUIS, G.G. A survery of some attempts to breed cassava varieties with a high content of proteins in the roots. **Euphytica**, v.2, p.107-1 12,1953.

BOSTER, J.S. Classification, cultivation and selection of Araguaruna cultivars of Manihot esculenta (Euphorbiaceae). **Advances in Economic Botany**, v.1, p.34-47, 1984.

CABRAL, B.L.R. **Viabilidade isoenzimática de 200 acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** Piracicaba, 2001. 78p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP.

CAMPOS, A.D. **Modificações após a colheita no grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** Lavras, 1987, 80p. Dissertação (M.S.) -.Escola Superior de Agricultura de Lavras.

CARDOSO, E.M.R.; FARIAS NETO, J.T. Diversidade genética entre acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) avaliados a partir de caracteres morfo-agronômicos. **Revista de Ciências Agrárias**, n.39, p. 109-121, 2003.

CHANDRARATNA, M.F.; NANAYAKKARA, K.D.S.S. Studies in cassava, 2: the production of hybrids. **Tropical Agriculturist**. v.104, p.59-74, 1948.

CIAT - CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL **Informe Anual**. Cali: Colombia, 1974. p.58-118.

CONCEICÃO, A.J. **A mandioca.** São Paulo: Nobel, 1987, 382p.

COSTA, I.R.S.; MORALES, E.A.V. Cassava Genetic Resources in South América. In: **INTERNATIONAL NETWORK FOR CASSAVA GENETIC RESOURCES**. Cali, Colombia: CIAT. 18-23, 1994, p. 16-20.

COURS, G. **Memories de l'Institute Scientifique de Madagascar**. Série B, Tome III. Madagascar. n.2, 1951, p.203-400.

CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento genético**. Piracicaba, 1990. 188p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

CURY, R. **Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na agricultura autóctone do sul do estado de São Paulo**. Piracicaba, 1993. 103p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Universidade de São Paulo.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM MANDIOCA E FRUTICULTURA (EMBRAPA/CNPMF). **VIII Curso intensivo nacional de mandioca**. Cruz das Almas: CNPMF, 1v. , 1993.

FUKUDA, W.M.G. Melhoramento da mandioca. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, 1999, p. 410-428.

FUKUDA, W.M.G. Melhoramento de mandioca no Brasil. ln: **Reunlón Panamericana de Fitomejoradores de yuca**, 2, 1992, Cali: Colombia. CIAT, p.15-31, 1992.

FUKUDA, W.M.G.; CALDAS, R.C.; MELO, Q.M.S.; QUEIROZ, G.M. Critérios de seleção em populações segregantes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Mandioca**, v.6, n.2, p.41-55, 1987.

FUKUDA, W.M.G.; CERQUEIRA, L.L. Efeito da temperatura sobre a germinação de sementes de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.5, n.2, p.13-21, 1986.

FUKUDA, W.M.G.; COSTA, I.R.S.; VILARINHOS, A.D.; OLIVEIRA, R.P. Banco de germoplasma de mandioca: manejo, conservação e caracterização. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1996, 103p. **(EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 68)**.

FUKUDA, W.M.G.; SILVA, S.O.; PORTO, M.C.M. Caracterização e avaliação de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1996, 161p. (Catálogo).

FUKUDA, W.M.G.; GUEVARA, C.L. Descritores Morfológicos e Agronômicos para caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1998, 38p. **(EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 78)**.

FUKUDA, W.M.G.; PORTO, M.C.M. A mandioca no Brasil. ln: HERSHEY, C.H. **Mejoramiento genético de la yuca en América Latina**. Cali, Colombia: CIAT, 1991, p.15-42.

GRANER, E.A. Genética de Manihot. I. Hereditariedade da forma da folha e da coloração da película externa das raízes em Manihot utilissimum Pohl. **Bragantia**, v.2, p.13-22, 1942b.

GRANER, E.A. Notas sobre' o florescimento e frutificação da mandioca. **Bragantia,** v.2, n.1, p.1-12, 1942a.

GULICK, P.; HERSHEY, C.; ALCAZAR, J.E. Genetic resources of cassava and wild relatives. Rome: **Interational Board for Plant Genetic Resources (IBPGR)**, 1983. 58p.

HERSHEY, C.H. Manihot genetic diversity. ln: International network for cassava genetic resources, CIAT, Cali, Colombia, p.18-23, 1992. **Intemational Crop Network Series** n. 10, p.111-134, Rome, ltaly.

HERSHEY, C.H.; AMAYA, A. Genética, citogenética, estrutura floral y técnica de hibridacion de la yuca. ln: DOMINGUEZ, C.E. **Yuca: lnvestlgaclon, producción y utlllzaclón**. Cali: CIAT, 1984b. p.113-125.

HERSHEY, C.H.; AMAYA, A. Germoplasma de yuca. Evolución, distribuición y colección.

In: DOMINGUEZ, C.E. **Yuca: Investigacion, producción y utilización**. Cali: CIAT p.77-79. 1984a.

HERSHEY, C.H.; HERSHEY, C.; OCAMPO, N. **Yuca - Boletim Informativo**, v.13, n.1, p.1-5, 1989.

IGLESIAS, C.; HERSHEY, C.; CALLE, F.; BOLANOS, A. Propating cassava (*Manihot esculenta* Crantz) by sexual seed. **Experimental Agriculture**, v.30, p.283-290, 1994.

JENNINGS, D.L. Breeding for resistance to african cassava mosaic disease: progress and prospects. In: Nestel, B.L. (ed.) **African Cassava Mosaic. Report of an Interdisciplinary workshop**, Muguga, Kenya, 1976. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá. p.39-44. 1976.

JENNINGS, D.L. Cassava in Africa. **Field Crops Abstracts**, v.23, n.3, p.271-278. 1970.

JENNINGS, D.L. Cassava. In: SIMMONDS, N.W. **Evolution of crop plants**. London, 1979. p.81-84.

JENNINGS, D.L. *Manihot melanobasis* Mull-Arg. - a usefull parent for cassava breeding. **Euphytica**, v.8, p.157-163, 1959.

KAWANO, K. Inherent and enviromental factors related to cassava varietal selection. In: **Undp Cassava Breeding Workshop**. Visca-Philippinees, 43p. 1985.

KAWANO, K. Mejoramiento genético de yuca para produtividad. In: DOMINGUEZ, C.E. **yuca: Investigacion, producion y utilizacion**. Cali: CIAT, 1984. p.91-111.

KAWANO, K. Mejoramiento genético de yuca para produtividad. In: **Manual de produccion de yuca: programas de yuca**. Cali: CIAT, 1980, p.27-48.

KAWANO, K.; AMAYA, A.; DAZA, P.; RIOS, M. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. **Crop Science**, v.18, n.3, p.373-376, 1978.

KERR, W.E.; CLEMENTE, C.R. Práticas agrícolas de consequências genéticas que possibilitaram aos índios da Amazônia uma melhor adaptação às condições ecológicas da região. **Acta Amazônica**, v.10, n.2, p.251-261, 1980.

LEFÉVRE, F.; CHARRIER, A. Isozyme diversity within African Manihot germoplasm. **Euphytica**, v.66, p.73-80, 1993.

LEITÃO FILHO, H.F. Caracterização botânica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **O Agronômico**, v.23, p.73-81, 1971.

LEON, F.; ESTEVES, L; REA, J. Normas para el estudio de la variabilidade clonal en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Fitotec. Latino Americano, v.4, p.125-138, 1967.

MAHUNGU, N.M. Selection for improved root quality. In: **Undp Cassava Breeding Workshop**. Visca-Philippinees, 45p. 1985.

MARTINS, P.S. Biodiversity and agriculture: patterns of domestication of Brazilian native plants species. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.66, p.219-224, 1994. Suplemento,3.

MONTALDO, A. **La yuca frente al hambre del mundo tropical**. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 1996. 572p.

NASSAR, N.M.A. Conservation of the genetic resources of cassava (*Manihot esculenta* Crantz): Determination of Wild Species Localites With Emphasis on Probable Origin. **Economic Botany**, v.32, p.311-320, 1978a.

NASSAR, N.M.A. Interespecific hybrization between cassava and some Manihot species. **Egyptian Journal of Genetic and Cltology**, v.58, p.175-179, 1978c.

NASSAR, N.M.A. **Microcenters of wild cassava, *Manihot* spp. Diversity in Central Brazil.** Turrialba, v.28, n.4, p.345-347, 1978b.

NASSAR, N.M.A. Some ineresting wild Manihot species for cassava breeding. **Cassava Newsl.**, v.7, p.5-8, 1979.

NASSAR, N.M.A.; GRATTAPAGLIA, D.E. **Variabilidade de clones de mandioca em relação a fertilidade e aspectos morfológicos**. Turrialba, v.36, n.4, p.555-559, 1985.

NASSAR, N.M.A.; SILVA, J.R.; VIEIRA, C. Hibridação Interespecifica entre mandioca e espécies silvestres de *Manihot*. **Ciência e Cultura**, v.38, n.6, p.1050-1055. 1986.

NICHOLS, R.F.W. Breeding cassava for vírus resistance. **East African Agric. J.**, v.12, p.184-194. 1947.

NORMANHA, E.S. O trabalho de melhoramento da mandioca no Instituto Agronômico do Estado de São Paulo. **O Agronômico**, v.23, p.91-100, 1971.

NYE, M.M. The mis-measure of manioc (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae). **Economic Botany**, v.45, n.1, p.47-57, 1991.

OLSEN, K.M.; SCHAAL, B.A. Evidence on the origin of cassava: Phylogeography of Manihot esculenta Crantz. **Proceedings of the National Academy of Sciences of USA**, v.99, p.5586-5591, 1999.

PEREIRA, A.S.; LORENZI, JO.; NORMANHA, E.S.; SILVA, J.R. Taxa de fecundação cruzada no cultivar de mandioca Branca de Santa Catarina. **Bragantia**. v.37, p.45-46, 1978.

PEREIRA, A.V. **Utilização da análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Piracicaba, 1989. 180p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricuitura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

ROGERS, D.J.; APPAN, S.J. Manihot and Manihotoides (Euphorbiaceae). **Flora**

Neotropica, Monografia, 272p. n.13, 1973.

SALES FILHO, J.B. **Caracterização de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pala morfologia e padrões enzimáticos**. Viçosa, 1991. 118p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa - MG.

SALICK, J.; CELLINESE, N.; KNAPP, 5. Indigenous diversity of cassava: generatlon, maintainance, use and loss among amuesha, peruvaln upper Amazon. **Economic Botany**, v.51, n.1, p.6-19, 1997.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria sócio-econômica. Informações Econômicas, v.27, n.11 175p., nov., 1999.

SNEATH, P.H.A.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**. San Francisco, 1973. 573p.

SOUZA DIAS, B.F. Conservação da diversidade biológica

VALOIS, A.C.C. Conservación de germoplasma vegetal: Conservação de germoplasma vegetal "ex situ".

2 VARIABILIDADE DE CARACTERES MORFOLÓGICOS EM ACESSOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) DO BAG DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

2.1 - RESUMO

SOUZA, Joelson Araújo. **Variabilidade de caracteres morfológicos em acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do BAG da Embrapa Amazônia Oriental.** Belém-Pará, 2002. 60p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia – Biologia Vegetal Tropical)[1,2]

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma espécie muito cultivada no Brasil, possui grande variabilidade de caracteres morfológicos, pertencente a família das Euphobiaceae, é a única do gênero *Manihot* de interesse econômico, a parte de maior interresse são suas raízes ricas em amido. É cultivada principalmente por micro e pequenos agricultores. A Embrapa Amazônia Oriental possui uma das maiores coleções de germoplasma do Brasil. Atualmente possui mais de 360 acessos advindos de expedições de coleta pela Amazônia e intercâmbio com troca de materiais com outros centros de pesquisa. O objetivo deste trabalho foi caracterizar 60 acessos de mandioca por meio de descritores morfológicos, e conseqüentemente avaliar a variação destes na coleção, para isto foram utilizados 13 descritores, os quais segundo a padronização de Fukuda e Guevara (1998) fazem parte da categoria de descritores mínimos para mandioca.

Termos para indexação: mandioca, *Manihot esculenta*, caracterização morfológica, banco de germoplasma, acessos.

---

[1] Orientador: Dr. Milton Guilherme da Costa Mota

[2] Co-orientadora: Ms. Eloísa Maria Ramos Cardoso

2.2 - INTRODUÇÃO

A caracterização de acessos é uma das etapas da conservação de recursos genéticos. Nesta etapa, os acessos são caracterizados geralmente por descritores morfológicos pré-estabelecidos para a espécie ou gênero. Tornar os materiais disponíveis à futuros trabalhos de pesquisa e melhoramento, constitui-se em um dos objetivos do trabalho; identificar acessos duplicados, também é importante, já que os custos com a manutenção do banco de germoplasma no campo são grandes.

Em mandioca, a caracterização segue um padrão já estabelecido por Fukuda e Guevara (1998) que devido ao grande número de características a serem avaliadas, resolveram identificá-las por descritores em categorias ou por ordem de importância.

Foi estabelecido para mandioca, setenta e cinco descritores morfológicos e agronômicos, dos quais 13 são descritores mínimos, 13 principais, 12 secundários, 21 agronômicos e 16 complementares.

Neste trabalho realizou-se a caracterização de 13 (treze) descritores mínimos, por serem considerados as características avaliadas de alta herdabilidade, ou seja as características que eles apresentam, não sofrem variação influenciada pelo ambiente, sendo desta forma utilizados como marcadores morfológicos em trabalhos de cruzamentos com a espécie.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar 60 acessos de mandioca por meio de descritores morfológicos, e conseqüentemente avaliar a variação destes na coleção, para isto foram utilizados 13 descritores, os quais segundo a padronização de Fukuda e Guevara (1998) fazem parte da categoria de descritores mínimos para mandioca.

2.3 - MATERIAL E MÉTODOS

Dados médios foram obtidos de acessos de mandioca avaliados nos anos de 2003 a 2004 da Coleção de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém (PA), instalada em área de topografia plana, cobertura com vegetação de capoeira, clima tipo Ami, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 27ºC, umidade relativa do ar média de 82% e precipitação média anual de 2700 mm.

Cada acesso foi representado por dez plantas em fileira espaçada de 1m entre linhas e entre plantas, sendo avaliadas dentro de cada fileira somente cinco plantas competitivas. A tabela 1 mostra a relação dos acessos de mandioca, com suas respectivas procedências (localidades e municípios), assim como a forma de utilização de suas raízes (farinha e mesa).

Tabela 1- Relação dos 60 acessos de mandioca utilizados com nome vulgar, código CPATU, local de origem e forma de utilização.

CÓDIGO ACESSO	NOME VULGAR	CÓDIGO CPATU	LOCAL ORIGEM	USO
1	549	CPATU 549	Híbrido CPATU	Farinha
2	Amarela 2	CPATU 058	Cametá (PA)	Farinha
3	Amarela Amariaçu	CPATU 200	Baixo Amazonas	Farinha
4	Amarelona 2	CPATU 315	Tracuateua (PA)	Farinha
5	BGM 019- Xingu	CPATU 022	Bragança (PA)	Farinha
6	Boião	CPATU 067	Santarém (PA)	Farinha
7	Camarão 2	CPATU 188	Santarém (PA)	Farinha
8	Chapéu do Sol 1	CPATU 170	Vizeu (PA)	Farinha
9	Apinagé	CPATU 139	Santarém (PA)	Farinha
10	CPM 276	CPATU 086	Embrapa CNPMF	Farinha
11	Cultivar Precoce 2	CPATU 066	São Domingos do Capim (PA)	Farinha
12	EAB 425	CPATU 099	Embrapa CNPMF	Farinha
13	EAB 675	CPATU 104	Embrapa CNPMF	Farinha
14	EAB 676	CPATU 149	UFBA	Farinha
15	EAB 942	CPATU 112	Embrapa CNPMF	Farinha
16	Engana Ladrão	CPATU 167	Embrapa CNPMF	Farinha
17	Galibi	CPATU 004	Oiapoque (AP)	Farinha
18	IM 280	CPATU 166	CPAA Embrapa	Farinha
19	Iracema	CPATU 120	Capanema (PA)	Farinha
20	Itapuia	CPATU 121	São Domingos do Capim (PA)	Farinha
21	Lesa	CPATU 217	Oiapoque (AP)	Farinha
22	Louis Petit	CPATU 213	Oiapoque (AP)	Farinha
23	Maranhense 2	CPATU 010	Bragança (PA)	Farinha
24	Milagrosa 2	CPATU 185	Santarém (PA)	Farinha
25	Milton 2	CPATU 131	Bragança (PA)	Farinha

26	Mirin	CPATU 132	Tracuateua (PA)	Farinha
27	Pingo de Ouro	CPATU 182	Cururupu (MA)	Farinha
28	Pretinha 1	CPATU 193	São Domingos do Capim (PA)	Farinha
29	Sutinga	CPATU 047	Bragança (PA)	Farinha
30	Tapioqueira	CPATU 014	Belém (PA)	Farinha
31	Tataruaia	CPATU 033	Cametá (PA)	Farinha
32	Tucun	CPATU 028	Bragança (PA)	Farinha
33	Tumasea	CPATU 203	Oiapoque (AP)	Farinha
34	Macaxeira Amarela 1	CPATU 145	Bragança (PA)	Mesa
35	Macaxeira Bragança	CPATU 253	Bragança (PA)	Mesa
36	Macaxeira Saracura	CPATU 054	Embrapa CNPMF	Mesa
37	Macaxeira 25	CPATU 157	Oiapoque (AP)	Mesa
38	Macaxeira Água Morna	CPATU 438	Santarém (PA)	Mesa
39	Macaxeira Aipim Rosa	CPATU 053	Santo Amaro (BA)	Mesa
40	Macaxeira Altamira	CPATU 055	Altamira (PA)	Mesa
41	Macaxeira Preta 2	CPATU 243	São Domingos do Capim (PA)	Mesa
42	Macaxeira Amarela 2	CPATU 057	Santana do Araguaia (PA)	Mesa
43	Macaxeira Bahia 1	CPATU 229	Bragança (PA)	Mesa
44	Macaxeira Boa Fama	CPATU 273	Machadinha do Oeste (RO)	Mesa
45	Macaxeira Branquinha	CPATU 069	Bragança (PA)	Mesa
46	Macaxeira Cacau Amarelo	CPATU 071	Embrapa CNPMF	Mesa
47	Macaxeira Calzavara	CPATU 072	Vizeu (PA)	Mesa
48	Macaxeira Casca Roxa	CPATU 228	Santarém (PA)	Mesa
49	Macaxeira Erecta	CPATU 252	Baixo Amazonas (PA)	Mesa
50	Macaxeira Macaxeirão	CPATU 161	Bragança (PA)	Mesa
51	Macaxeira Manteiga	CPATU 250	Pedra Branca (AP)	Mesa
52	Macaxeira Maragogipe	CPATU 051	Embrapa CNPMF	Mesa
53	Macaxeira Olho Preto	CPATU 260	PA	Mesa
54	Macaxeira Pão Manaus	CPATU 158	AM	Mesa
55	Macaxeira Peruana	CPATU 045	Alenquer (PA)	Mesa
56	Macaxeira Pioneira	CPATU 199	Campinas (SP)	Mesa
57	Macaxeira Preta 1	CPATU 242	São Domingos do Capim (PA)	Mesa
58	Macaxeira Três Meses	CPATU 251	PA	Mesa
59	Macaxeira Viseu	CPATU 261	Vizeu (PA)	Mesa
60	Macaxeira Sem Nome	CPATU 290	Tabatinga (AM)	Mesa

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental (2006)

A caracterização dos acessos obedeceu a metodologia descrita por Fukuda & Guevara (1998) no manual de descritores estabelecidos para mandioca. Os descritores relacionados a caracteres de folha e pecíolo foram avaliados aos sete meses de cultivo. Já os descritores de caule e raízes foram coletados próximos e durante a colheita, respectivamente. A caracterização baseou-se nos seguintes descritores:

1. Cor da Folha Apical (CFA);
2. Pubescência do Broto Apical (PBA);
3. Forma do Lóbulo Central (FLC);
4. Cor do Pecíolo (CP);
5. Floração (FLR);
6. Cor do Córtex do Caule (CCC);
7. Comprimento da Filotaxia do Caule (CFC);
8. Cor Externa do Caule (CEC);
9. Presença de Pedúnculo nas Raízes (PPR);
10. Cor Externa da Raiz (CER);
11. Cor do Córtex da Raiz (CCR);
12. Cor da Polpa da Raiz (CPR);
13. Textura da Epiderme da Raiz (TER);

Os descritores cor da folha apical (CFA) e pubescência do broto apical (PBA) foram avaliados no campo quando as plantas apresentavam sete meses de idade. Todos os dados foram obtidos de cinco plantas úteis dentro de cada fileira com dez plantas, as quais receberam notas de identificação e registradas em planilhas de campo, da seguinte forma:

- Cor da Folha Apical (CFA)

3 – Verde Claro

5 – Verde Escuro

7 – Verde Arroxeado

9 – Roxo

- Pubescência do Broto Apical (PBA)

0 – Ausente

1 – Presente

Os descritores Forma do Lóbulo Central (FLC) e Cor do Pecíolo (CP) foram obtidos seguindo-se a padronização de tonalidades determinadas no manual.

- Forma do Lóbulo Central (FLC)

1 – Ovóide
2 – Elíptica-lanceolada
3 – Obovada-lanceolada
4 – Oblongo-lanceolada
5 – Lanceolada
6 – Reta ou Linear
7 – Pandurada
8 – Linear-piramidal
9 – Linear-pandurada
10 – Linear-hostatilobada

- Cor do Pecíolo (CP)

1 – Verde amarelado
2 – Verde
3 – Verde avermelhado
5 – Vermelho esverdeado
7 – Vermelho
9 – Roxo

A determinação da Cor Externa do Caule (CEC), Cor do Córtex do Caule (CCC) e Comprimento da Filotaxia do Caule (CFC) foram obtidos a partir de hastes com aproximadamente 60 cm, de cada uma das cinco plantas de cada acesso. Com auxílio de uma lâmina de estilete fazendo-se uma leve pressão, foi riscado sobre as hastes um quadrado, cujo objetivo era atingir as camadas mais internas do tecido que foi removido com a ponta do estilete para se observar a cor do córtex do caule. Foram atribuídas as seguintes notas aos descritores:

- Cor Externa do Caule (CEC)

3 – Laranja
4 – Verde Amarelado
5 – Dourado
6 – Marrom Claro
7 – Prateado
8 – Cinza
9 – Marrom Escuro

- Cor do Córtex do Caule (CCC)

1 – Amarelo
2 – Verde Claro

3 – Verde Escuro

O comprimento da filotaxia do caule (CFC) foi obtido a partir de uma média obtida entre as distâncias, em cm, das cicatrizes de folhas que estavam no mesmo plano, para isso utilizou-se uma régua. As médias foram obtidas a partir de 10 a 15 medições de cada haste, sendo, em seguida, obtida a média para cada planta. Após obtido as médias, atribuíram notas para cada acesso, sendo considerados:

- Comprimento da Filotaxia do Caule (CFC)

3 – Acessos cuja média da distância obtida foi menor que 8 cm;

5 – Acessos cuja média da distância obtida foi de 8 a 15 cm;

7 – Acessos com distância de filotaxia maior que 15 cm

Aos 11 meses e meio de idade, antes da colheita das raízes, iniciou-se os trabalhos de coleta de dados, no campo, para os seguintes descritores:

Para o descritor Floração (FLR) foi avaliada a presença ou ausência de flores nos acessos, estabelecendo as seguintes notas:

- Floração (FLR)

0 – Ausente

1 – Presente

Nas semanas seguintes, foi realizada a colheita das raízes (o arranquio) onde foram avaliados os seguintes descritores:

- Presença de Pedúnculo nas Raízes (PPR)

0 – Séssil

3 – Pedunculada

5 – Misto (presença de raízes sésseis e pedunculadas)

Após a colheita diária, as raízes eram lavadas em água corrente e colocadas para secar a sombra. Quando já estavam secas, as raízes de cada acesso, foram avaliadas quanto aos seguintes descritores:

- Textura da Epiderme da Raiz (TER)

3 – Lisa

7 – Rugosa

- Cor Externa da Raiz (CER)

1 – Branco ou creme

2 – Amarelo

3 – Marrom Claro

4 – Marrom Escuro

Com auxílio de um canivete, observou-se a cor do córtex da raiz (CCR). Foram atribuídas as seguintes notas para classificação:

- Cor do Córtex da Raiz (CCR)

1 – Branco ou creme

2 – Amarelo

3 – Rosado

4 – Roxo

Para o descritor cor da polpa da raiz (CPR) seccionou-se cinco raízes de cada cesso e conforme a padronização estabelecida foram classificados:

- Cor da Polpa da Raiz (CPR)

1 – Branca

2 – Creme

3 – Amarela

4 – Rosada

Como forma de estimar a variação fenotípica na coleção, foram calculados as percentagens de cada descritor nos acessos avaliados.

2.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o descritor cor da folha apical (CFA) 33,33% dos acessos apresentaram a cor verde arroxeado, em 31,67% predominou a cor verde escuro, 26,67% apresentaram a cor verde claro e o caráter roxo foi o que apresentou menor manifestação fenotípica entre os acessos avaliados , 8,33% (Figura 2).

A forma do lóbulo central (FLC) apresenta dez classes para sua classificação. A forma lanceolada predominou em 80% dos acessos avaliados, seguido da forma oblongo-lanceolada (8,33%), elíptica-lanceolada (3,33%), reta ou linear (5,00%). A forma linear-pandurada e pandurada foram as classes menos observadas nos 60 acessos avaliados com percentagem de 1,67%. As classes ovóide, obvalada-lanceolada, linear-piramidal e linear-hostatilobada não foram observadas nas caracterizações realizadas (Figura 3).

A presença da pubescência no broto apical foi observada em todos os acessos.

O descritor cor do pecíolo (Figura 4) apresentou bastante variação entre as classes caracterizadas: trinta e oito porcento (38%) dos acessos apresentaram coloração do tipo vermelho esverdeado; 13 acessos (22%) apresentaram cor roxa, já a coloração vermelho representou 15% dos acessos caracterizados. A cor verde amarelado foi encontrada em 13% dos acessos avaliados. Verde-avermelhado foi a cor com menos representatividade, 12%. A cor verde foi a classe não observada para este parâmetro.

Em 48 dos 60 acessos caracterizados, apresentavam-se em fase reprodutiva, emitindo inflorescência. Somente 12 acessos não apresentavam flores (Figura 5).

A cor do córtex do caule, apresentou 3 classes para sua representação, 32 acessos (53%) foram caracterizados como verde escuro, enquanto que a cor verde claro representou 47% (28 acessos) dos genótipos avaliados. Não houve nenhum acesso classificado para a cor amarela (Figura 6).

Para o comprimento da filotaxia, 42 acessos (70%) apresentavam comprimento médio e 18 acessos (30%) foram caracterizados com comprimento curto (Figura 7).

Na avaliação do descritor cor externa do caule (Figura 8), o mesmo foi o que apresentou maior variação entre as classes de características avaliadas, pois 32% dos acessos avaliados apresentaram coloração dourada. O tipo de cor laranja foi representado por 22% dos acessos caracterizados. A cor prateada apresentou-se em 13% dos acessos. As cores verde amarelado e marrom escuro foram igualmente representados em 8% dos acessos. A cor cinza obtida em menor proporção 5%.

Para os descritores de raiz foram obtidos os seguintes dados:

- Analisando-se a presença de pedúnculo nas raízes 73% dos acessos apresentaram raízes do tipo mista, ou seja tanto a presença de raízes sésseis quanto a presença de raízes pedunculadas, foram observadas. Somente 27% dos acessos apresentavam em seus fenótipos raízes sésseis (Figura 9).

- A cor externa da raiz apresenta quatro classes para sua caracterização: a cor marrom escuro foi a de maior predominância (42%) entre os acesso; a cor marrom claro foi caracterizada em 37% dos acessos; a cor branca ou creme foi avaliado em 17% dos fenótipos, já a cor amarela foi a que teve menor incidência entre os materiais avaliados (Figura 10).

Na cor do córtex da raiz, foram caracterizados 48% dos acessos pertencentes a classe de cor branco ou creme; 27% apresentando cor amarela; a cor roxa foi analisada em 20% e a cor rosada foi representada por apenas 5% dos acessos (Figura 11).

A Figura 12 apresenta as percentagens para a variável cor da polpa da raiz que é um descritor muito importante para os acessos que se destinam a produção de farinha. Para tanto, 47% dos acessos apresentam coloração branca, 28% foram caracterizados como amarela e 25% apresentaram coloração do tipo creme. Sanchez et al. (2000) avaliando a cor da polpa de raízes da coleção de germoplasma de mandioca de Cuba, observaram também que em 81,86% dos acessos apresentaram cor branca, seguida por raízes de cor creme (15%) e 3,14% de cor amarelas e alongadas.

A textura da epiderme da raiz é outro caráter importante para a indústria. A característica do tipo rugosa foi atestada em 93% dos acessos. Enquanto que somente 7% dos acessos foram caracterizados com textura da epiderme do tipo lisa (Figura 13).

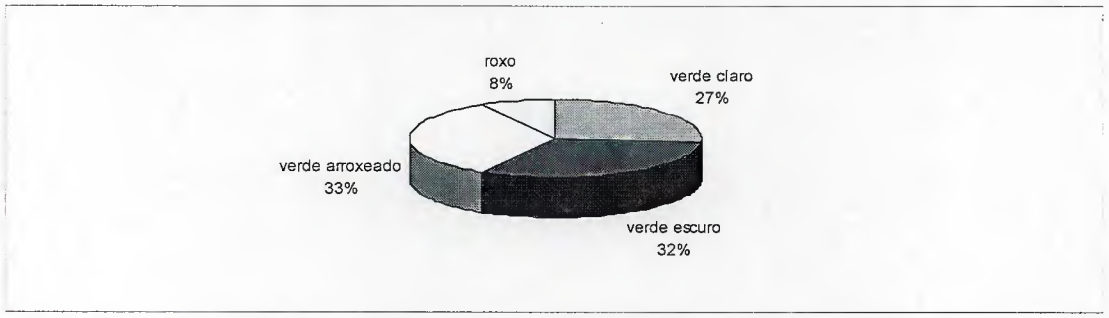


Figura 2 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica cor da folha apical.

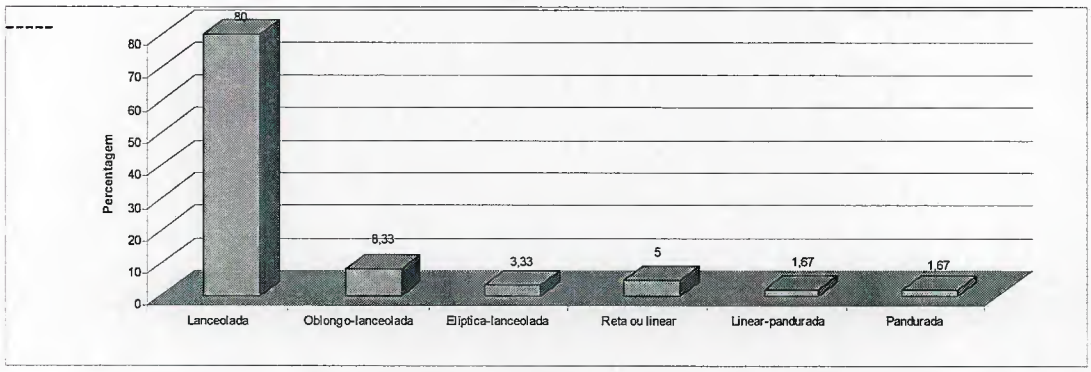


Figura 3 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica Forma do lóbulo central.

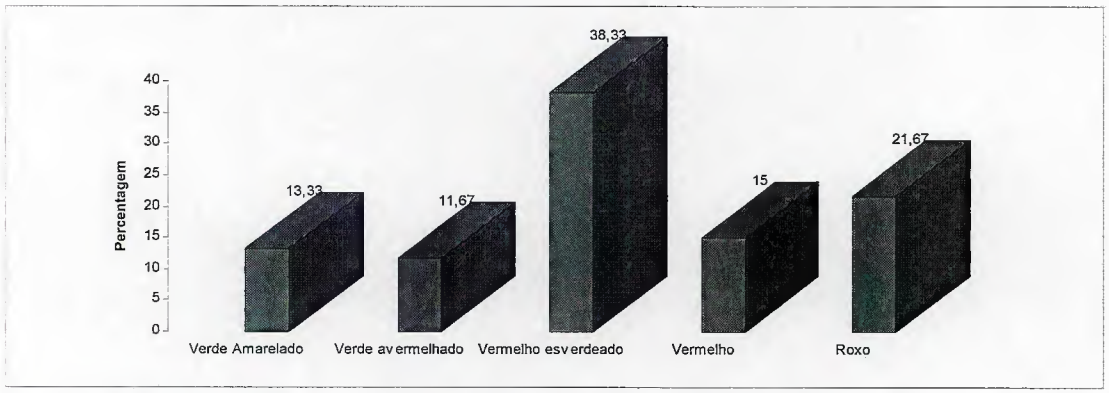


Figura 4 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica cor do pecíolo.

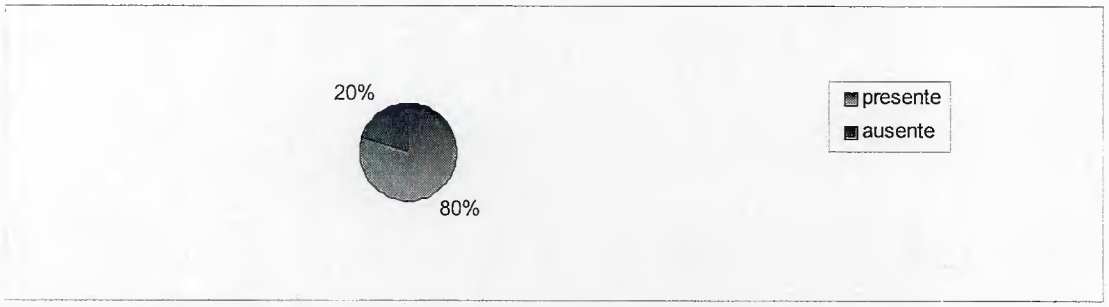


Figura 5 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a presença ou ausência de floração.

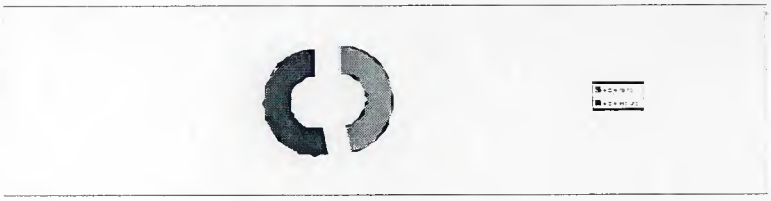


Figura 6 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica cor do córtex do caule.

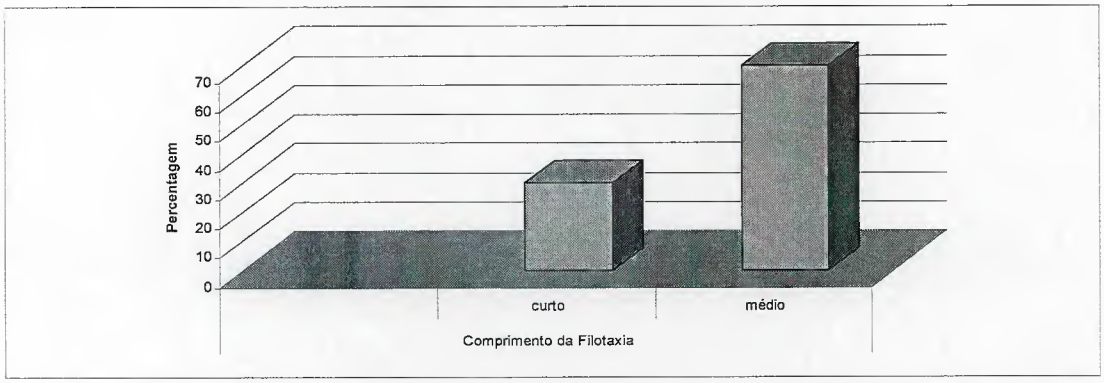


Figura 7 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica comprimento da filotáxia.

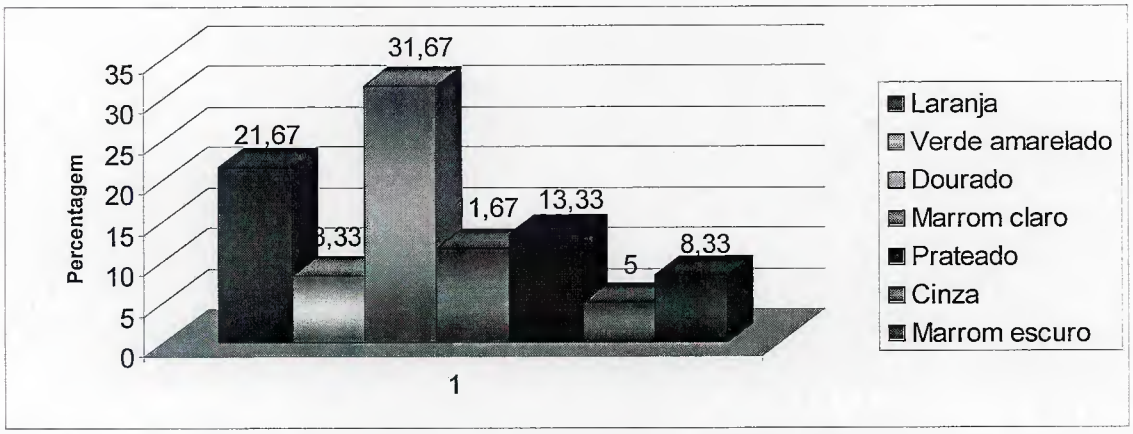


Figura 8 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica cor externa do caule.

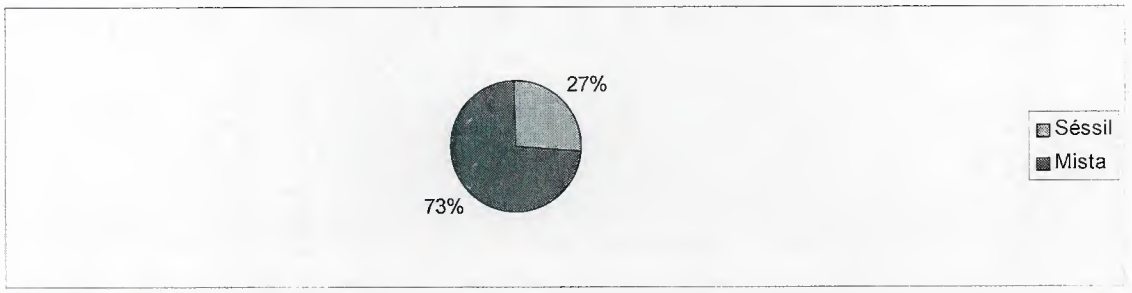


Figura 9 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação ao caráter presença de pedúnculo nas raízes.

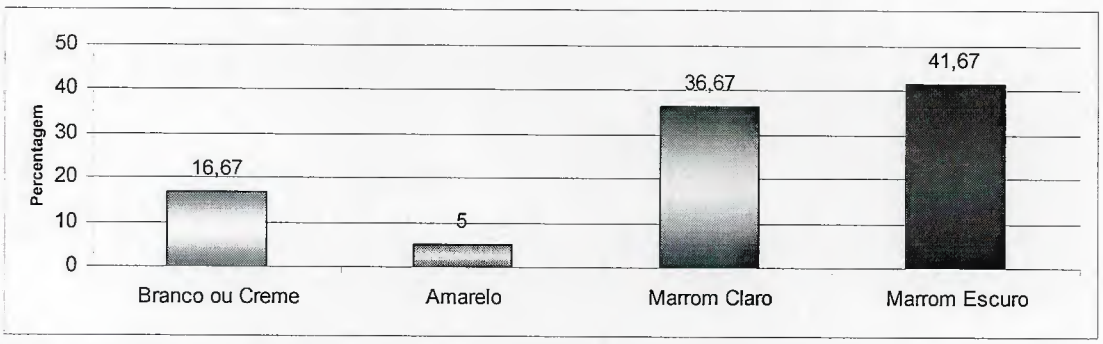


Figura 10 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica cor externa da raiz.

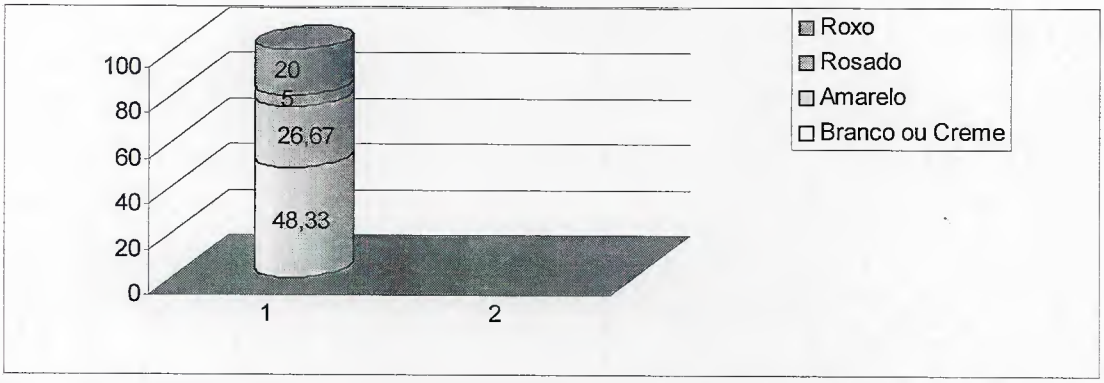


Figura 11 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica cor do córtex da raiz.

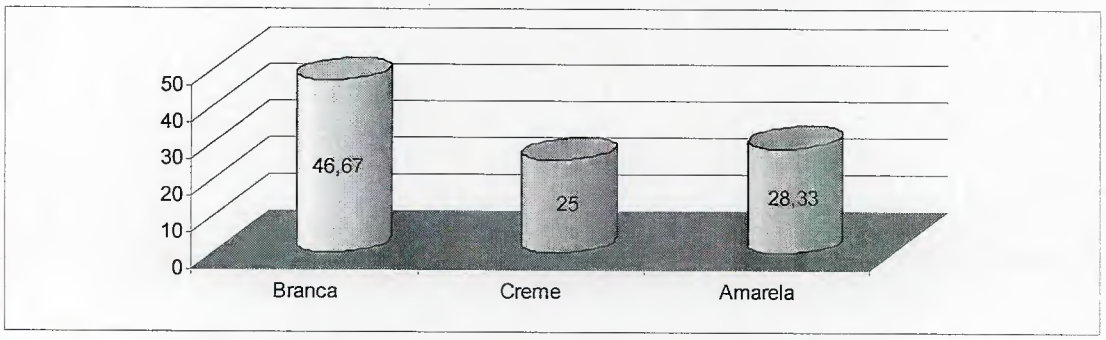


Figura 12 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica cor da polpa da raiz.

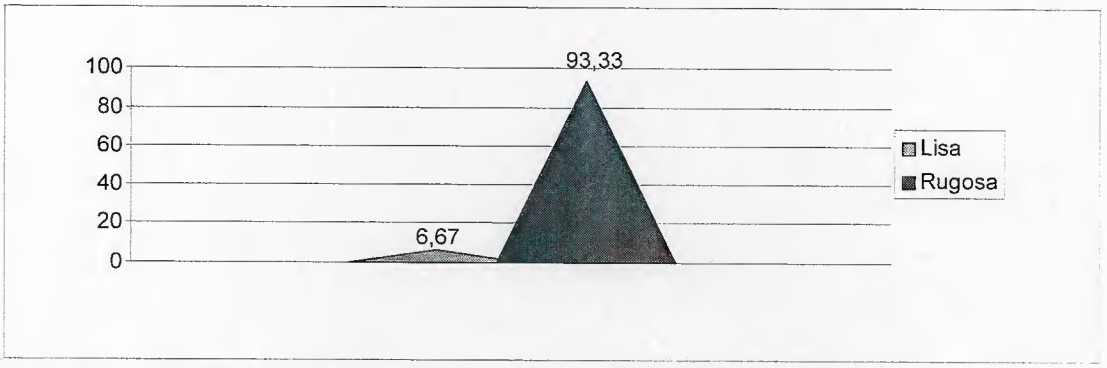


Figura 13 – Distribuição dos acessos, em percentagem, com relação a característica textura da epiderme da raiz.

2.5 - CONCLUSÃO

- Foram observados significativa variação fenotípica para os 13 caracteres analisados entre os 60 acessos estudados.

- Fica comprovado mais uma vez que esta espécie possui um grande número de fenótipos que podem ser utilizados nos trabalhos de melhoramento genético.

2.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUKUDA, W.M.G.; GUEVARA, C.L. Descritores Morfológicos e Agronômicos para caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1998, 38p. **(EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 78)**.

MILIÀN, M.; SANCHEZ, I.; RODRIGUEZ, S.; RAMIREZ,T.; CABRERA,M.; MEDERO, V.; GUERRA, D.; GUERRA, D. Caracterizacion, elaluacion y conservacion de la colección ca de germoplasma de yuca (Manihot esculenta Crantz). **In: IV International Scientific Meeting: cassava biotechnology network**, Embrapa, 1998, p.118-128.

3 DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) POR MEIO DE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

3.1 – RESUMO

SOUZA, Joelson Araújo. **Divergência genética entre acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) por meio de estatística multivariada.** Belém-Pará, 2002. 60p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia – Biologia Vegetal Tropical)[1 2]

A utilização de informações obtidas das caracterizações e avaliações em bancos de germoplasma constitui-se num passo muito importante quando se deseja estabelecer um programa de melhoramento genético para uma determinada espécie. Em mandioca, onde a variabilidade genética é significativa para vários caracteres morfo-agronômicos, atenção deve ser dada às coleções de germoplasma que armazenam grande parte destas características de interesse tanto para o mercado consumidor quanto para os melhoristas de plantas. O objetivo deste trabalho foi quantificar a dissimilaridade genética entre acessos de mandioca e avaliar a contribuição de algumas características para a variabilidade total por meio da aplicação de estatística multivariada. Sete descritores agronômicos foram utilizados para a obtenção do cálculo da divergência genética entre 60 acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca da Embrapa Amazônia Oriental, por meio da análise de agrupamento em que a medida de dissimilaridade genética utilizada foi a distância euclideana média padronizada e o método de agrupamento de otimização de Tocher. Estabeleceu-se também as correlações fenotípicas entre as características estudadas. Através das distâncias euclidianas médias padronizadas constatou-se a formação de seis grupos distintos de acessos, confirmando a presença de divergência genética. A variável índice de colheita (IC), foi a que mais contribuiu para a divergência genética estudada, explicando 81,6% da variação total entre os genótipos avaliados. No entanto, esta variável apresentou correlações negativas com os caracteres de maior interesse para a indústria como porcentagem de matéria seca (PMS) e porcentagem de amido (PA).

Termos para indexação: mandioca, *Manihot esculenta*, dissimilaridade genética, estatística multivariada; descritores agronômicos, acessos.

---

[1] Orientador: Dr. Milton Guilherme da Costa Mota

[2] Co-orientadora: Ms. Eloísa Maria Ramos Cardoso

3.2 – INTRODUÇÃO

O sucesso de um programa de melhoramento reside na existência de variabilidade na população de trabalho. Melhoristas têm recomendado, para a formação de população-base, o intercruzamento entre cultivares superiores e divergentes. Esta divergência pode ser avaliada a partir de características agronômicas, morfológicas, moleculares, dentre outras. As informações múltiplas de cada cultivar são expressas em medidas de dissimilaridade, que representam a diversidade que há no conjunto de acessos estudados. As medidas de dissimilaridade são de grande importância em estudos de divergência genética, em que se procura identificar genitores a serem utilizados em programas de hibridação (Cruz, 2001).

O estudo da diversidade genética entre um conjunto de acessos é feito a partir de um conjunto de informações que, em alguns casos, necessita da avaliação de muitos caracteres, demandando grande mão de obra e custo. Nestes estudos, é necessário avaliar a importância de cada um deles para a diversidade, identificando-se aqueles que menos contribuem, sendo recomendável seus descartes em estudos futuros. Caracteres passíveis de descarte, em estudos de diversidade genética, são aqueles invariantes ou redundantes. Outros critérios também podem ser considerados na definição da importância do caráter, como sua estabilidade, custo e facilidade de medição, dentre outros (Cruz, 2001).

A utilização de informações obtidas das caracterizações e avaliações em bancos de germoplasma constitui-se num passo muito importante quando se deseja estabelecer um programa de melhoramento genético para uma determinada espécie. Em mandioca, onde a variabilidade genética é significativa para vários caracteres morfo-agronômicos, atenção deve ser dada às coleções de germoplasma que armazenam grande parte destas características de interesse tanto para o mercado consumidor quanto para os melhoristas de plantas.

Este trabalho teve como objetivo quantificar a dissimilaridade genética entre 60 acessos de mandioca e avaliar a contribuição de algumas características para a variabilidade total por meio da aplicação de estatística multivariada estabelecendo suas correlações.

3.3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com 60 acessos de mandioca provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará.

Para obtenção dos dados, todos os acessos foram plantados em fileira simples no espaçamento de 1x1m, sendo avaliados cinco plantas competitivas de cada acesso. As avaliações foram realizadas quando as plantas apresentavam 12 meses de idade.

Anotaram-se dados referentes a sete descritores agronômicos relacionados abaixo:

- DESCRITORES AGRONÔMICOS

1. Peso da Parte Aérea (PPA);
2. Número de Raízes (NR);
3. Peso Médio de Raízes (PMR);
4. Número de Raízes Podres (NRP);
5. Índice de Colheita (IC);
6. Porcentagem de Matéria Seca (PMS)
7. Porcentagem de Amido (PA).

- Peso da Parte Aérea (PPA): Expresso em kg, valor obtido a partir dos pesos de folhas e caules.

- Número de Raízes (NR): Avaliado na época da colheita. Obtido por simples contagem.

- Peso médio de Raízes (PMR): Expresso em kg, obtido pela média dos pesos das raízes das cinco plantas avaliadas de cada acesso.

- Número de Raízes Podres (NRP): Avaliado na época da colheita. Obtido por simples contagem.

- Índice de Colheita (IC): Expresso em %, valor obtido através da relação entre o Peso de raízes e o Peso Total da Planta (Peso de raízes + Peso parte aérea).

- Porcentagem de Matéria Seca (PMS): Expresso em %, obtido a partir de uma amostra de 3 kg de raízes tuberosas, conforme metodologia descrito por Grossmann e Freitas (1950) através do Método da Balança Hidrostática.

- Porcentagem de Amido (PA): Expresso em %, obtido a partir de uma amostra de 3 kg de raízes tuberosas, segundo Grossmann e Freitas (1950) através do Método da Balança Hidrostática.

Para cada descritor avaliado foi obtida média com base nas cinco plantas competitivas de cada acesso.

Na análise estatística dos dados, empregou-se o Programa GENES (Cruz 2001), desenvolvido pelo Setor de Genética do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

A divergência genética foi estimada por análise de agrupamento, em que a medida de dissimilaridade utilizada foi a distância euclidiana média padronizada, e o método de agrupamento, o de otimização de Tocher. A formação dos grupos teve como critério o valor máximo da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias envolvendo cada progenitor.

A padronização dos dados foi realizada de acordo com Cruz e Regazzi (1994), por:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij}}{S(X_j)}$$

em que $S(x_j)$ é o desvio-padrão dos dados do j-ésimo caráter então,

$$d_{ii'} = \sqrt{1/n \sum_j (x_{ij} - x_{i'j})^2}$$

é a distância euclidiana média baseada em dados padronizados, em que *n* é o número de caracteres analisados, e X_{ij} é a observação no i-ésimo progenitor (i= 1, 2, ...p), em referência ao j-ésimo caráter (j= 1, 2, ...n) estudado.

Foram estimadas também as correlações de Pearson para as sete características avaliadas entre os acessos.

3.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os valores médios obtidos para os diferentes caracteres e a contribuição relativa de cada um para a variação estudada. Com relação aos caracteres que mais contribuíram para a divergência, destacou-se o índice de colheita (IC), com 81,60% de variação total disponível entre os genótipos avaliados. Por outro lado, o peso médio de raízes (PMR) contribuiu com apenas 1,50% da variação total disponível.

Como pode ser observado na tabela 2, o acesso Macaxeira Saracura apresentou a maior média de peso de raízes (8,68 Kg/planta), seguido do acesso Macaxeira 25 (8,20 Kg/planta) e do acesso Maranhense 2 (7,50 Kg/planta).

Os acessos que não apresentaram número de raízes podres (NRP) foram: Amarela Amariaçu, Tataruaia, ambos pertencente a classe para produção de farinha, seguidos pelos acessos Macaxeira Bragança e Macaxeira 25. Segundo Fukuda (1996), para a Região Norte, os principais fatores bióticos e abióticos que afetam a produtividade do cultivo da mandioca são: falta de resistência à podridão de raízes e adaptação a condições de várzea e terra firme da Amazônia. Considerando que a maioria dos acessos fora coletado na região, sugere-se que esses acessos possam ser utilizados como progenitores em futuros programas de melhoramento visando resistência à podridão de raízes.

O acesso Tapioqueira foi o que apresentou maior média para os caracteres porcentagem de matéria seca (PMS) e porcentagem de amido.

Tabela 2- Valores médios não transformados dos caracteres Peso da Parte Aérea (PPA), Número de Raízes (NR), Peso médio de Raízes (PMR), Número de Raízes Podres (NRP), Índice de Colheita (IC), Porcentagem de Matéria Seca (PMS) e Porcentagem de Amido (PA) para os 60 acessos do BAG de mandioca da Embrapa Amazônia Oriental. Belém (PA).

Nº	Nome vulgar (Acessos)	PPA	NR	PMR	NRP	IC (%)	PMS	PA	Uso
1	549	1,30	3,00	0,96	6,00	42,00	32,39	27,74	F
2	Amarela 2	2,32	6,20	3,64	1,00	61,07	29,00	24,35	F
3	Amarela Amariaçu	0,92	7,20	2,80	0,00	75,26	33,52	28,87	F
4	Amarelona	4,90	3,50	2,12	1,00	50,00	29,85	25,20	F
5	BGM 019 – Xingu	2,88	9,40	5,20	1,40	64,35	32,11	27,46	F
6	Boião	1,28	8,00	4,40	0,80	83,33	30,98	26,33	F
7	Camarão 2	0,88	4,00	2,00	2,00	69,44	34,93	30,28	F
8	Chapéu do Sol 1	1,36	9,40	4,76	0,60	77,77	29,85	25,20	F
9	Apinagé	1,25	4,75	2,65	7,00	67,94	31,54	26,89	F
10	CPM 276	0,56	4,60	1,28	1,80	69,56	25,90	21,25	F

Nº	Nome vulgar	PPA	NR	PMR	NRP	IC (%)	PMS	PA	Uso
11	Cultivar Precoce 2	1,65	4,20	3,25	0,80	66,32	29,85	25,20	F
12	EAB 425	1,84	10,40	3,80	1,60	67,37	24,21	19,56	F
13	EAB 675	2,80	7,40	2,64	0,60	48,52	33,46	28,81	F
14	EAB 676	1,90	9,00	1,20	1,00	73,17	28,02	23,37	F
15	EAB 942	2,48	13,60	6,44	1,00	64,91	32,67	28,02	F
16	Engana Ladrão	2,00	8,00	2,50	1,50	55,55	27,88	23,23	F
17	Galibi - PA	1,20	7,00	2,72	0,60	69,38	31,08	26,43	F
18	IM 280	1,84	4,80	3,96	1,40	68,27	30,98	26,33	F
19	Iracema	1,88	8,80	5,48	1,40	74,45	32,11	27,46	F
20	Itapuia	1,40	5,80	2,80	1,20	72,91	25,34	20,69	F
21	Lesa	4,80	8,00	3,35	2,40	40,00	35,21	30,56	F
22	Louis Petit	7,36	13,40	5,60	2,20	43,20	33,40	28,75	F
23	Maranhense 2	5,00	4,40	7,50	0,80	68,90	32,67	28,02	F
24	Milagrosa 2	3,46	13,60	5,00	2,30	74,50	27,59	22,94	F
25	Milton 2	6,24	11,60	5,00	5,40	44,48	28,27	23,62	F
26	Mirin	2,20	4,40	1,64	0,20	42,70	36,62	31,97	F
27	Pingo de Ouro	0,80	3,60	1,00	0,80	86,20	27,03	22,38	F
28	Pretinha 1	1,44	4,40	1,44	1,40	50,00	35,21	30,56	F
29	Sutinga	1,60	8,00	5,52	1,00	51,28	30,98	26,33	F
30	Tapioqueira	4,16	7,00	3,60	0,20	46,39	36,90	32,25	F
31	Tataruaia	1,20	3,00	2,10	0,00	69,23	26,18	21,53	F
32	Tucun	1,28	10,80	3,20	1,00	83,33	30,41	25,76	F
33	Tumasea	1,49	2,75	2,59	0,10	63,40	33,23	28,58	F
34	Macaxiera Amarela 1	2,35	7,00	3,30	4,00	34,72	39,96	26,33	M
35	Macaxeira Bragança	2,20	6,00	3,96	0,00	64,28	30,18	25,53	M
36	M. Saracura - BA	4,28	15,60	8,68	1,00	66,97	32,95	28,30	M
37	Macaxeira 25	5,20	7,60	8,20	0,00	55,10	32,67	28,02	M
38	Macaxeira Água Morna	1,40	11,60	3,76	2,00	72,86	33,23	28,58	M
39	Macaxeira Aipim Rosa	2,38	7,60	3,20	0,60	57,55	31,26	26,61	M
40	Macaxeira Altamira	1,52	8,00	2,56	1,20	62,74	29,85	25,20	M
41	Macaxeira Preta 2	1,68	12,10	3,76	0,60	69,11	32,11	27,46	M
42	Macaxeira Amarela 2	2,40	13,20	2,92	1,40	58,87	30,98	26,33	M
43	Macaxeira Bahia	4,96	8,40	6,40	1,00	56,33	35,60	30,95	M
44	Macaxeira Boa Fama	1,60	6,40	4,06	2,00	71,83	28,16	23,51	M
45	Macaxeira Branquinha	1,84	5,00	3,72	0,20	66,90	32,95	28,30	M
46	Macaxeira Cacau Amarelo	1,12	11,40	2,52	1,20	69,23	26,47	21,82	M
47	Macaxeira Calzavara	4,92	10,20	3,60	1,00	65,69	34,36	29,71	M
48	Macaxeira Casca Roxa	5,32	11,00	5,48	0,00	50,74	31,54	26,89	M
49	Macaxeira Erecta	4,28	5,00	1,48	3,40	25,69	32,39	27,74	M
50	Macaxeira Macaxeirão	4,80	8,40	6,92	1,00	62,90	34,64	29,99	M
51	Macaxeira Manteiga	0,92	6,80	1,80	0,40	66,17	24,44	19,79	M
52	Macaxeira Maragogipe	1,80	5,60	6,00	13,00	79,54	33,80	29,15	M
53	Macaxeira Olho Preto	2,84	10,80	3,92	0,40	57,98	34,36	29,71	M
54	Macaxeira Pão Manaus	4,80	6,00	5,20	1,00	56,03	32,39	27,74	M
55	Macaxeira Peruana	1,70	8,40	3,08	0,40	68,14	33,80	29,15	M
56	Macaxeira Pioneira	0,88	6,00	2,20	0,40	73,33	27,03	22,38	M
57	Macaxeira Preta 1	0,88	3,00	0,56	1,00	53,84	27,03	22,38	M
58	Macaxeira Três Meses	1,80	3,60	1,68	0,40	67,74	32,67	28,02	M

Nº	Nome vulgar	PPA	NR	PMR	NRP	IC (%)	PMS	PA	Uso
59	Macaxeira Vizeu	4,80	8,60	5,32	0,20	52,56	36,90	32,25	M
60	Sem Nome – AP	2,32	4,00	3,17	0,00	21,73	33,23	28,58	M
	Médias	2,54	7,52	3,66	1,47	61,56	31,40	26,61	-
	Contribuição para Divergência Genética (%)	1,17	4,50	1,50	1,89	81,60	4,97	4,40	-

F: Farinha; M: Mesa

O método de Tocher aplicado à matriz de distâncias euclidianas, discriminou seis grupos de similaridade (Tabela 3). O agrupamento I, composto por 46 acessos, foi o mais numeroso, representando mais de 70% dos materiais analisados, tendo 26 acessos pertencentes ao grupo farinha e 20 acessos pertencentes ao grupo macaxeira. Os agrupamentos II e III com cinco acessos cada. O IV agrupamento reuniu dois acessos, seguidos do agrupamento V e VI constituídos por apenas um acesso cada. Observa-se que esse método de agrupamento foi eficiente em discriminar os acessos quanto à diversidade. Observou-se também que o acesso Macaxeira Maragogipe foi o mais divergente em relação aos outros acessos agrupados.

Com base nos grupos formados pelo método de Tocher, para as sete características avaliadas entre os genótipos, pode-se recomendar o cruzamento entre os acessos Macaxeira Saracura x Macaxeira 25 quando se desejar aumentar a produção média de raízes. (PA).

Tabela 3- Grupos obtidos pelo método de otimização de Tocher, de acordo com as dissimilaridades estimadas pela distância euclidiana média padronizada utilizando sete descritores avaliados em 60 acessos de mandioca.

GRUPO	ACESSOS
I	43 50 59 54 37 23 48 47 05 53 30 21 13 39 55 45 19 29 35 18 41 17 02
	40 11 03 38 06 08 42 58 33 44 32 16 15 07 14 28 04 56 46 24 20 31 26
II	10 51 57 27 12
III	01 09 49 34 60
IV	22 25
V	36
VI	52

Analisando-se as correlações fenotípicas entre os sete caracteres avaliados, observa-se que o PPA obteve uma correlação negativa com o caráter IC altamente significativa (1%) pelo teste t.

Como a variável que mais contribuiu para a divergência foi o índice de colheita (IC), analisou-se as suas correlações com outras variáveis.

De posse da tabela 4, pode-se observar que houve uma correlação negativa e altamente significativa entre a variável peso de parte aérea (PPA) e índice de colheita. Dados semelhantes foram obtidos por Fukuda et al. (1987).

Quando se contrasta as variáveis peso médio de raízes (PMR), número de raízes (NR) com a variável índice de colheita (IC), as correlações não foram significativas. Deste modo sugere-se que o índice de colheita não foi um bom parâmetro para estimar a divergência para este grupo de 60 acessos, pois seus valores médios (Tabela 3) foram altos devido o peso da parte aérea (PPA) ter sido inferior em relação ao peso médio de raízes (PMR). Fukuda et al. (1987) também observou os mesmos parâmetros ao estudar a identificação de melhores critérios de seleção em populações segregantes de mandioca, relatando que índices de colheita altos não refletem uma boa produção de raiz, sendo mais eficiente se trabalhar com o peso total da planta acompanhado de um índice de colheita em torno de 50%.

O índice de colheita ainda apresentou correlações negativas e altamente significativas quando contrastado com a porcentagem de matéria seca (PMS) e porcentagem de amido (PA).

As tabelas 2 e 4 mostram que os caracteres porcentagem de matéria seca (PMS) e porcentagem de amido (PA) são altamente correlacionados e, que ambos são muito importantes tanto para os acessos de uso na indústria como para consumo "in natura". As suas correlações negativas com a variável índice de colheita demonstram um certo desequilíbrio no rendimento de raízes com a produção da parte aérea. Pois, em condições normais de produção, é de se esperar que a produção de raízes esteja em equilíbrio com a parte aérea, estabelecendo conseqüentemente valores significativos para o índice de colheita.

O caráter peso médio de raízes (PMR) apresentou correlações positivas e significativas quando analisados em conjunto com as variáveis porcentagem de matéria seca (PMS) e porcentagem de amido (PA).

Tabela 4- Estimativas das Correlações de Pearson entre sete caracteres avaliados em 60 acessos de mandioca.

Caráter	NR	PMR	NRP	IC	PMS	PA
PPA	0,3528 **	0,5844 **	0,0206 n.s	- 0,4783 **	0,3704 **	0,3994 **
NR		0,5186 **	- 0,0654 n.s	0,1151 n.s	0,0275 n.s	0,0373 n.s
PMR			0,0756 n.s	0,0638 n.s	0,2865 *	0,3140 *
NRP				- 0,0721 n.s	0,0775 n.s	0,0228 n.s
IC					- 0,4168 **	- 0,3458 **
PMS						0,9372 **

PPA: Peso da Parte Aérea, NR: Número de Raízes, PMR: Peso médio de Raízes, NRP: Número de Raízes Podres, IC: Índice de Colheita, PMS: Porcentagem de Matéria Seca; PA: Porcentagem de Amido.

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

n.s : não significativo

Tendo como base os valores apresentados na tabela 5, as variáveis que apresentaram médias foram: índice de colheita (61,56%), porcentagem de matéria seca (31,40%) e porcentagem de amido (26,61%).

Com relação aos caracteres relacionados à produção de raízes, observou-se que o caráter número de raízes (NR), foi o que apresentou valor máximo de 15,60 raízes/planta. Já o caráter que apresentou valor zero entre as variáveis analisadas foi número de raízes podres (NRP).

Tabela 5- Dissimilaridades fenotípicas médias, mínimos e máximos obtidos pela distância euclidiana média padronizada utilizando sete descritores e 60 acessos de mandioca.

VARIÁVEL	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO
PPA	2,54 ± 1,61	0,56	7,36
NR	7,52 ± 3,16	2,75	15,60
PMR	3,66 ± 1,83	0,56	8,68
NRP	1,47 ± 2,05	0,00	13,00
IC	61,56 ± 13,46	21,73	86,20
PMS	31,40 ± 3,32	24,21	39,96
PA	26,61 ± 3,13	19,56	32,25

Como mostra a tabela 3, não foi possível discriminar os acessos, dentro dos grupos, pertencentes as classes de macaxeira e mandioca. Desta forma, procedeu-se as análises dentro de cada classe.

A tabela 6 mostra os valores médios obtidos para os setes caracteres avaliados em 33 acessos de mandioca.

As melhores médias observadas para o caráter peso médio de raízes (RMR) foram obtidas através dos seguintes acessos: Maranhense 2 (7,50 Kg/planta), EAB 942 (6,44 Kg/planta) e Louis Petit (5,60 Kg/planta).

Dentro dessa classe de acessos destinada a produção de farinha, observou-se que os caracteres porcentagem de matéria seca (PMS) e porcentagem de amido (PA) são, provavelmente, correlacionados positivamente, pois os acessos Tapioqueira, Mirin e Pretinha 1, apresentaram médias significativas, para as duas variáveis, numa ordem decrescente de valores mensurados.

Analisando-se o caráter que mais contribuiu para a divergência genética desse grupo de acessos, observou-se novamente que o índice de colheita (IC) influenciou com 81,59% a variação total disponível.

Tabela 6- Valores médios não transformados dos caracteres Peso da Parte Aérea (PPA), Número de Raízes (NR), Peso médio de Raízes (PMR), Número de Raízes Podres (NRP), Índice de Colheita (IC), Porcentagem de Matéria Seca (PMS) e Porcentagem de Amido (PA) para os 33 acessos de mandioca do BAG da Embrapa Amazônia Oriental. Belém (PA).

Nº	Nome vulgar (Acessos)	PPA	NR	PMR	NRP	IC (%)	PMS	PA	Uso
1	549	1,30	3,00	0,96	6,00	42,00	32,39	27,74	F
2	Amarela 2	2,32	6,20	3,64	1,00	61,07	29,00	24,35	F
3	Amarela Amariaçu	0,92	7,20	2,80	0,00	75,26	33,52	28,87	F
4	Amarelona	4,90	3,50	2,12	1,00	50,00	29,85	25,20	F
5	BGM 019 - Xingu	2,88	9,40	5,20	1,40	64,35	32,11	27,46	F
6	Boião	1,28	8,00	4,40	0,80	83,33	30,98	26,33	F
7	Camarão 2	0,88	4,00	2,00	2,00	69,44	34,93	30,28	F
8	Chapéu do Sol 1	1,36	9,40	4,76	0,60	77,77	29,85	25,20	F
9	Apinagé	1,25	4,75	2,65	7,00	67,94	31,54	26,89	F
10	CPM 276	0,56	4,60	1,28	1,80	69,56	25,90	21,25	F
11	Cultivar Precoce 2	1,65	4,20	3,25	0,80	66,32	29,85	25,20	F
12	EAB 425	1,84	10,40	3,80	1,60	67,37	24,21	19,56	F
13	EAB 675	2,80	7,40	2,64	0,60	48,52	33,46	28,81	F
14	EAB 676	1,90	9,00	1,20	1,00	73,17	28,02	23,37	F
15	EAB 942	2,48	13,60	6,44	1,00	64,91	32,67	28,02	F
16	Engana Ladrão	2,00	8,00	2,50	1,50	55,55	27,88	23,23	F
17	Galibi - PA	1,20	7,00	2,72	0,60	69,38	31,08	26,43	F
18	IM 280	1,84	4,80	3,96	1,40	68,27	30,98	26,33	F
19	Iracema	1,88	8,80	5,48	1,40	74,45	32,11	27,46	F

20	Itapuia	1,40	5,80	2,80	1,20	72,91	25,34	20,69	F
21	Lesa	4,80	8,00	3,35	2,40	40,00	35,21	30,56	F
22	Louis Petit	7,36	13,40	5,60	2,20	43,20	33,40	28,75	F
23	Maranhense 2	5,00	4,40	7,50	0,80	68,90	32,67	28,02	F
24	Milagrosa 2	3,46	13,60	5,00	2,30	74,50	27,59	22,94	F
25	Milton 2	6,24	11,60	5,00	5,40	44,48	28,27	23,62	F
26	Mirin	2,20	4,40	1,64	0,20	42,70	36,62	31,97	F
27	Pingo de Ouro	0,80	3,60	1,00	0,80	86,20	27,03	22,38	F
28	Pretinha 1	1,44	4,40	1,44	1,40	50,00	35,21	30,56	F
29	Sutinga	1,60	8,00	5,52	1,00	51,28	30,98	26,33	F
30	Tapioqueira	4,16	7,00	3,60	0,20	46,39	36,90	32,25	F
31	Tataruaia	1,20	3,00	2,10	0,00	69,23	26,18	21,53	F
32	Tucun	1,28	10,80	3,20	1,00	83,33	30,41	25,76	F
33	Tumasea	1,49	2,75	2,59	0,10	63,40	33,23	28,58	F
	Médias	2,35	7,09	3,40	1,53	63,19	30,89	26,24	-
	Contribuição para Divergência Genética (%)	1,27	4,74	1,29	1,22	81,62	4,93	4,93	-

F: Farinha

Na tabela 7 são mostrados os grupos formados pelo método de Tocher, segundo as dissimilaridades estimadas pela distância euclidiana média padronizada.

Dentro dessa classe para produção de farinha, houve a formação de oito grupos de similaridade. O primeiro grupo foi o mais numeroso com 20 acessos, representando aproximadamente 60% dos acessos analisados, seguido do segundo grupo com 04 (quatro) acessos. O terceiro, quarto e quinto grupos foram representados por 02 (dois) acessos cada um. Já o sexto, sétimo e oitavo grupos tiveram em sua composição somente um acesso.

Tabela 7- Grupos obtidos pelo método de otimização de Tocher, de acordo com as dissimilaridades estimadas pela distância euclidiana média padronizada utilizando sete descritores avaliados em 33 acessos de mandioca.

GRUPO	ACESSOS
I	11 18 02 17 16 08 06 19 32 05 03 29 14 33 13 07 20 31 10 27
II	26 28 30 21
III	12 24
IV	01 09
V	22 25
VI	15
VII	04
VIII	23

A tabela 8 mostra os valores médios obtidos para os setes caracteres avaliados em 27 acessos de macaxeira.

Através da tabela 8, o acesso Macaxeira Saracura foi o que apresentou a maior média de peso de raízes (8,68 Kg/planta), seguido do acesso Macaxeira 25 (8,20 Kg/planta)

Dentro dessa classe de acessos destinada a produção de raízes para "mesa", observou-se que os caracteres porcentagem de matéria seca (PMS) e porcentagem de amido (PA) não são correlacionados, pois os acessos Macaxeira Amarela 1, Macaxeira Vizeu e Macaxeira Bahia, que se destacaram para a porcentagem de matéria seca, não apresentaram médias significativas, para a porcentagem de amido, numa ordem decrescente de valores mensurados.

Tabela 8- Valores médios não transformados dos caracteres Peso da Parte Aérea (PPA), Número de Raízes (NR), Peso médio de Raízes (PMR), Número de Raízes Podres (NRP), Índice de Colheita (IC), Porcentagem de Matéria Seca (PMS) e Porcentagem de Amido (PA) para os 27 acessos de macaxeira do BAG da Embrapa Amazônia Oriental. Belém (PA).

Nº	Nome vulgar (Acessos)	PPA	NR	PMR	NRP	IC (%)	PMS	PA	Uso
01	Macaxiera Amarela 1	2,35	7,00	3,30	4,00	34,72	39,96	26,33	M
02	Macaxeira Bragança	2,20	6,00	3,96	0,00	64,28	30,18	25,53	M
03	M. Saracura - BA	4,28	15,60	8,68	1,00	66,97	32,95	28,30	M
04	Macaxeira 25	5,20	7,60	8,20	0,00	55,10	32,67	28,02	M
05	Macaxeira Água Morna	1,40	11,60	3,76	2,00	72,86	33,23	28,58	M
06	Macaxeira Aipim Rosa	2,38	7,60	3,20	0,60	57,55	31,26	26,61	M
07	Macaxeira Altamira	1,52	8,00	2,56	1,20	62,74	29,85	25,20	M
08	Macaxeira Preta 2	1,68	12,10	3,76	0,60	69,11	32,11	27,46	M
09	Macaxeira Amarela 2	2,40	13,20	2,92	1,40	58,87	30,98	26,33	M
10	Macaxeira Bahia	4,96	8,40	6,40	1,00	56,33	35,60	30,95	M
11	Macaxeira Boa Fama	1,60	6,40	4,06	2,00	71,83	28,16	23,51	M
12	Macaxeira Branquinha	1,84	5,00	3,72	0,20	66,90	32,95	28,30	M
13	Macaxeira Cacau Amarelo	1,12	11,40	2,52	1,20	69,23	26,47	21,82	M
14	Macaxeira Calzavara	4,92	10,20	3,60	1,00	65,69	34,36	29,71	M
15	Macaxeira Casca Roxa	5,32	11,00	5,48	0,00	50,74	31,54	26,89	M
16	Macaxeira Erecta	4,28	5,00	1,48	3,40	25,69	32,39	27,74	M
17	Macaxeira Macaxeirão	4,80	8,40	6,92	1,00	62,90	34,64	29,99	M
18	Macaxeira Manteiga	0,92	6,80	1,80	0,40	66,17	24,44	19,79	M
19	Macaxeira Maragogipe	1,80	5,60	6,00	13,00	79,54	33,80	29,15	M
20	Macaxeira Olho Preto	2,84	10,80	3,92	0,40	57,98	34,36	29,71	M
21	Macaxeira Pão Manaus	4,80	6,00	5,20	1,00	56,03	32,39	27,74	M
22	Macaxeira Peruana	1,70	8,40	3,08	0,40	68,14	33,80	29,15	M
23	Macaxeira Pioneira	0,88	6,00	2,20	0,40	73,33	27,03	22,38	M
24	Macaxeira Preta 1	0,88	3,00	0,56	1,00	53,84	27,03	22,38	M
25	Macaxeira Três Meses	1,80	3,60	1,68	0,40	67,74	32,67	28,02	M

26	Macaxeira Vizeu	4,80	8,60	5,32	0,20	52,56	36,90	32,25	M
27	Sem Nome – AP	2,32	4,00	3,17	0,00	21,73	33,23	28,58	M
	Médias	2,78	8,05	3,98	1,40	59,58	32,03	27,05	-
	Contribuição para Divergência Genética (%)	1,05	4,18	1,73	2,74	81,59	4,89	3,81	-

M: Mesa

O índice de colheita mais uma vez foi o caráter que mais contribuiu para a divergência genética desse grupo de acessos com 81,59% da variação total disponível.

Na tabela 9 são mostrados os grupos formados pelo método de Tocher, segundo as dissimilaridades estimadas pela distância euclidiana média padronizada.

Tabela 9- Grupos obtidos pelo método de otimização de Tocher, de acordo com as dissimilaridades estimadas pela distância euclidiana média padronizada utilizando sete descritores avaliados em 27 acessos de macaxeira.

GRUPO	ACESSOS												
	10	17	26	14	21	04	15	20	06	22	12	02	08
I	05	09	07	25	11	23	13	03	27	01	16	24	18
II	19												

Dentro dessa classe para produção de raízes para "mesa", houve a formação de somente dois grupos de similaridade. O primeiro grupo foi o mais numeroso com 26 acessos, representando aproximadamente quase a totalidade dos acessos analisados, seguido do segundo grupo com 01 (um) acesso. Deste modo, pode-se predizer que através das divergências genéticas estimadas e observadas que dentro desse grupo, os acessos são similares. Somente o acesso Macaxeira Maragogipe pode-se considerar como o mais divergente entre os acessos.

3.5 - CONCLUSÃO

- Os sete descritores utilizados foram eficientes em quantificar a diversidade do germoplasma estudado por meio da distância euclidiana média padronizada;

- Considerando-se as estimativas de médias dos caracteres PMR, PMS e PA obtidos por vários acessos e estimativas positivas de correlações entre eles, sugere-se a possibilidade de combiná-los com perspectiva de ganhos por seleção;

- Não foi possível discriminar os grupos mandioca e macaxeira.

3.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C.D. **Programa Genes versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa (MG): UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1994, 394p.

FUKUDA, W.M.;CALDAS, R.C.; MELO, Q.M.S.; QUEIROZ, G.M. Critérios de seleção em populações segregantes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Mandioca**, v.6, n.2, p.41-55, 1987.

FUKUDA, W.M.G. Mandioca: estratégia para um programa de melhoramento genético. Cruz das Almas: **Embrapa-CNPMF**, 1996. 35p. (Embrapa-CNPMF. Documentos, 71).

GROSSMANN, I.; FREITAS, A.C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agronômica**, Porto Alegre, v.160-162, p.75-80, 1950.

SINGH, D. The relative importance os characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v.41, n.2, p. 237-245, 1981.

ANEXO

Tabela 5 - Matriz de Dissimilaridade Genética, obtida a partir da Distância Euclideana Média padronizada, entre 60 acessos de mandioca do BAG da Embrapa Amazônia Oriental

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	1.40	1.59	1.36	1.61	1.78	1.18	1.84	0.87	1.56	1.35	2.04	1.25	1.64	2.06	1.37	1.41	1.33	1.71	1.78	1.39	2.24	2.03	2.12	1.89	1.31	1.81	1.01	1.49	1.64	1.71	1.84	1.29	1.21	1.52	2.58	2.18	1.64	1.34	1.33	1.76	1.65	1.93	1.52	1.43	1.86	1.78	1.99	1.00	1.98	1.87	2.01	1.66	1.60	1.51	1.68	1.33	1.28	1.93	1.36
2		0.95	0.83	0.74	0.79	1.16	0.70	1.25	0.89	1.36	0.97	0.87	0.72	1.22	0.42	0.54	0.45	0.81	0.75	1.37	1.77	1.22	1.09	1.49	1.45	1.06	1.21	0.64	1.45	0.79	0.90	0.88	1.57	0.29	1.73	1.34	1.05	0.44	0.39	0.92	0.92	1.41	0.42	0.71	0.86	1.19	1.12	1.39	1.32	0.93	2.46	1.06	0.88	0.89	0.66	0.90	0.83	1.53	1.35
3			1.41	0.86	0.61	0.62	0.79	1.38	1.39	0.79	1.66	0.88	1.04	1.19	1.16	0.46	0.68	0.72	1.39	1.45	2.03	1.43	1.51	2.13	1.17	1.26	0.92	1.01	1.26	1.34	0.74	0.64	1.61	0.75	1.79	1.61	0.69	0.72	0.76	0.71	1.04	1.38	1.02	0.47	1.30	1.08	1.47	1.77	1.33	1.54	2.50	0.84	1.21	0.32	1.10	1.42	0.59	1.36	1.59
4				1.19	1.46	1.39	1.45	1.52	1.35	0.92	1.56	0.91	1.22	1.72	0.95	1.13	0.99	1.41	1.32	1.14	1.64	1.32	1.61	1.46	1.32	1.49	1.22	1.19	1.30	1.20	1.55	1.07	1.56	0.91	2.11	1.45	1.58	0.86	1.03	1.47	1.35	1.44	1.17	1.08	1.51	1.22	1.19	0.95	1.45	1.43	2.69	1.32	0.84	1.28	1.28	1.11	1.01	1.48	1.18
5					0.73	1.15	0.66	1.35	1.54	0.89	1.37	0.78	1.13	0.58	0.97	0.76	0.69	0.38	1.37	1.07	1.33	0.93	0.97	1.40	1.38	1.60	1.23	0.55	1.10	1.48	0.84	1.06	1.41	0.65	1.10	0.93	0.62	0.56	0.76	0.56	0.71	0.84	0.87	0.71	1.20	0.70	0.77	1.51	0.73	1.57	2.26	0.55	0.68	0.63	1.26	1.59	1.06	1.00	1.46
6						1.05	0.31	1.33	1.23	0.73	1.26	1.18	0.89	1.03	1.04	0.54	0.60	0.43	1.07	1.67	2.00	1.26	1.08	1.91	1.66	1.10	1.39	0.93	1.60	1.18	0.43	1.00	1.84	0.66	1.56	1.48	0.69	0.81	0.72	0.68	1.02	1.44	0.65	0.70	1.02	1.18	1.39	1.97	1.29	1.32	2.34	1.04	1.19	0.70	0.89	1.45	0.94	1.56	1.87
7							1.26	1.10	1.51	0.93	1.99	0.92	1.34	1.58	1.36	0.79	0.82	1.07	1.63	1.36	2.18	1.56	1.89	2.21	0.92	1.43	0.59	1.23	1.21	1.50	1.22	0.54	1.40	1.05	2.15	1.81	1.03	0.96	1.02	1.18	1.38	1.48	1.25	0.64	1.67	1.27	1.74	1.55	1.49	1.80	1.23	1.11	1.30	0.70	1.37	1.43	0.53	1.43	1.48
8								1.43	1.19	0.77	1.03	1.18	0.82	0.89	0.89	0.60	0.69	0.46	0.97	1.67	1.90	1.30	0.86	1.76	1.75	1.17	1.50	0.80	1.65	1.15	0.41	1.15	1.85	0.62	1.43	1.41	0.71	0.76	0.65	0.59	0.88	1.46	0.57	0.83	0.81	1.20	1.26	1.95	1.29	1.18	1.44	1.02	1.17	0.80	0.83	1.42	1.09	1.60	1.84
9									1.38	1.19	1.73	1.42	1.40	1.75	1.30	1.21	1.08	1.31	1.50	1.60	2.20	1.77	1.68	1.76	1.70	1.51	1.32	1.40	1.82	1.58	1.41	1.33	1.50	1.37	2.24	2.03	1.29	1.29	1.18	1.49	1.49	1.83	1.14	1.30	1.58	1.63	1.93	1.56	1.78	1.72	1.71	1.58	1.53	1.35	1.45	1.47	1.26	1.94	1.87
10										0.84	0.96	1.56	0.73	1.95	0.78	0.99	1.06	1.48	0.43	2.10	2.56	2.01	1.52	2.04	1.99	0.55	1.65	1.41	2.21	0.45	1.21	1.33	2.12	1.06	2.49	2.21	1.58	1.19	0.87	1.50	1.47	2.27	0.76	1.34	0.87	1.93	1.96	1.88	2.17	0.47	2.67	1.81	1.73	1.48	0.43	0.56	1.20	2.36	1.93
11											1.21	0.92	0.80	1.40	0.67	0.43	0.28	0.85	0.80	1.47	2.02	1.27	1.36	1.80	1.36	0.89	1.07	0.80	1.47	0.70	0.93	0.62	1.62	0.33	1.94	1.50	1.09	0.56	0.49	1.02	1.13	1.51	0.50	0.55	1.05	1.29	1.38	1.49	1.42	1.01	2.44	1.16	1.01	0.83	0.62	0.84	0.58	1.59	1.39
12												1.70	0.87	1.57	0.80	1.25	1.31	1.38	0.65	2.12	2.18	1.91	0.85	1.58	2.35	1.25	2.08	1.30	2.30	1.06	1.14	1.80	2.26	1.17	1.96	1.93	1.52	1.27	1.03	1.34	1.22	2.14	0.83	1.61	0.51	1.84	1.60	2.07	1.99	0.67	2.76	1.74	1.67	1.63	0.86	1.29	1.69	2.30	2.14
13													1.21	1.19	0.98	0.80	0.85	1.01	1.56	0.71	1.46	1.32	1.55	1.64	0.71	1.67	0.63	0.79	0.69	1.50	1.23	0.77	1.10	0.79	1.71	1.30	0.97	0.47	0.79	0.91	0.88	1.03	1.20	0.68	1.44	0.81	1.00	0.98	1.11	1.65	2.56	0.57	0.78	0.63	1.36	1.35	0.78	0.94	0.88
14														1.46	0.58	0.68	0.92	1.12	0.68	1.74	2.07	1.77	1.06	1.75	1.76	0.80	1.47	1.20	1.83	0.85	0.69	1.23	1.92	0.83	2.01	1.90	1.08	0.84	0.53	0.95	0.89	1.87	0.70	1.11	0.52	1.39	1.50	1.74	1.78	0.74	2.64	1.31	1.43	1.05	0.52	0.95	1.03	1.93	1.84
15															1.35	1.18	1.22	0.69	1.74	1.37	1.33	1.27	0.99	1.56	1.74	2.02	1.64	0.87	1.38	1.93	1.02	1.55	1.67	1.14	0.67	1.08	0.72	1.03	1.17	0.63	0.80	1.01	1.29	1.19	1.38	0.96	0.90	1.92	0.90	1.90	2.46	0.72	1.12	0.98	1.64	2.05	1.56	1.16	1.81
16																0.71	0.79	1.08	0.71	1.47	1.84	1.59	1.07	1.43	1.58	1.11	1.32	0.83	1.64	0.84	0.98	1.14	1.62	0.66	1.89	1.63	1.14	0.61	0.40	0.99	0.82	1.67	0.61	1.03	0.64	1.35	1.26	1.36	1.61	0.75	2.55	1.20	1.17	1.07	0.66	0.79	1.05	1.76	1.42
17																	0.42	0.68	0.98	1.42	1.95	1.39	1.26	1.85	1.27	0.99	0.98	0.79	1.37	0.96	0.62	0.65	1.56	0.44	1.79	1.55	0.74	0.45	0.33	0.68	0.86	1.44	0.63	0.48	0.94	1.12	1.33	1.57	1.37	1.12	2.45	0.90	1.09	0.50	0.70	1.04	0.55	1.48	1.46
18																		0.63	0.99	1.34	1.88	1.09	1.29	1.72	1.30	1.07	1.02	0.70	1.33	0.96	0.86	0.60	1.50	0.35	1.75	1.34	0.92	0.52	0.54	0.91	1.07	1.30	0.53	0.40	1.14	1.13	1.28	1.49	1.20	1.23	2.25	1.00	0.86	0.69	0.83	1.09	0.60	1.41	1.40
19																			1.31	1.38	1.67	1.02	1.03	1.68	1.52	1.46	1.31	0.69	1.34	1.43	0.67	1.04	1.60	0.68	1.22	1.15	0.55	0.72	0.79	0.57	0.89	1.08	0.79	0.67	1.18	0.94	1.11	1.79	0.92	1.55	2.20	0.77	0.93	0.63	1.17	1.62	1.04	1.24	1.69
20																				2.07	2.37	1.78	1.22	1.86	2.09	0.67	1.79	1.28	2.18	1.46	1.08	1.40	2.17	0.92	2.22	1.97	1.50	1.13	0.84	1.38	1.37	2.11	0.56	1.31	0.71	1.81	1.74	1.96	1.98	0.39	2.68	1.72	1.57	1.45	0.36	0.84	1.29	2.25	1.98
21																					1.05	1.36	1.79	1.44	0.95	2.24	1.04	1.19	0.56	2.06	1.72	1.32	1.00	1.34	1.68	1.25	1.34	1.05	1.37	1.35	1.23	0.83	1.67	1.22	1.94	0.82	1.00	0.84	1.02	2.20	2.45	0.87	0.83	1.16	1.95	1.90	1.35	0.73	1.06
22																						1.49	1.60	1.10	1.93	2.70	1.99	1.58	1.34	2.51	1.99	2.09	1.73	1.78	1.22	1.15	1.69	1.57	1.84	1.61	1.43	1.01	2.01	1.85	2.12	1.06	0.78	1.60	1.09	2.50	2.75	1.28	1.16	1.73	2.35	2.49	2.08	1.11	1.85
23																							1.55	1.68	1.70	1.97	1.66	1.15	1.30	1.80	1.56	1.34	1.80	1.10	1.37	0.58	1.46	1.21	1.47	1.44	1.60	0.80	1.35	1.09	1.91	1.10	1.06	1.81	0.62	2.06	2.42	1.25	0.63	1.31	1.75	2.02	1.42	1.08	1.73
24																								1.24	2.23	1.64	2.02	1.20	1.97	1.58	0.92	1.81	2.07	1.18	1.25	1.52	1.11	1.19	1.10	0.98	0.89	1.64	0.99	1.50	0.85	1.32	1.16	2.04	1.47	1.38	2.46	1.33	1.37	1.39	1.29	1.79	1.71	1.84	2.19
25																									2.23	2.31	2.11	1.51	1.90	2.10	1.86	2.13	1.81	1.67	1.64	1.53	1.75	1.53	1.61	1.70	1.39	1.60	1.61	1.92	1.70	1.50	1.17	1.50	1.57	1.99	2.33	1.65	1.34	1.89	1.98	2.06	2.07	1.81	1.97
26																										2.04	0.42	1.34	0.70	1.91	1.77	0.87	1.17	1.33	2.24	1.74	1.45	1.11	1.36	1.47	1.52	1.35	1.75	1.01	2.05	1.28	1.60	1.15	1.50	2.17	2.77	1.07	1.27	1.03	1.85	1.68	0.97	1.13	0.88
27																											1.71	1.61	2.24	0.58	1.13	1.28	2.31	1.11	2.55	2.27	1.58	1.31	1.03	1.53	1.63	2.29	0.89	1.29	1.10	1.91	2.08	2.15	2.18	0.82	2.74	1.86	1.80	1.44	0.53	0.92	1.11	2.37	2.16
28																												1.18	0.92	1.63	1.49	0.63	1.12	1.12	2.20	1.77	1.23	0.91	1.08	1.29	1.34	1.42	1.45	0.81	1.77	1.25	1.61	1.13	1.51	1.88	2.50	1.03	1.23	0.84	1.54	1.39	0.69	1.28	0.99
29																													1.24	1.34	1.08	1.02	1.35	0.60	1.40	1.07	0.93	0.55	0.72	0.81	0.87	1.12	0.84	0.77	1.17	1.14	0.97	1.41	1.06	1.41	2.41	0.82	0.83	0.84	1.18	1.37	1.10	1.25	1.16
30																														2.09	1.71	1.14	1.19	1.31	1.72	1.23	1.32	1.08	1.43	1.32	1.37	0.74	1.76	1.08	2.07	0.82	1.12	1.22	0.95	2.30	2.70	0.77	0.89	1.01	1.99	1.99	1.22	0.46	1.08
31																															1.27	1.19	2.15	0.89	2.44	2.02	1.64	1.12	0.91	1.51	1.54	2.14	0.77	1.21	1.03	1.87	1.84	1.88	2.04	0.56	2.86	1.76	1.58	1.44	0.42	0.59	1.09	2.23	1.81
32																																1.23	1.90	0.85	1.58	1.69	0.60	0.87	0.69	0.54	0.80	1.61	0.77	0.96	0.78	1.19	1.42	2.01	1.48	1.24	2.44	1.05	1.37	0.78	0.89	1.47	1.09	1.69	1.99
33																																	1.46	0.72	2.10	1.58	1.17	0.73	0.87	1.17	1.35	1.40	1.08	0.38	1.55	1.24	1.53	1.44	1.39	1.55	2.55	1.08	1.07	0.70	1.15	1.16	0.28	1.37	1.20
34																																		1.58	2.08	1.75	1.52	1.34	1.52	1.59	1.51	1.43	1.79	1.44	2.06	1.46	1.61	1.12	1.55	2.27	2.30	1.29	1.39	1.41	2.05	1.91	1.52	1.38	1.21
35																																			1.66	1.24	0.97	0.38	0.47	0.85	0.95	1.28	0.56	0.49	1.01	1.09	1.09	1.49	1.19	1.10	2.54	0.93	0.81	0.71	0.76	1.05	0.71	1.38	1.33
36																																				1.06	1.33	1.60	1.77	1.27	1.36	1.13	1.79	1.73	1.89	1.26	1.05	2.32	0.99	2.40	2.67	1.24	1.40	1.57	2.18	2.61	2.12	1.35	2.25
37																																					1.50	1.26	1.56	1.41	1.49	0.65	1.54	1.30	1.94	1.10	0.73	1.77	0.53	2.18	2.67	1.15	0.68	1.41	1.94	2.18	1.68	0.94	1.62
38																																						0.81	0.81	0.35	0.65	1.24	1.05	0.88	1.17	0.91	1.26	1.77	1.17	1.66	2.21	0.65	1.20	0.53	1.31	1.70	1.11	1.29	1.76
39																																							0.39	0.67	0.69	1.16	0.76	0.53	1.03	0.88	0.96	1.23	1.12	1.24	2.49	0.67	0.76	0.55	0.94	1.11	0.70	1.20	1.15
40																																								0.70	0.69	1.49	0.55	0.71	0.72	1.15	1.24	1.42	1.43	0.95	2.44	0.94	1.08	0.70	0.64	0.91	0.76	1.55	1.40
41																																									0.46	1.25	0.90	0.87	0.99	0.89	1.08	1.75	1.17	1.49	2.49	0.58	1.14	0.54	1.18	1.60	1.11	1.29	1.67
42																																										1.34	1.06	1.10	0.89	0.92	0.97	1.52	1.31	1.42	2.52	0.70	1.16	0.82	1.23	1.52	1.25	1.38	1.58
43																																											1.63	1.14	2.00	0.70	0.81	1.56	0.27	2.31	2.46	0.81	0.65	1.13	2.00	2.20	1.48	0.36	1.50
44																																												0.49	0.76	1.39	1.40	1.72	1.49	0.86	2.28	1.29	1.16	1.04	0.55	1.02	1.01	1.79	1.72
45																																													1.37	0.99	1.25	1.50	1.09	1.50	2.44	0.81	0.84	0.45	1.08	1.29	0.46	1.17	1.28
46																																														1.61	1.54	1.95	1.89	0.68	2.70	1.44	1.60	1.29	0.68	1.17	1.42	2.11	1.99
47																																															0.77	1.47	0.73	1.98	2.48	0.55	0.74	0.81	1.66	1.90	1.19	0.71	1.59
48																																																1.47	0.78	1.86	2.76	0.84	0.67	1.20	1.69	1.91	1.53	0.54	1.47
49																																																	1.69	2.00	2.59	1.44	1.24	1.56	1.89	1.53	1.44	1.52	0.88
50																																																		2.21	2.40	0.84	0.62	1.10	1.89	2.16	1.46	0.60	1.62
51																																																			2.96	1.84	1.78	1.60	0.49	0.77	1.43	2.41	2.00
52																																																				2.53	2.43	2.44	2.71	2.84	2.53	2.65	2.96
53																																																					0.86	0.52	1.53	1.75	1.08	0.75	1.33
54																																																						0.99	1.51	1.64	1.11	0.83	1.25
55																																																							1.20	1.47	0.67	1.10	1.42
56																																																								0.74	1.02	2.09	1.84
57																																																									1.07	2.23	1.52
58																																																										1.45	1.34
59																																																											1.40