**DINÂMICA EVOLUTIVA E
CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA
DE MANDIOCA

NA AGRICULTURA AUTÓCTONE
DO SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

ROBERTO CURY

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. PAULO SODERO MARTINS

Dissertação apresentada a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

C982d Cury, Roberto
Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma
de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na agricultura
autóctone do sul do Estado de São Paulo. Piraci-
caba, 1993.
103p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia:

1. Mandioca - Cultivo
2. Mandioca - Germoplasma
3. Mandioca - Melhoramento I. Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.4

**DINÂMICA EVOLUTIVA E CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE
MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz).
NA AGRICULTURA AUTÓCTONE
DO SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Roberto Cury

Aprovada em: 11.03.93

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Paulo Sodero Martins

ESALQ/USP

Prof. Dr. Virgílio Maurício Viana

ESAQ/USP

Prof. Dr. George John Sheperd

IB/UNICAMP

Prof. Dr. Paulo Sodero Martins
Orientador

Aos meus pais

RISCALLA e AMÉLIA

e aos meus irmãos

ADRIANA e SAMIR,

OFEREÇO.

A minha querida NEUSINHA e

ao meu filho que está chegando,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Paulo Sodero Martins, pela orientação, dignidade e sobretudo sabedoria.

- Ao Departamento de Genética da ESALQ/USP pela aceitação, e seus docentes pelos ensinamentos concedidos.

- Aos professores da ESALQ/USP, Roland Vencovsky e Cassio Roberto de Melo Godoi, pelo apoio nas análises estatísticas.

- A todos os funcionários do Departamento de Genética, em especial à Ronaldo J. Rabello pelo apoio na coleta e no ensaio de campo.

- A todos os colegas da pós-graduação, em especial aos amigos Levi, Bernadete, Rosângela, Juliana, Mônica, Carlos Pires e Luis Antonio.

- Ao Prof. Giancarlo Conde Xavier, pela amizade e companhia nas coletas.

- A Neusa M.G. Cury, pela colaboração no trabalho de campo e escrito e sobretudo, pela paciência.

- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior, pela bolsa de estudos concedida.

À Silvana M. Gregório pela revisão da bibliografia.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Agricultura autóctone.....	03
2.1.1. Aspectos gerais	03
2.1.2. Diversidade intraespecífica na agricultura autóctone	06
2.2. A mandioca	14
2.2.1. O gênero <i>Manihot</i> , Mill.	14
2.2.2. Domesticação	16
2.2.3. Citogenética	19
2.2.4. Genética	21
2.3. Análise multivariada	23
2.3.1. A análise multivariada no estudo da divergência genética	23
2.3.2. Análise de componentes principais.	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Identificação das áreas de agricultura autóctone	30
3.2. Localização	30
3.3. Coleta do germoplasma	31
3.4. Ensaio de campo	32
3.5. Descritores botânico agrônômicos avalia- dos	33
3.6. Metodologias estatísticas	36
3.6.1. Componentes principais	36

3.6.2. Distância Euclideana média	38
3.6.3. Métodos de agrupamento	39
3.6.3.1. Método da otimização de Tocher	39
3.6.3.2. Método hierárquico das ligações médias não pon- deradas	40
3.6.4. Programas para microcomputador li- nha IBM/PC utilizados	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. Caracterização dos sistemas agrícolas ...	42
4.1.1. Caracterização do sistema de agri- cultura caíçara	42
4.1.2. Caracterização do sistema de agri- cultura das comunidades negras ...	45
4.2. Resultados da coleta	48
4.3. Consequências na dinâmica evolutiva de <i>Manihott esculenta</i> , Crantz de práticas da agricultura autóctone	50
4.4. Caracterização fenotípica	55
4.4.1. Apresentação geral dos resultados e análise univariada dos descrito- res contínuos	55
4.5. Divergência fenotípica multivariada	57
4.5.1. Análise dos componentes principais	57
4.5.2. Distância fenotípica	60
4.6. Seleção de descritores	63
5. CONCLUSÕES	66

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
APÊNDICES	78
Apêndice 1	79
Apêndice 2	93
Apêndice 3	101
Apêndice 4	103

DINÂMICA EVOLUTIVA E CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE
MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz)
NA AGRICULTURA AUTÓCTONE
DO SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Autor: Roberto Cury

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sodero Martins

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram: a) identificar e caracterizar áreas de agricultura autóctone, cujas técnicas remontam ao período pré-colonial, no Estado de São Paulo; b) coletar e caracterizar através de descritores botânico-agronômicos o germoplasma de *Manihot esculenta* nestas áreas; c) avaliar através de técnicas multivariadas a real diversidade do germoplasma cultivado; d) otimizar o conjunto de descritores botânico-agronômicos inicialmente utilizado; e) estabelecer um modelo para o estudo da dinâmica evolutiva de *Manihot esculenta*, Crantz na agricultura autóctone.

Identificaram-se e caracterizaram-se quatro áreas: Icapara e Pedrinhas no litoral sul, habitada por caiçaras; e São Pedro e Ivaporunduva no Vale do Ribeira, habitada por negros.

Em um total de sete roças amostradas, foram coletados pelo menos 24 cultivares geneticamente distintos, divididos em pelo menos quatro grupos fenéticos distintos. As técnicas multivariadas também revelaram que não há relação entre sinonímias quanto ao nome local e identidade genética e também não há relação entre ambiente de coleta (local) e grupos fenéticos.

Os descritores botânico-agronômicos inicialmente utilizados foram reduzidos em 30% sem perda significativa de informações.

Propõe-se ainda um modelo da dinâmica evolutiva de *Manihot esculenta*, Crantz no sistema de agricultura autóctone, que mantém e amplifica a variabilidade intraespecífica através da ação de mutação, recombinação e fluxo gênico.

EVOLUTIONARY DYNAMICS AND CHARACTERIZATION OF CASSAVA
(*Manihot esculenta*, Crantz) GERMPLASM IN
SHIFTING CULTIVATION AREAS OF THE
SOUTHERN SÃO PAULO STATE

Author: Roberto Cury

Adviser: Prof. Dr. Paulo Sodero Martins

SUMMARY

The objectives of this work were: a) to identify and describe, areas of shifting cultivation in the State of S.Paulo, Brazil; b) to collect and describe through botanical and agronomic characters, the cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) germplasm from these areas; c) to evaluate through multivariate analysis the diversity of this germplasm; d) to maximize the totality of the botanical and agronomic characters initially utilized; e) to establish a model for the study of evolutionary dynamics of cassava in shifting cultivation.

Four areas of study were identified and described: Icapara and Pedrinhas in the southern coast of the State of S.Paulo ("caçaras" villages), and S.Pedro and Ivaporunduva in the Ribeira Valley (black people villages).

Twenty four genetically distinct cultivars of cassava were collected in seven cleared areas of cultivation. They were grouped into four distinct phenetic groups. The multivariate techniques showed that there was no relation among synonymies, in relation to the local names and genetic identity. The same situation occurred in relation to location of collection and phenetic groups.

The botanical and agronomic descriptors utilized initially were reduced by 30%, without loss of informations.

A model of evolutionary dynamics of cassava was proposed in the situation of shifting cultivation, related to the maintenance and amplification of intraespecific variability through mutation, recombination and gene flow.

1. INTRODUÇÃO

Uma importante e não menos instigante característica da agricultura autóctone, agricultura cujas bases técnicas remontam ao período pré-colonial, é a diversidade intraespecífica das espécies cultivadas.

Com exceção de alguns trabalhos clássicos, como o de HOEHNE (1937), pouca atenção científica foi dada a este aspecto até o final da década de 70, quando, sob a influência do pesquisador Warwick Estevan Kerr, uma série de trabalhos chamaram a atenção sobre a magnitude da diversidade manipulada pelas populações indígenas amazônicas (KERR, 1979, KERR & CLEMENT, 1980; POSEY, 1983, 1986; KERR & POSEY, 1984 e CHERNELA, 1986).

Estes trabalhos descrevem a diversidade intraespecífica sob a ótica ou classificação dos agricultores indígenas, não quantificando a diversidade genética real e não identificando a origem ou causas da diversidade, com exceção do trabalho de CHERNELA (1986) que detalha aspectos da relação diversidade intraespecífica com a identidade cultural de algumas tribos amazônicas.

Por outro lado, é notório que a espécie que mais se destaca na agricultura autóctone das regiões tropicais baixas americanas é a mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). Com raras exceções é a principal cultura alimentícia, sendo cultivada nos mais diversos ecossistemas e apresentando uma grande diversidade intraespecífica. Além disso reúne características agronômicas invejáveis, como rusticidade, estabilidade e produtividade.

Dentro deste contexto, os objetivos deste trabalho são:

- Identificar e caracterizar áreas de agricultura autóctone no Estado de São Paulo;
- Coletar e caracterizar através de descritores botânico-agronômicos o germoplasma de *Manihot esculenta*, Crantz destas áreas;
- Avaliar através de técnicas multivariadas a real diversidade do germoplasma cultivado;
- Otimizar o conjunto de descritores botânico-agronômicos inicialmente utilizados;
- Estabelecer um modelo para o estudo da dinâmica evolutiva de *Manihot esculenta* Crantz na agricultura autóctone.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Agricultura autóctone

2.1.1. Aspectos gerais

A expressão "agricultura autóctone" está sendo utilizada para denominar a agricultura praticada no Brasil, cujas técnicas remontam ao período pré-colonial. Na literatura, a agricultura autóctone recebe denominações diversas: agricultura indígena, agricultura de coivara, agricultura nômade, "shifting cultivation", etc. (MELLATTI, 1987; SANCHES, 1981).

A agricultura autóctone é caracterizada pelas seguintes etapas: derrubada da vegetação, queima, preparo mínimo do solo, plantio e pousio. O período de pousio sempre é maior do que o período de cultivo. Este modelo de agricultura não é exclusivo do Brasil, sendo praticado pelos aborígenes em todas as regiões tropicais do mundo.

No Brasil a primeira descrição do processo de agricultura autóctone data de 1556, sendo de autoria do alemão Hans Staden, quando estava prisioneiro junto aos tupinambás (HOEHNE, 1937): "Nos lugares onde querem plantar, cortam primeiramente as árvores e deixam-nas secar durante um a três meses. Em seguida adeitam fogo a derrubada e nas cinzas, entre os troncos meio carbonizados, plantam as raízes de que precisam e que chamam mandioca".

Nos meios científicos, com exceção do notável trabalho de HOEHNE (1937), a agricultura nos moldes autóctones, ficou esquecida até o final da década de 70, quando, sob a influência do pesquisador Warwick Esvetan Kerr, passou a despertar o interesse de pesquisadores das áreas agrônômica e etnobiológica. As principais características desse sistema de agricultura, são as seguintes:

- É realizada nos mais diversos ecossistemas: restinga, cerrado, mata de várzea, etc., e não apenas em áreas com cobertura florestal como alguns autores acreditam (POSEY, 1989; SANCHES, 1981).

- O corte da vegetação ocorre no início da estação seca e a queima no final da mesma estação (MELLATTI, 1987).

- A derrubada da vegetação não é aleatória, mas executada de modo tal que haja concentração da matéria orgânica em alguns setores da roça (POSEY, 1986).

- O processo da queima é controlado. POSEY (1986) observa que os Kayapó controlam a queima evitando o excesso de calor; SANCHES (1981) cita que os agricultores da Amazônia avaliam a qualidade da queima e com base na avaliação, fazem previsões de colheita.

- Atualmente, a maioria dos agricultores utiliza ferramentas como machados e enxadas. Porém, antes da introdução destes instrumentos, utilizavam machados de pedra para derrubar as pequenas áreas, sendo que as árvores maiores eram derrubadas fazendo-se fogueiras em torno delas. A semeadura e o arranquio das raízes comestíveis eram feitos com paus pontudos, denominados "bastões de cavar" (MELLATTI, 1987).

- Trabalhos com os índios Bora na Amazônia peruana e Kayapó na Amazônia brasileira demonstram que as roças são utilizadas por vários anos e que a regeneração da mata, é de certa forma manejada (DENEVAN et al., 1984; POSEY, 1986). No caso dos Kayapó, o auge da produção se mantém durante 2 a 3 anos, mas as roças continuam a produzir durante muitos anos: a batata doce durante 4 a 5 anos, inhame e cará 5 a 6 anos, a mandioca 4 a 6 anos, o mamão 5 ou mais anos, a bananeira 15 a 20 anos, o urucu 25 anos e o cupá ao longo de 40 anos. Além da produção remanescente, as roças são utilizadas como atrativos de caça.

Além do manejo ambiental, a agricultura autóctone apresenta duas outras características fundamentais: a diversidade interespecífica e a diversidade intraespecífica.

Dois exemplos, da diversidade interespecífica e intraespecífica, estão representados na Tabela 1. Os Tikúna da Colômbia cultivam 19 espécies e pelo menos 10 delas são representadas por mais de um cultivar, destacando-se, pela diversidade intraespecífica, a mandioca com 10 cultivares e a banana com 9 cultivares. No caso dos Kayapó do Brasil, cultivam 21 espécies e todas são representadas por mais de um cultivar, das quais destacam-se a mandioca e o inhame com 17 cultivares, a batata doce com 16 e a banana com 13.

2.1.2. Diversidade intraespecífica na agricultura autóctone

Com o objetivo de ressaltar os aspectos da diversidade intraespecífica na agricultura autóctone, será utilizada a cultura da mandioca por vários motivos: é o objeto deste trabalho; é a espécie que foi melhor pesquisada neste aspecto e além disso, com poucas exceções, a mandioca é a principal espécie cultivada neste tipo de agricultura (HOEHNE, 1934; RIBEIRO, 1955; KERR & CLEMENT, 1980).

Tabela 1. Diversidade interespecífica e número de cultivares em duas tribos amazônicas, Tikuna-Colômbia e Kayapó-Brasil.

Espécies	Nº de cultivares	
	Tikuna (1)	Kayapó (2)
Abacate	2	-
Abacaxi	4	3
Abiu	2	-
Abóbora	2	8
Algodão	-	4
Araia	-	6
Arroz*	-	6
Banana	9	13
Batata doce	3	16
Cacau	2	-
Caju	1	-
Cana-de-açúcar	-	4
Cará	2	6
Coco da Bahia	1	-
Cupã Babão	-	4
Cupuaçú	1	1
Fava*	-	2
Feijão	-	4
Feijão Guandu	-	2
Fruta pão	1	-
Goiaba	4	-
Graviola	1	-
Inhame	-	17
Jaca	1	-
Melancia*	-	4
Milho	1	8
Mamão	-	4
Mandioca	10	17
Pupunha	2	-
Tabaco	-	3
Taioba	1	-
Urucu	-	6

* Introdução recente.

Fonte: (1) KERR & CLEMENT (1980)
(2) POSEY (1983).

O primeiro a registrar, na literatura, a variabilidade da mandioca foi Gabriel Soares de Souza no seu "Tratado descritivo do Brasil em 1587": "Há uma casta de mandioca, que se diz manipocamirim, e outra que chamam manaibussú, que se querem comesta de anno e meio por diante; e há outras castas, que chamão taiagu e manaibarú, que se querem comestas de anno por diante, e duram esta raizes debaixo da terra sem apodrecer tres, quatro anos". "Há outras castas, que se dizem manaitinga e parati, que se começam a comer de oito meses por diante, e se passa de anno apodrecem muito, esta mandioca manaitinga e parati se quer plantada em terras fraccas e de arêa".

No próximo trecho o autor se refere a variedades de aipim ou macaxeira (*Manihot esculenta* com baixo teor de HCN): "Dá-se n'esta terra outra casta de mandioca, a que o gentio chama aipins"... "D'estes aipins há sete ou oito castas, mas as que mais se estimam por serem mais saborosas, são uns que chamam gerumús".

Gabriel Soares de Souza cita seis variedades de mandioca brava e sete a oito variedades de aipim. Discorre ainda sobre diversas adaptações dos cultivares, quanto a solo, ciclo e uso, o que demonstra o estágio de desenvolvimento do melhoramento genético pelos indígenas.

Como já foi comentado, a diversidade intraespecífica na agricultura autóctone ficou esquecida por mais de quatro séculos, sendo que ainda não é totalmente reconhecida e valorizada em termos de germoplasma.

RIBEIRO (1955), apenas observa que das 28 espécies cultivadas pelos índios Urubus Kaapor, a mandioca ocupa 80% da área, sendo constituída de 8 cultivares de mandioca e 1 de macaxeira (aipim).

KERR (1979) faz um relato a respeito da diversidade de *Manihot esculenta* que encontrou em visita a tribos amazônicas. O autor encontrou 40 cultivares nos Desâna, 17 nos Yamamádi, 14 nos Palikur, 14 nos Galibí, 14 nos Tikuna (apenas uma aldeia) e 13 nos Paumari. O autor exemplificou ainda, através das palavras de um líder Yamamádi, a importância da diversidade para os índios: "umas variedades são boas para várzea, outras para terra firme, umas dão em 5 a 6 meses e outras em um ano".

Na Tabela 2 estão relacionados os 40 cultivares encontrados entre os Desâna e sua descrição sumária. Além de exemplificar a diversidade, a tabela demonstra a compreensão e a classificação desta diversidade pelos indígenas.

Tabela 2. Diversidade de *Manihot esculenta* e sua descrição encontrada entre os Desâna (KERR & CLEMENT, 1980).

Português e língua-geral	Desâna	Descrição
A. Mandiocas anarelas:		
01. mandioca preta	niirîm-dk	2, fv, m, p, AP
02. mandioca de macaco	gaki-dk	5, fv, m, t
03. samaúma	poã-dk	6, fv, a, t
04. ovo de tartaruga	peudierî-dk	5, fr, a, p, AP
05. mandioca de gato	piissana-dk	4, fv, a, p
06. mandioca de tucunaré	bu-dk	6, fr, pe, a, t
07. mandioca de flores	goli-dk	3, fr, m, t, AP
08. mandioca de pacu	uhu-dk	6, fr, m, p
09. mandioca de cucura	egui-dk	5, fv, pe, a, t, AP
10. mandioca de muriti	né-dk	2, fv, m, t
11. mandioca de paca	semé-dk	6, fv, a, p
12. mandioca de milho	hodka-dk	3, fv, a, t, AP
13. ---	duabê-dk	6, fv, a, t
14. mandioca abiu	caalê-dk	3, fv, m, t, AP
15. mandioca ovo de pacu	ohodire-dk	6, fv, b, p
16. mandioca de abacaxi	serã-dk	1, fv, m, t, AP
B. Mandiocas brancas:		
01. mandioca de conori (frutinha do mato)	uassôp-dk	a, p, AP
02. mandioca da fruta-do-conori	uassôp-seri-dk	a, t
03. mandioca de bacaba	nhumû-dk	m, p, AP
04. mandioca gato-branco	pissana-dk boréri	a, p
05. mandioca de rã	mengã dialã-dk	a, AP

continua...

Tabela 2. Continuação.

Português e língua-geral	Desêna	Descrição
B. Mandiocas brancas (cont.)		
06. mandioca rainha de mandivara	mengã dialã-dk	a, AP
07. mandioca de tucunaré branco	boo-dk-doréri	fb, a
08. mandioca da folha de banana	chopôli-dk	b, AP
09. mandioca de mandivara	mengã-dk	m, t
10. mandioca de abacate	uñu-dk	a, p
11. mandioca baixota	(veio de Manaus)	b, p, AP
12. mandioca caba	uti-dk	
13. mandioca tatu	pamô-dk	a, p, AP
14. mandioca beiju pequeno	alû-polã-dk	a, p, AP
15. mandioca papagaio	wékô-dk	m, t
16. mandioca de calango	alãha-dk	a, p, AP
17. mandioca de ingá	merê-dk	m, p, AP
18. mandioca estrume de abelha	momé guêla-dêkê	a, t
19. mandioca não-tem-pai	pahque-marilí-dk	m, t, AP
20. ---	varã-dk	p
21. ---	colô-dk	a
22. ---	pali-dk	
23. mandioca dos Maku	churimã-dk	fv, p
C. Macaxeira - só uma variedade, branca		
TOTAL: 40 cultivares		

LEGENDA: a = alta; m = altura média; b = baixa; 1 a 6 - indicam a cor da raiz da mandioca em tonalidades de amarelo, desde o amarelo forte quase gema, até o amarelo creme. 1 - fortemente amarelo, meio tema de ovo; 2 - amarelo bem forte; 3 - amarelo forte; 4 - amarelo; 5 - amarelado; 6 - creme. AP = alta produção; fb = folha vermelha e flor branca; fr = folha e flor vermelha; fv = folha verde e flor creme; pe = pecíolo escuro, quase preto; p = precoce (ao redor de 6 meses); t = tardia (1 ano ou mais) dêkê ou dk - mandioca na língua Desêna.

Se os trabalhos que descrevem a diversidade são raros, mais raros ainda são os que investigam a razão desta diversidade.

Segundo KERR & POSEY (1984), entre os Kayapós, é comum atear fogo nas roças de três a quatro anos com objetivo de preparar o solo para novo plantio. Após o fogo é comum algumas sementes de mandioca germinarem. Os Kayapós denominaram estas plantas de "purutá katoro" que são mantidas na roça, ao plantarem o novo mandiocal. Se estas plantas forem satisfatórias quanto às características como sabor, produção, rusticidade e ciclo, são incorporadas ao conjunto de cultivares. Com o mesmo objetivo, algumas índias costumam trazer sementes de mandioca de roças velhas e as plantam às margens das novas roças.

CHERNELA (1986) investigou a relação da identidade cultural com a diversidade intraespecífica dos índios que habitam a bacia do rio Uaupés, afluente do rio Negro, índios estes que falam diversas línguas da família Tukano Oriental.

As características desta família que influenciam na dinâmica da diversidade são: a) regra de exogamia, segundo a qual o casamento só é permitido entre membros de diferentes grupos lingüísticos; b) um rígido padrão de residência virilocal, na qual a esposa passa a viver na aldeia do marido embora cada qual continue a pertencer a tribos distintas; c) geralmente as trocas de

cultivares se dão entre parentes do sexo feminino que frequentemente se filiam a tribos diversas.

Os Tukâno costumam frequentemente visitar seus parentes pela bacia do Uaupés. Essas visitas são em geral longas, variando de semanas a meses. O agricultor visitante auxilia seus parentes no trabalho na roça e desta forma observa os cultivares de mandioca. A mulher seleciona e solicita os cultivares aos parentes que a hospedam, levando-os posteriormente à aldeia do marido, onde na forma de oferendas distribui mudas às outras mulheres sempre que solicitada.

As mulheres que recebem as oferendas ficam obrigadas, pelas regras de reciprocidade, à presentear a doadora com os novos cultivares que encontrar, e a devolver uma parte das gerações futuras caso a colheita da doadora se perca.

O que foi surpreendente nos resultados obtidos por CHERNELA (1986), além da magnitude da diversidade, foi a distância de alguns locais de coleta. Na aldeia 1, tribo Wanana com 77 habitantes foram encontrados 59 cultivares, dos quais 40 foram introduzidos após 1935, sendo que os locais de origem dos cultivares variavam de 18 a 430 Km de distância da aldeia. Na aldeia 2, tribo Tukâno com 34 habitantes foram encontrados 75 cultivares dos quais 51 foram introduzidos após 1945, sendo que os locais de origem variavam de 8 a 685 Km da aldeia.

2.2. A mandioca

2.2.1. O gênero *Manihot*, Mill.

Manihot esculenta Crantz pertence a classe Dicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Euphorbiales, tribo Manihoteae e gênero *Manihot*.

O uso do termo *Manihot* é anterior a Linnaeus; Bauhin, em 1651, denominou o cultígeno de *Manihot theveti* em homenagem a Andre Theveti.

A primeira monografia sobre o gênero é de POHL (1827) in *Plantarum Brasiliae Icones et Descriptions* onde reconheceu 48 espécies; a segunda é de MUELLER (1866), em de Candolle *Prodromus*, reconhecendo 43 espécies. O mesmo MUELLER (1874), na *Flora Brasiliensis* de Martius, numa terceira monografia, reconheceu 72 espécies. PAX (1910), na quarta monografia reconheceu 128 espécies colocadas em onze seções.

Na quinta e mais recente monografia do gênero, ROGERS e APPAN (1973), na *Flora Neotropica* reconheceram 98 espécies divididas em dezenove seções.

Atualmente o trabalho de ROGERS & APPAN (1973) é a referência taxonômica para o gênero, mas está longe de ser um consenso. ALLEM (1989a) reduziu a seção *Quinquelobae* de 14 para 10 espécies, e o mesmo autor em outro trabalho (1989b), descreveu quatro novas espécies de *Manihot* endêmicas de micro-regiões brasileiras. Alguns fatos colaboraram para a

indefinição taxonômica do gênero: o primeiro é o pouco conhecimento das espécies de *Manihot* sul-americanas, o segundo refere-se ao pouco conhecimento da especiação, pois as espécies botânicas são variáveis quanto a estrutura vegetativa, mas são relativamente uniformes quanto aos órgãos florais, o que propicia a formulação de hipóteses a respeito da recente origem do gênero.

O gênero *Manihot* é nativo do continente americano, estendendo-se do extremo sul dos E.U.A. ao norte da Argentina. ROGERS (1963) e ROGERS & APPAN (1973) reconhecem dois grandes centros de diversidade de espécies, o primeiro abrangendo das áreas secas do oeste mexicano à Guatemala e o segundo as regiões nordeste, centro-oeste e sudeste brasileiras. NASSAR (1978) subdividiu o grande centro brasileiro em três, reconhecendo quatro centros de diversidade de espécies: sul de Goiás a oeste de Minas Gerais com 38 espécies, sudoeste do México com 19 espécies, nordeste do Brasil com 18 espécies e oeste do Mato Grosso do Sul e extremo leste da Bolívia com 6 espécies.

Os grupos de espécies das Américas do Norte e Central e as da América do Sul estão marcadamente separados; com exceção de *M. esculenta* nenhuma das espécies da América do Norte se encontra na América do Sul e somente uma espécie da América do Sul, *M. brachylola*, é encontrada na América Central.

Todas as espécies do gênero são sensíveis a baixas temperaturas, não sendo encontradas em altitudes superiores a 2.000 metros; somente se conhecem duas espécies tolerantes às geadas: *M. grahami* e *M. anisophylla*.

No geral, as espécies de *Manihot* são encontradas nas diversas unidades fitogeográficas tropicais, mas são mais abundantes em ecossistemas secos. São esporádicas em sua distribuição e nunca são membros dominantes na vegetação. Em ecossistemas florestais são encontradas em clareiras naturais ou artificiais, sendo consideradas espécies heliófilas e invasoras (ROGERS & APPAN, 1973).

Todas as espécies são perenes e variam seu tipo de crescimento desde arbustos acaules a árvores com diâmetro de tronco de 30 cm e altura de 10 a 12 m.

O gênero apresenta espécies com duas características econômicas importantes, presença de raízes tuberosas com acúmulo de amido, cujos expoentes são *M. esculenta* e *M. tristis*, e produção de látex cujo expoente é *M. glaziovii*.

2.2.2. Domesticação

O processo da domesticação da mandioca é pouco conhecido.

É fato notório de que a mandioca é a principal cultura para a maioria das populações indígenas das terras baixas americanas. Apesar disto, e talvez devido ao clima dessas regiões, as informações arqueológicas a respeito da domesticação da mandioca são vagas e indiretas.

LATHRAP (1973) e REICHEL-DOLMANTOFF (1965) sugerem que os ancestrais da mandioca foram uma das primeiras plantas utilizadas como alimento pelos índios americanos e que há evidências de que a farinha de mandioca foi importante no comércio do nordeste da América do Sul entre o segundo e o terceiro milênio antes de Cristo. ROUSE & CRUXENT (1963) dataram artefatos para processar mandioca entre 3000 e 7000 anos atrás. McQuown citado por HERSHEY & AMAYA (1984a) indica que a palavra maia para designar mandioca está em uso há cerca de 3500 anos.

Do ponto de vista da taxonomia clássica a questão da domesticação não é mais clara. ROGERS & APPAN (1973) consideram que *Manihot esculenta* Crantz é apenas encontrada na forma domesticada e que as espécies selvagens mais aparentadas e prováveis ancestrais do cultígeno são *M. aescutifolia*, *M. pringlei* e *M. rubricaulis*, todas nativas da América Central e México. Já Allem¹ considera que o cultígeno e uma gama de populações selvagens aparentadas são a mesma

¹ALLEM, C.A. The origin of *Manihot esculenta*, Crantz (Euphorbiaceae). Trabalho em finalização.

espécie botânica, para tanto considera três subespécies, *M. esculenta* subesp. *esculenta*, que compreende todas as formas cultivadas; *M. esculenta* subesp. *peruviana*, que compreende as antigas espécies *M. peruviana* e *M. surumuensis*, nativas do leste do Peru e oeste do Brasil, e *M. esculenta* subespécie *flabelifolia* que compreende as antigas espécies *M. digitiformis*, *M. melanobasis*, *M. tristis*, *M. marajoara*, *M. sprucei*, *M. saxicola*, *M. orinocensis* e *M. surinamensis*; nativas das áreas de transição para floresta amazônica do Mato Grosso, Goiás, Pará e Venezuela.

Do ponto de vista evolutivo, JENNINGS (1979) especula que a domesticação da mandioca envolveu seleção para tamanho do tubérculo, hábito de crescimento ereto, menor número de ramificações, e habilidade para propagação vegetativa através de pedaços do caule (maniva). O processo gerou respostas correlacionadas em diversos outros caracteres, como, por exemplo: a seleção para plantas menos ramificadas favoreceu genótipos menos floríferos e a seleção para propagação vegetativa favoreceu genótipos com acúmulo de reserva no caule e gemas caulinares protuberantes.

A respeito do isolamento reprodutivo do cultígeno, os dados da literatura são escassos mas apontam no sentido de que o mesmo e as espécies selvagens de *Manihot* compartilham do mesmo conjunto gênico, mas em diferentes graus.

STOREY & NICHOLS (1938) utilizaram *M. glaziovii* como fonte de resistência ao mosaico comum.

JENNINGS (1959, 1963) relatou cruzamentos entre variedades do cultígeno e as espécies *M. glaziovii*, *M. dichotoma*, *M. melanobasis* e uma espécie não identificada denominada Tree Cassava. Com exceção dos híbridos entre *M. esculenta* e *M. melanobasis*, a fertilidade caía bruscamente no F_1 , sendo recuperada após dois ou três retrocruzamentos para *M. esculenta*. Ao contrário, o F_1 entre *M. esculenta* e *M. melanobasis* não mostrou decréscimo na fertilidade.

NASSAR (1978b) cruzou *M. esculenta* com *M. anomala*, *M. oligantha*, *M. gracillis* 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.

Já SILVA JARDIM (1984) não obteve sucesso no cruzamento dos cultivares Cateto, Vassourinha e Branca de Santa Catarina com as espécies *M. glaziovii*, *M. pseudoglaziovii*, *M. caeruleascens* e *M. pohlii*.

2.2.3. Citogenética

O primeiro trabalho sobre citologia de *Manihot esculenta* data de 1935, "Contribuição para o estudo

cytológico da mandioca" de E.A. Graner. Neste clássico trabalho, GRANER (1935) observou mais de duzentas metáfases somáticas de 37 variedades de mandioca, onde constatou 36 cromossomos, medindo 1 a 2 micra de comprimento por aproximadamente 0,3 micra de largura. GRANER (1935) observou ainda metáfases da 1ª divisão meiótica com 18 cromossomos duplos.

Apesar do pioneirismo do trabalho de Graner, há mais de 50 anos atrás, muito pouco se conhece a respeito da citogenética do gênero *Manihot*. Das quase uma centena de espécies, apenas 20 tiveram o número de cromossomos determinado e em todas foi constatada a ocorrência de 36 cromossomos, PERRY (1943); CRUZ (1968); NASSAR (1978a) e SILVA JARDIM (1984).

Quanto ao nível de ploidia, PERRY (1943) sugere o número básico $x = 9$ para o gênero *Manihot*. Reforçando a hipótese de tetraploidia, MAGOON et al. (1968) e UMANAH & HARTMAN (1973) observaram a presença de dois pares de cromossomos satélites em *M. esculenta* e *M. glaziovii*.

Se os trabalhos de determinação do número cromossômico no gênero *Manihot* são raros, mais raros ainda são aqueles com respeito a morfologia cromossômica. UMANAH & HARTMAN (1973) compararam a morfologia cromossômica de *M. esculenta* e *M. glaziovii* através das seguintes características: comprimento total, comprimento relativo de braços, posição do centrômero e número de cromossomos

satélite. Com exceção do segundo par de cromossomos-sat que em *M. glaziovii* apresentou comprimento total médio de 3,1 μ e em *M. esculenta* 2,2 μ , os cariótipos foram considerados similares.

2.2.4. Genética

A mandioca apresenta várias características que favorecem a exogamia: monoícia com dicogamia protogínica, macho esterilidade e a visitaçáo das flores por insetos (HERSHEY & AMAYA, 1984b). Mas as características acima não são suficientes para descartar a autogamia, pois ela pode ocorrer com a abertura sincrônica de flores masculinas e femininas de diferentes cachos da mesma planta ou de diferentes cachos de indivíduos clonados.

Desta maneira, tanto a autofecundação quanto o cruzamento podem ocorrer naturalmente, sendo que a taxa de cruzamento é dependente da composição da população, mais especificamente de fatores como número de indivíduos geneticamente diferentes, porcentagem de cultivares macho estéreis, sincronia do florescimento e disposição dos diferentes cultivares no campo.

Devido ao comportamento genético da mandioca, alta heterozigozidade e forte depressão quando submetida e endogamia, pode-se considerá-la como preferencialmente exogâmica. KAWANO et al. (1978) demonstraram este fato

através da autofecundação de 192 progênies, onde obtiveram perda de vigor médio de 54% para o caráter produção de raízes.

Com respeito a herança dos diversos caracteres, se compararmos a mandioca a outras espécies de importância alimentar, pouco se conhece.

GRANER (1942) estudou a herança de dois caracteres, largura dos lobos das folhas e coloração da película suberosa da raiz. Concluiu que ambos apresentam segregação simples segundo a 1ª lei de Mendel e são independentes entre si. Folhas com lobos estreitos (tipo vassourinha) são dominantes sob lobos largos e raízes com película marron são dominantes sobre película branca. Segundo HERSHEY & AMAYA (1984b), a coloração das nervuras das folhas, verde ou roxa, são também utilizadas como marcadores.

A maioria dos caracteres de importância agrônômica é controlada por sistemas poligênicos. ACOSTA ESPINOSA (1984) encontrou baixa herdabilidade para os caracteres altura da primeira ramificação, diâmetro da planta, peso da parte aérea, distribuição de raízes, número de raízes e produção de raízes, e média herdabilidade para altura da planta e índice de colheita. KAWANO (1984) indicou que os caracteres índice de colheita, conteúdo de matéria seca na raiz e resistência a bacteriose apresentam alta correlação entre pais e filhos.

2.3. Análise multivariada

2.3.1. A análise multivariada no estudo da divergência genética

Vários métodos multivariados podem ser aplicados no estudo da divergência genética, citando-se entre eles, a análise de componentes principais, variáveis canônicas, análise de variância multivariada e as medidas de dissimilaridade como as distâncias Euclideana e de Mahalanobis.

As técnicas de análise multivariada se caracterizam por considerar um grupo genético qualquer, população, variedade, linhagem endogâmica, clones, espécie, etc., em relação a um conjunto de caracteres como por exemplo altura, produção, cor da palha, etc. (MARDIA et al., 1973; CRUZ, 1990).

A análise de componentes principais e a distância Euclideana não levam em conta as correlações residuais, enquanto variáveis canônicas e a distância de Mahalanobis levam.

MALUF & FERREIRA (1983) avaliaram a divergência genética entre 10 cultivares de feijão vagem, com base nas técnicas de componentes principais e distância generalizada de Mahalanobis, obtendo concordância nos resultados obtidos pelas duas técnicas.

CRUZ (1990), avaliou a divergência de cultivares de milho com o objetivo de prever o comportamento de híbridos. Houve grande concordância na quantificação da divergência genética, tanto por meio da distância generalizada de Mahalanobis, quanto pelas distâncias Euclidianas médias obtidas a partir de variáveis padronizadas e de escores dos dois primeiros componentes principais.

Ao contrário, RESENDE (1991) encontrou diferenças no estudo da divergência genética de 11 espécies do gênero *Laelia* (Orchidaceae), com base em 13 caracteres avaliados através das técnicas de componentes principais, variáveis canônicas e distância generalizada de Mahalanobis. A autora obteve concordância entre variáveis canônicas e distância generalizada de Mahalanobis, mas estas duas diferiram dos resultados obtidos com componentes principais.

A utilização de técnicas que levam ou não em conta a correlação residual depende do objetivo do trabalho, da natureza dos caracteres avaliados, se quantitativos ou qualitativos, e da presença de repetição. Convém lembrar que no estudo da divergência genética podemos utilizar vários caracteres que apresentam distribuição discreta, assim a variância residual destes caracteres pode ser nula.

CRUZ (1990) ressalta que o uso das técnicas dos componentes principais e, ou das distâncias Euclidianas, obtidas a partir de dados originais, em estudos sobre

divergência genética, têm sido mais frequentes na avaliação de acessos de bancos de germoplasma e caracterização de indivíduos ou espécies que ocorrem em condições naturais. Nestes casos, geralmente, não se dispõe de recursos experimentais para a quantificação das influências não genéticas que atuam sobre os caracteres. Este autor obteve em seu trabalho correlação de 0,9515 entre as estimativas da distância de Mahalanobis e da distância Euclideana e correlação de 0,9394 entre a distância Euclideana obtida através dos escores das variáveis canônicas e componentes principais. Apesar das correlações serem de alta magnitude, a matriz de correlações residuais se mostrou estatisticamente diferente da identidade. Com base nestes dados, o autor concluiu que há certa robustez nas técnicas de distância Euclideana e componentes principais, de tal forma que suas aplicações poderão proporcionar resultados satisfatórios e de grande utilidade para o melhoramento, mesmo quando existe alguma correlação residual entre os caracteres avaliados.

2.3.2. Análise de componentes principais

A técnica de componentes principais foi inicialmente descrita por PEARSON (1901) e posteriormente ampliada por HOTELLING (1933, 1936).

Fundamentalmente a técnica consiste em transformar um conjunto de p variáveis $x_1, x_2, \dots, x_p$,

pertencentes a n indivíduos (populações, genótipo, etc.), em um novo conjunto de variáveis $y_1, y_2, \dots, y_p$, de tamanho equivalente. As novas variáveis são denominadas componentes principais e apresentam as seguintes propriedades:

a) cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais;

b) são independentes entre si, isto é, não correlacionados;

c) são estimados com o propósito de o primeiro componente (y_1) apresenta a maior variância, y_2 a segunda maior e assim sucessivamente.

Mais detalhes da técnica, sua descrição e postulados são encontrados em MARDIA et al. (1979), KENDAL (1980) e DUNTEMAN (1984).

A técnica dos componentes principais pode ser utilizada na biologia com as seguintes finalidades: a) examinar as correlações entre caracteres estudados; b) resumir um grande conjunto de caracteres em outro menor e de sentido biológico; c) avaliar a importância de cada caráter e promover a eliminação daqueles que contribuem pouco, em termos de variação; d) construir índices que possibilitem o agrupamento de indivíduos; e) permitir o agrupamento de indivíduos com o mais alto grau de similaridade, mediante exames visuais em dispersões gráficas no espaço bi ou tridimensional.

Mais especificamente no estudo da diversidade genética, a técnica de componentes principais é útil na identificação de progenitores para cruzamento, na

caracterização de acessos em bancos de germoplasma, no estabelecimento da relação entre diversidade genética e geográfica, na avaliação da variabilidade total disponível em grupos geneticamente relacionados (CRUZ, 1990).

HUSSAINI et al. (1977) através da técnica de componentes principais, agrupou 640 acessos de milheto (*Eleusine coracana*) em 12 grupos com base nos dois primeiros componentes principais que envolveram 55,9% da variação total.

SMITH (1984) com base na frequência alélica de 21 locus isoenzimáticos, estudou a divergência genética entre 111 híbridos de milhos americanos. Na análise de componentes principais, verificou que 10 híbridos eram idênticos ou muito próximos e que 90% dos híbridos apresentaram diferenças, mas na maioria dos casos, essas diferenças eram devidas a poucos locos.

MALUF & FERREIRA (1983) estudaram a divergência genética entre dez cultivares rasteiros de feijão vagem. A análise de componentes principais revelou que os três primeiros componentes foram suficientes para explicar mais de 90% da variação observada. A distribuição no plano cartesiano dos três primeiros componentes permitiu a identificação de cultivares divergentes.

PEREIRA (1989) utilizou a técnica de componentes principais no estudo de 280 acessos de mandioca do banco de germoplasma de EMBRAPA de Cruz das Almas-BA, com

o objetivo de maximizar o número de descritores e avaliar a diversidade genética presente no banco. O método de descartes de variáveis possibilitou a redução de 28 para 14 descritores. A dispersão dos acessos com base nos primeiros componentes evidenciou que a variabilidade genética parece ser de natureza bastante ampla e contínua, e a estreita proximidade e a sobreposição de alguns pontos revelou a existência de genótipos muito semelhantes entre si, ou iguais.

Na análise de componentes principais tem-se adotado o critério de avaliação da importância dos descritores a partir dos coeficientes de ponderação (autovetores) das variáveis associadas aos últimos componentes que, por definição, retém uma proporção mínima da variação total (MARDIA et al., 1979).

JOLLIFE (1972, 1973) avaliou vários métodos de descarte de variáveis. Foram testados dois métodos baseados em correlação múltipla, dois de agrupamento e quatro utilizando a análise de componentes principais. Todos os métodos mostraram-se equivalentes. O autor ressalta que no caso da análise de componentes principais com os dados padronizados, o número de variáveis descartadas deve ser igual ao número de componentes, cujo auto-valor é inferior a 0,70.

MARDIA (1979) recomenda o descarte de variáveis de maior coeficiente nos componentes cujo autovalor seja inferior a 0,70.

No entanto, o Prof. Cássio Godoi do Departamento de Estatística da ESALQ/USP, em comunicação pessoal, afirma não haver regras consistentes para o descarte de variáveis na utilização da técnica de componentes principais. Assim, o descarte deve ser avaliado através da comparação da distribuição inicial e final dos genótipos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Identificação das áreas de agricultura autóctone

A primeira etapa deste trabalho foi a identificação das áreas com agricultura autóctone no Estado de São Paulo. No mês de maio de 1990, em viagem preliminar ao Vale do Ribeira e Litoral Sul Paulista, foram identificadas quatro áreas: Icapara no município de Iguape, Pedrinhas no município de Cananéia e São Pedro e Ivaporundava no município de Eldorado Paulista.

3.2. Localização

Icapara, distrito de Iguape, localiza-se nas margens do Mar Pequeno ou de Iguape, sendo que o acesso se dá por estrada vicinal que sai de Iguape e margeia o Mar Pequeno no sentido leste, distando aproximadamente 10 km da zona urbana de Iguape.

Pedrinhas distrito de Cananéia, localiza-se na Ilha Comprida às margens do Mar Pequeno, sendo que o acesso se dá por Iguape ou Cananéia. Dista 33 km de Iguape no sentido sul, margeando a praia, sendo que a vila dista 3 km no sentido do interior da ilha.

São Pedro e Ivaporunduva são bairros rurais localizados no município de Eldorado Paulista, sendo que o acesso se dá através da estrada intermunicipal que liga Eldorado a Iporanga (44 km até a travessia do rio Ribeira). Do ponto de desembarque, 3 km a leste fica o bairro de Ivapodunduva e 6 km a oeste o bairro de São Pedro.

3.3. Coleta de germoplasma

No mês de junho de 1990 retornou-se às localidades previamente identificadas com o objetivo de caracterização geral do sistema agrícola e coleta de germoplasma.

Em cada localidade foram escolhidas algumas roças ao acaso e, em cada roça foram coletadas todos os cultivares que o agricultor identificava. Cada cultivar foi considerado como clone e as estacas foram colhidas de uma ou no máximo duas plantas.

A caracterização do sistema agrícola foi realizado por localidade, pois as roças dentro das

localidades seguiam o mesmo sistema. Para caracterização, seguiu-se o roteiro (Apêndice 3) elaborado segundo as observações preliminares obtidas na viagem de reconhecimento. Para auxiliar na caracterização coletaram-se amostras de solo da camada arável de cada roça, segundo metodologia de amostragem recomendada pelo Instituto Agronômico de Campinas.

3.4. Ensaio de campo

No início de julho de 1990 foi instalado no setor experimental do Departamento de Genética, ensaio de campo com objetivo de caracterizar os cultivares.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 32 tratamentos, 3 repetições e a parcela constituída por duas plantas. Foi adotado uma testemunha, o tratamento número 29, correspondente ao cultivar IAC 24-2-Mantiqueira. O número de repetições e o tamanho da parcela foram limitados devido a disponibilidade de estacas.

As manivas foram plantadas com aproximadamente 20 cm de comprimento, em sulcos de 10 cm de profundidade recobertas por 5 cm de terra. O espaçamento adotado foi de 1m entre linhas e entre plantas. As práticas culturais foram a irrigação durante a fase de rebrota e o controle de invasoras.

Os tratamentos 31 e 32 não foram avaliados pois ocorreram falhas no estande.

3.5. Descritores botânico-agronômicos avaliados

Os caracteres botânico-agronômicos dos cultivares são expressos através de descritores e a variação observada dentro de cada um é conhecida como estado.

O conjunto de descritores e estados utilizados basearam-se nos trabalhos de LEITÃO FILHO (1971) e SILVA (1981), com modificações, tendo-se priorizado os descritores que podem ser avaliados no estado juvenil de desenvolvimento, e descartaram-se descritores quantitativos de baixa herdabilidade.

O conjunto dos descritores e estados utilizados foram:

X1. Cor do broto foliar:

- 1 - verde
- 2 - verde arroxeado
- 3 - roxo

X2. Cor da folha adulta:

- 1 - roxo
- 2 - verde claro
- 3 - verde escuro

X3. Cor do pecíolo de folhas adultas:

- 1 - verde
- 2 - verde avermelhado
- 3 - rosa
- 4 - vinho
- 5 - roxo

X4. Cor da base da nervura da folha:

- 1 - verde
- 2 - vinho
- 3 - roxo

X5. Morfologia do lóbulo foliar:

- 1 - lanceolada
- 2 - reta
- 3 - pandurada
- 4 - obovada

X6. Sinuosidade do lóbulo foliar:

- 1 - lisa
- 2 - forte

X7. Cor do caule jovem:

- 1 - verde
- 2 - verde escuro com manchas vinho
- 3 - verde amarelado com manchas vinho
- 4 - verde amarelado com manchas vermelhas
- 5 - vinho
- 6 - roxo

X8. Cor do caule adulto sem a película externa:

- 1 - verde amarelado
- 2 - verde escuro

X9. Número de lóbulos da folha.

X10. Comprimento do pecíolo.

X11. Comprimento do lóbulo médio

X12. Largura do lóbulo médio.

- X13. Comprimento do primeiro lóbulo a direita do lóbulo central.
- X14. Largura do primeiro lóbulo a direita do lóbulo central.
- X15. Comprimento da folha.
- X16. Pedículo - Cordão lenhoso que liga a raiz a maniva mãe:
1 - presente
2 - ausente
- X17. Cintas - Indica a presença de constrictões ou estrangulamentos ao longo das raízes:
1 - presente
2 - ausente
- X18. Cor da película externa da raiz:
1 - creme
2 - marrom claro
3 - marrom escuro
4 - roxa
- X19. Cor da casca da raiz sem a película externa:
1 - branca
2 - creme
3 - amarela
4 - rosa
5 - roxa

X20. Cor da polpa da raiz:

- 1 - branca
- 2 - creme
- 3 - amarela
- 4 - rosa
- 5 - roxa.

Para os descritores X9 a X15, considerou-se a média de 8 folhas por parcela, sendo 4 folhas amostradas por planta no estágio de máximo desenvolvimento das folhas.

3.6. Metodologias estatísticas

Preliminarmente os dados foram submetidos a análise de variância univariada, com os seguintes objetivos: a) avaliar a significância dos tratamentos; b) estimar a precisão experimental; c) auxiliar no planejamento das análises multivariadas e d) oferecer parâmetros para o teste de comparação de médias.

Nos parágrafos seguintes serão apresentadas algumas considerações teóricas sucinta sobre os métodos estatísticos utilizados.

3.6.1. Componentes principais

Seja X_{ij} a média padronizada do j -ésimo caráter ($y = 1, 2, \dots, p$) avaliado na i -ésima variedade ($i =$

1,2,...,n) e R a matriz de covariância entre estes caracteres (ou matriz de correlações fenotípicas entre os caracteres com base nos dados originais). A técnica de componentes principais consiste em transformar o conjunto de p variáveis $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1p}$ em um novo conjunto $y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1p}$ em que os y_i 's são funções lineares dos x_i 's e independentes entre si.

As seguintes propriedades são verificadas:

1a) Se y_{1j} , é um componente principal, então

$$y_{1j} = a_1x_{11} + a_2x_{12} + \dots + a_px_{1p}$$

2a) Se y_{1j}' , é outro componente principal, então

$$y_{1j}' = b_1x_{11} + b_2x_{12} + \dots + b_px_{1p}$$

$$\text{e, } \sum_{j=1}^p a_j^2 = \sum_{j=1}^p b_j^2 = 1$$

$$\sum_{j=1}^p a_j b_j = 0, \quad \text{ou seja, os componentes não são correlacionados.}$$

3a) Entre todos os componentes, y_{11} apresenta a maior variância, y_{12} a segunda maior e assim sucessivamente.

A metodologia da análise dos componentes principais encontra-se detalhadamente descrita nos livros de MARDIA et al. (1979), KENDAL (1980) e MORRISON (1981).

A análise dos componentes principais foi utilizada com dois objetivos: auxiliar no estudo da divergência fenotípica e na seleção de descritores. Para análise utilizou-se a média estandardizada das três repetições.

Para o estudo da divergência fenotípica utilizou-se da dispersão no plano cartesiano dos genótipos (cultivares) em relação aos quatro primeiros componentes. Ainda, conforme ADAMS & WIERSMA (1978), a divergência fenotípica foi quantificada pela distância Euclideana média calculada com base nos escores dos seis primeiros e dos oito primeiros componentes, e em ambos os casos os genótipos foram agrupados segundo o método de Tocher.

A seleção dos descritores foi baseada na propriedade de que a importância ou variância dos componentes principais decresce do primeiro para o último componente. Descartou-se a variável de maior coeficiente do componente de menor auto valor. A cada descarte repetia-se a análise considerando o novo conjunto de variáveis. O número de descartes não foi prefixado conforme JOLLIFFE (1973). A metodologia do descarte e o critério de cessação dos descartes encontra-se detalhadamente discutida no item 4.6.

3.6.2. Distância Euclideana média

A distância Euclideana média entre dois

genótipos estima a divergência genética ou fenotípica entre eles. O cálculo da distância é dado por:

$$d_{i.i'} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J (x_{i,j} - x_{i',j})^2)^{1/2}$$

onde:

$d_{i.i'}$ = distância Euclideana média entre os genótipos i e i' ;
 J = número de descritores.

A distância Euclideana média calculada através dos descritores estandardizados foi utilizada como estimativa da divergência fenética entre os genótipos (cultivares). Com objetivo de obter uma síntese dos resultados foi utilizado o método da otimização de Tocher e o método hierárquico das ligações médias não ponderadas.

Na análise dos componentes principais a distância Euclideana média calculada através dos escores dos primeiros componentes foi utilizado como auxiliar na interpretação dos resultados.

3.6.3. Métodos de agrupamento

3.6.3.1. Método da otimização de Tocher

O método de Tocher impõe, como critério para o agrupamento de indivíduos, que a média dos valores relativos ao quadrado da distância Euclideana (d^2) intra grupo seja menor que os valores d^2 inter grupos.

O método requer inicialmente a obtenção da matriz das distâncias, sobre o qual é identificado o par de genótipos mais próximo ou seja, o que apresenta o menor valor $d_{ii'}$. Estes genótipos darão origem ao primeiro grupo. A partir daí é avaliada a possibilidade de inclusão de novos genótipos, adotando-se o critério anteriormente citado (CRUZ, 1987).

Ao contrário dos métodos hierárquicos, o método de Tocher forma grupos independentes entre si.

3.6.3.2. Método hierárquico U.P.G.M.A.

Os métodos hierárquicos de agrupamento caracterizam-se pelas seguintes etapas: a) determinação dos pares de OTU's (unidades taxonômicas operacionais) reciprocamente mais similares que formarão os primeiros agrupamentos; b) substituição destes OTU's nas etapas seguintes por um novo elemento resultante da união dos anteriores; c) cálculo dos coeficientes de semelhança entre os novos elementos (agrupamentos que vão sendo formados em cada etapa) e os restantes que permanecem isolados naquela etapa; d) o final do processo ocorre quando todos os OTU's estiverem reunidos em um só grupo, com posterior emissão do fenograma.

Os diferentes métodos de agrupamentos hierárquicos diferem entre si de acordo com o coeficiente de semelhança usado. Com o objetivo de evitar extremos como os

métodos do vizinho mais próximo (SLM) e o método do vizinho mais distante (CLM), optou-se pelo método das ligações médias não ponderadas (UPGMA) (SNEATH & SOKAL, 1973; CURI, 1983).

A distância entre dois agrupamentos J e k, pelo método UPGMA é dada por

$$d_{J,k} = \frac{1}{n_J \cdot n_k} \cdot \sum_{jk} d_{(j,k)} \quad \text{onde:}$$

n_J : número de OTU's do agrupamento J;

n_k : número de OTU's do agrupamento k;

$d_{(j,k)}$ = distância entre OTU's do agrupamento J e k.

Portanto, pelo método UPGMA, o coeficiente de semelhança é dado pela média aritmética das distâncias entre as OTU's dos diferentes agrupamentos.

3.6.4. Programas para microcomputador linha IBM/PC utilizados

a) O programa SISMUL do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ-USP foi utilizado para análise dos componentes principais.

b) O programa GENES II do prof. Cosme Damião da Cruz da Universidade Federal de Viçosa foi utilizado para o cálculo da distância Euclideana média e o agrupamento dos genótipos pelo método de Tocher.

c) O programa SAEG da Universidade Federal de Viçosa foi utilizado para agrupar os genótipos segundo o método das ligações médias não ponderadas (UPGMA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização dos sistemas agrícolas

4.1.1. Caracterização do sistema de agricultura caíçara

As localidades de Pedrinhas e Icapara, apesar da primeira estar situada na Ilha Comprida e a segunda em Iguape, guardam muitas semelhanças entre si. Ambas situam-se às margens do Mar Pequeno ou de Iguape, são habitadas pela mesma população, os caíçaras e apresentam solo e clima semelhantes. Assim, não por acaso, o sistema agrícola de ambas as localidades é muito semelhante.

O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, definido como tropical, quente e úmido, sem estação seca, com precipitação anual média de 2069 mm, evapotranspiração potencial de 1036 mm, excedente hídrico de 1033 mm e deficiência hídrica nula; a temperatura média anual é de 21,4°C (LEPSCH et al., 1990).

O solo é uma associação Podzol Hidromórfico, solo Tiomórfico indiscriminado, fase floresta higrófila e campo higrófilo, ambos de restinga com textura arenosa no horizonte A (SAKAI et al., 1983). A análise de solos das roças revelou que os mesmos são pobres, com teores muito baixos de fósforo; médios a alto de matéria orgânica; pH muito baixo; baixos teores de potássio, cálcio e magnésio; e muito baixos a baixos de saturação de bases (Apêndice 4).

A economia caiçara é baseada na pesca e na agricultura de subsistência, principalmente a cultura da mandioca. Convém observar que na cultura caiçara mandioca é a *Manihot esculenta* com alto teor de HCN, cuja finalidade principal é o preparo da farinha; aipim é a *Manihot esculenta* com baixo teor de HCN, cuja finalidade é o consumo cozido.

A agricultura é realizada em áreas de restinga, sendo que o ciclo agrícola inicia-se no inverno, com o corte da vegetação. Após a secagem e imediatamente antes do preparo do solo, faz-se a queima.

O preparo do solo é muito característico; com a enxada levantam-se montículos de terra por todo o terreno, tipos de leiras com formato circular. As leiras favorecem a drenagem, pois os solos são muito úmidos, além de facilitar a colheita.

O plantio ocorre de julho a novembro e é precedido pela poda das roças antigas que fornecem as manivas. Estas são cortadas de modo que tenham de 4 a 5

gemas. A maniva é enfiada em direção ao centro da leira ficando uma parte (aproximadamente 1/4) fora da terra. Em cada leira são plantadas 6 a 9 manivas de vários cultivares. A distribuição dos cultivares na roça é totalmente aleatória, apenas separam-se leiras de mandioca e de aipim. Antigamente consorciavam com feijão e o milho, mas hoje plantam apenas a mandioca e o aipim.

Como trato cultural faz-se o controle de invasoras e a poda. As invasoras são na maioria das vezes arrancadas com as mãos e jogadas nas leiras. Algumas vezes é feita a capina. A principal invasora é a samambaia. A poda é realizada eventualmente no inverno, com o objetivo de proporcionar manivas para novos plantios.

A colheita da mandioca começa a partir de um ano e meio após o plantio e do aipim após um ano. Ambas são colhidas o ano inteiro de acordo com as necessidades.

No geral após um ciclo de plantio o terreno é abandonado, sendo que o tempo de pousio varia muito. No manejo tradicional, o período era superior a 15 anos, sendo que a tendência recente é a diminuição paulatina do tempo de pousio, devido a indisponibilidade de terras.

Há uma nítida divisão de tarefas na agricultura caiçara. Os homens, geralmente, são responsáveis pela roçadura, queima, preparo do solo e transporte da mandioca do campo para a casa de farinha; as mulheres são responsáveis pelo plantio, tratos culturais e colheita.

4.1.2. Caracterização do sistema de agricultura das comunidades negras

Ivaporunduva e São Pedro são comunidades negras, descendentes de antigos quilombos, a primeira localiza-se na margem do rio Ribeira, a segunda em um vale a poucos quilômetros do rio. Entretanto, economicamente, estão em processos distintos.

Em Ivaporunduva a agricultura de subsistência está sendo substituída pela agricultura comercial e a propriedade da terra é familiar. Em São Pedro a agricultura é basicamente de subsistência e a propriedade da terra é coletiva, embora não legalizada.

Devido a descaracterização do sistema agrícola de Ivaporunduva, gerada pela crescente substituição da agricultura de subsistência pela agricultura comercial da banana, a descrição do sistema de agricultura refere-se fundamentalmente a localidade de São Pedro.

O clima da região conforme a classificação de Köppen, é do tipo "Cfa", definido como tropical quente e úmido, sem estação seca com precipitação anual média de 1877 mm, evapotranspiração potencial de 1004 mm, excedente de 873 mm e deficiência hídrica nula; temperatura média anual de 21,0°C (LEPSCH et al., 1990).

Não há levantamento pedológico na região. A análise de fertilidade do solo na camada de 0 a 20 cm na roça

de São Pedro revelou baixo teor de fósforo; alto teor de matéria orgânica; pH muito baixo; baixo teor de potássio, cálcio e magnésio; e saturação de bases muito baixa, indicando solo com baixa fertilidade (Apêndice 4), o que no entanto contrasta com o vigor das plantas no campo.

O relevo da região é ondulado, sendo que a agricultura é realizada em área de encosta. A posição da roça no relevo determina seu uso. No vale, em torno das casas, plantam várias frutíferas como citrus, jaboticaba e banana; além do café. O que mais chama atenção pela diversidade de cultivares é a banana. Na baixa encosta, terreno agrícola mais fértil, plantam mandioca consorciada com arroz, feijão, milho, abacaxi, cana-de-açúcar e cará de espinho. Na média encosta, terreno agrícola mais pobre, plantam apenas a mandioca. A alta encosta não é utilizada para agricultura, sendo que a vegetação é mantida com o objetivo de proteger as roças situadas encosta abaixo.

A principal cultura é a mandioca, sendo que, semelhantemente aos caiçaras, o termo mandioca é utilizado pelo negros para cultivares cujo destino é apenas a farinha. O termo aipim é utilizado para as cultivares cujo destino é farinha ou consumo cozida. O principal destino da mandioca e do aipim é a fabricação da farinha.

O ciclo agrícola começa no inverno com o corte da vegetação, sendo que as áreas escolhidas para o corte são as que apresentam capoeira alta. Após a secagem é feita a

queima. A queima não é total, pois persiste na roça restos de tronco, galhos e uma abundante serrapilheira, que protegem muito bem o solo, pois apesar do relevo ondulado e da elevada precipitação na região, não há sinais de erosão nas roças.

O preparo do solo é mínimo, apenas abrem a cova com o enxadaço.

O plantio da mandioca é realizado de julho a dezembro, nas covas são plantadas 2 a 3 manivas de 15 a 20 cm, as manivas são enfiadas inclinadamente no solo, sentido morro abaixo de modo que uma parte da estaca fique para fora do solo. As manivas são obtidas através da poda de roças mais velhas. A distribuição das variedades no campo é aleatória, tanto dentro das covas como entre covas. Como trato cultural realizam a capina.

A colheita começa após um ano do plantio, sendo realizada em etapas de acordo com as necessidades. As roças são utilizadas por 2 a 3 anos.

Após um ciclo de plantio o terreno é abandonado, sendo que o tempo de pousio é o necessário para a capoeira se recompor, levando em média 6 anos.

O corte da vegetação e o preparo do solo é atividade masculina, o plantio, tratos culturais e a colheita é tarefa masculina e feminina.

4.2. Resultados da coleta

Na Tabela 3 estão relacionados os resultados da coleta: a primeira coluna indica o número de identificação dos cultivares, a segunda a localidade e a roça de coleta, a terceira o nome do cultivar identificado pelo agricultor, a quarta o uso, indicando se o destino das raízes é o consumo cozido e/ou para farinha, e a quinta a origem, indica se o agricultor reconhece ou não a introdução de um cultivar.

No total foram coletados 31 cultivares, em sete roças amostradas.

As roças apresentam sempre alta diversidade, sendo que o número de cultivares variou de 3 a 7 por roça: Pedrinhas-1: 6 cultivares; Pedrinhas-2: 5 cultivares; Icapara-1: 4 cultivares; Icapara-2: 3 cultivares; São Pedro-1: 7 cultivares; Ivaporunduva-1: 3 cultivares e Ivaporunduva-2: 3 cultivares.

Quanto ao nome local, é evidente que existem várias sinonímias. No litoral, as introduções 2 e 32 são denominadas Branca; 3, 9 e 15, Cascuda; 5, 10 e 14, Aipim 5 Minutos; 6 e 7, Aipim Preto; 13 e 16, Jurema. No Vale do Ribeira, as introduções 20 e 27 são denominadas Vassourinha e 21 e 26, Pão do Céu.

No litoral é maior a diversidade de cultivares cujo destino é apenas a fabricação de farinha e que provavelmente apresentam alto teor de HCN. No Vale é maior a

diversidade de cultivares cujo uso pode ser o consumo cozido, provavelmente cultivares com baixo teor de HCN.

Nas roças Pedrinhas-2, Icapara-1 e São Pedro-1, os agricultores reconhecem a introdução de cultivares, o que indica que há uma troca de cultivares entre diferentes localidades.

O cultivar número 17, coletado na roça São Pedro-1, é provavelmente, um recombinante descoberto por um feliz acaso. Os negros de São Pedro, na identificação de um cultivar, usam as características da folha, caule e da raiz. Ao deparar-se com esta planta o agricultor ficou confuso, pois apesar da parte aérea ser muito parecida com o cultivar São Pedrinho, a cor da raiz não conferia com este. Ao pedir ajuda aos outros agricultores, a questão não se resolveu e não conseguiram identificar a planta. Quando a planta foi retirada do solo verificou-se que se tratava de uma planta desenvolvida a partir de semente, em razão das características morfológicas das raízes. Pelo vigor era impossível diferenciar esta planta das demais.

Outro fato importante é que sem a nossa intervenção eles verificaram que a planta desenvolveu-se a partir da germinação de uma semente o que mostra que eles diferenciam, através do sistema radicular, plantas desenvolvidas através de semente ou de manivas, o que prova que a ocorrência de plantas germinadas de sementes não é um fato incomum nas suas roças.

A agricultora da roça Pedrinhas 1, relatou que é comum nas roças a presença de plantas provenientes da germinação de sementes, das quais se utilizam normalmente as manivas para o plantio.

É evidente que, à semelhança da agricultura de outras populações tradicionais, os agricultores caçaras e das comunidades negras, mantêm grande diversidade intraespecífica e reconhecem esta diversidade. Esta situação é comum na agricultura autóctone, como relatam KERR (1979), KERR & POSEY (1984), DENEVAM et al. (1984) e CHERNELA (1986) entre as populações indígenas amazônicas.

4.3. Consequências na dinâmica evolutiva de *Manihot esculenta*, Crantz de práticas da agricultura autóctone

Na agricultura autóctone, em geral, as roças são clareiras em meio a vegetação natural. Deste modo pode-se considerar a população da espécie cultivada na roça como a população referencial e na qual atuam os processos evolutivos.

No caso de *Manihot esculenta* a população apresenta algumas características especiais. A reprodução, com finalidade de cultivo, é exclusivamente vegetativa. Entretanto a grande maioria dos cultivares não perdeu a

capacidade da reprodução sexuada. A espécie é monóica e protogínica, sendo que, no geral, seus cultivares são altamente heterozigotos e apresentam forte depressão por endogamia, a tal ponto que muitos indivíduos da geração de autopolinização não sobrevivem (KAWANO et al., 1978; HERSHEY & AMAYA, 1984).

Em uma população de *Manihot esculenta* em uma roça autóctone, supõe-se que estejam agindo a mutação, a migração, a hibridação interespecífica e a hibridação intraespecífica (Figura 1).

Nas condições normais de cultivo as mutações ocorrem espontaneamente sem causa aparente. As taxas variam de um loco gênico para outro, mas são sempre baixas e o seu efeito é aumentar o número de alelos por loco (STEBBINS, 1970). No caso da mandioca, as mutações podem ser fixadas via propagação vegetativa.

A migração, possibilita a ocorrência de fluxo gênico entre diferentes roças (populações), sendo consequência da ação humana através da introdução de cultivares. Este é também um fator amplificador da variabilidade em roças autóctones. Nos índios Tukano, do noroeste da Amazônia, a introdução de cultivares é um aspecto marcante devido ao fato da cultura Tukano valorizar a troca de cultivares (CHERNELA, 1986).

No caso dos caiçaras e negros apesar da introdução de cultivares ocorrer e, conseqüentemente se

constituir num fator amplificador de variabilidade, não é tão importante se comparado aos índios Tukâno.

Outro mecanismo provavelmente responsável pela amplificação da variabilidade dentro das roças, é a hibridação introgressiva, pela ocorrência de cruzamentos interespecíficos entre o cultígeno e espécies selvagens do gênero *Manihot*.

A agricultura autóctone criando uma área de perturbação na vegetação natural, favorece a simpatria entre o cultígeno e espécies selvagens o que facilita, através da hibridação introgressiva, o fluxo gênico cultígeno - espécies selvagens.

Essa possibilidade é consequência da ampla distribuição das espécies selvagens de *Manihot* Mill, na América do Sul (ROGERS & APPAN, 1973), do hábito colonizador ou invasor de muitas dessas espécies (JENNINGS, 1979), da relativa uniformidade dos órgãos florais (ROGERS & APPAN, 1973), da grande variedade de insetos polinizadores (ROGERS & APPAN, 1973), da não especificidade desses polinizadores (NASSAR & CARVALHO, 1990) e da possibilidade demonstrada, através de cruzamentos controlados, de hibridação entre o cultígeno e espécies selvagens com produção de híbridos férteis (STOREY & NICHOLS, 1938; JENNINGS, 1959; NASSAR, 1978 e SILVA, 1984).

A mandioca apresenta inflorescências monóicas com dicogamia protogínica, mas a auto-fecundação pode ocorrer

via abertura sincrônica de flores masculinas e femininas em diferentes ramos da mesma planta ou em diferentes plantas genotipicamente iguais (clones). Assim a polinização cruzada e a autopolinização ocorrem naturalmente. A proporção de polinização cruzada em uma população depende da presença da macho esterilidade, do padrão de florescimento dos genótipos e da distribuição física dos genótipos no campo.

Devido a alta heterozigosidade dos genótipos, tanto uma eventual autofecundação quanto a fecundação cruzada, amplificam a variabilidade genotípica da população, porém a autofecundação é limitada pela alta frequência de macho esterilidade e pela baixa viabilidade dos genótipos provenientes de autofecundação devido a forte depressão por endogamia.

Em razão da forte relação heterozigosidade - vigor e ao fato de que a fecundação cruzada maximiza a heterozigosidade, a hibridação intraespecífica parece ser o principal fator amplificador da variabilidade genotípica, via recombinação, dentro da roça (população).

Uma das características fundamentais da agricultura autóctone é que ela não abrande as pressões da seleção natural. Sem dúvida a não utilização de corretivos, fertilizantes, pesticidas, e irrigação, tornam as pressões seletivas do ambiente muito fortes. Assim tanto os cultivares estabelecidos quanto os novos recombinantes estão sujeitos a uma forte pressão da seleção natural.

Para que os novos recombinantes se estabeleçam na população, é necessário a intervenção humana através da propagação vegetativa, prática obrigatória no cultivo da mandioca.

Os caiçaras e negros, através de suas práticas agrícolas, criam condições favoráveis à hibridação intraespecífica e a seleção casual dos novos recombinantes.

A prática de plantar vários cultivares por roça e a distribuição aleatória dos mesmos no campo, favorecem a hibridação intraespecífica. A utilização das roças por vários anos, oferece o tempo necessário ao florescimento dos cultivares, a germinação dos recombinantes e o desenvolvimento dos recombinantes mais adaptados. Nesta etapa, a seleção natural age sobre os novos recombinantes.

A prática de recorrer às roças antigas para obtenção do material de plantio das novas roças garante a propagação dos novos recombinantes. Nesta etapa ocorre um processo de seleção casual, pois apesar da poda para obtenção do material de plantio ser um ato mecânico, um recombinante não vigoroso acaba sendo naturalmente descartado, pois não produzirá ramas viáveis para o plantio.

4.4. Caracterização fenotípica

4.4.1. Apresentação geral dos resultados e análise univariada dos descritores contínuos

As médias dos 20 descritores para 29 cultivares e uma testemunha estão na Tabela 4, bem como as médias e os desvios padrões para cada descritor. De imediato, em uma análise geral dentro de cada descritor, distinguimos dois conjuntos se considerarmos a distribuição das variáveis, isto é, os descritores X1 a X8 e X16 a X20 com distribuição discreta e os descritores X9 a X15 com distribuição contínua.

Na análise de variância, os descritores com distribuição discreta ou qualitativa, apresentaram quadrado médio residual igual a zero, o que evidencia, de um lado, a alta estabilidade ambiental destes descritores e, de outro, a precisão na avaliação de campo.

O fato acima foi determinante no planejamento das análises subsequentes, pois descartou a possibilidade do uso da análise de variância multivariada, variáveis canônicas e distância generalizada de Mahalanobis, optando-se pela análise dos componentes principais e pela distância Euclideana média.

Na Tabela 5 estão relacionados os quadrados médios dos tratamentos (cultivares), do resíduo, dos blocos e o coeficiente de variação ambiental para os descritores X9 a X15. Os quadrados médios dos tratamentos para os seis

descritores se mostraram altamente significativos o que evidencia que há diferenças genéticas entre os cultivares para os sete descritores avaliados. Com exceção do descritor X12, o coeficiente de variação ambiental foi sempre baixo, menor que 10%, o que indica a alta estabilidade destes descritores contínuos.

Convém ressaltar que a estabilidade, ou em outras palavras a alta herdabilidade, é um atributo fundamental para variáveis descritoras de germoplasma, pois na avaliação deste, tem-se normalmente parcelas reduzidas e com pequeno número de repetições, devido a escassez de material para o plantio e ao grande número de tratamentos, em experimentos que visem a caracterização inicial do germoplasma.

A Tabela 6 apresenta os resultados da comparação das médias dos descritores X9 a X15, para os 29 cultivares e uma testemunha, pelo teste de Tukey. Neste caso, além da informação de que as médias de cada cultivar são estatisticamente diferentes entre si, o teste de Tukey indica a eficiência de cada descritor na diferenciação dos cultivares. Assim, o descritor X9 proporciona a formação de três grupos; X10, oito grupos; X11, cinco grupos; X12, quatro grupos; X13, quatro grupos; X14, oito grupos e X15, seis grupos. Portanto, o descritor X14 é mais eficiente na diferenciação dos cultivares se comparado ao descritor X9 e assim sucessivamente.

4.5. Divergência fenotípica multivariada

Para o estudo da divergência fenotípica utilizou-se a análise dos componentes principais e a distância Euclideana média, de maneira comparativa.

4.5.1. Análise dos componentes principais

A análise dos componentes principais transforma as variáveis originais em um novo conjunto de variáveis, de mesmo tamanho, no qual essas variáveis denominadas componentes principais, são uma combinação das variáveis originais.

A variância de cada componente e a porcentagem acumulada da variância dos 20 componentes principais obtidos a partir dos 20 descritores encontram-se na Tabela 7.

O primeiro componente concentrou 24,4% da variância total, o segundo 21,23%, o terceiro 13,59% e o quarto 11,15%. A variância acumulada pelos quatro primeiros componentes foi de 70,37% e pelos oito primeiros componentes foi de 90,48%. Os 12 últimos componentes concentram relativamente pouco da variação, apenas 9,52%.

A dispersão da variância em vários componentes é comum quando se utilizam descritores de germoplasma como demonstram os resultados obtidos por PEREIRA (1989) com mandioca e BARROS (1991) com caju.

Entretanto, a eficiência do método no estudo da divergência depende da quantidade de variância acumulada nos primeiros componentes. Neste caso, como houve uma dispersão da variância, nos oito primeiros componentes, o uso da análise se limita ao estabelecimento de grupos fenotípicos, pois não terá precisão na detecção de pequenas diferenças fenotípicas.

Na Figura 2 são mostradas as dispersões gráficas do primeiro e do segundo componente individualmente e a dispersão bidimensional formada pelos mesmos. O componente 1 diferencia claramente dois grupos, o primeiro formado pelos cultivares 7, 20 e 27 e o segundo pelos demais. O componente 2 não forma grupos tão claros, mas indica que o grande grupo formado pelo componente principal 1 é bem diverso, como por exemplo os cultivares 12 e 13, 30 e 25, etc.

Na dispersão bidimensional fica claro o afastamento dos cultivares 7, 20 e 27 formando um grupo; nas demais introduções há fenótipos bem diferentes entre si, mas qualquer definição de grupos que tenham certa similaridade entre si é aleatória devido a distorção gerada pelo fato do espaço dimensional representar apenas 45, 63% da variância original.

Na Figura 3 estão as dispersões gráficas do terceiro e do quarto componentes individualmente e a dispersão formada por ambos. Percebe-se que quanto menor a variância representada pelo componente, mais dispersos ficam

os cultivares no plano cartesiano. Considerando-se ainda o fato de que os dois componentes somados representam 24,73% da variância é impossível delimitar grupos nestas dispersões. Porém pode-se extrair algumas informações úteis, como por exemplo, o cultivar 2 que pelas dispersões anteriores não se diferenciava, na dispersão bidimensional 3 - 4, é um dos extremos.

Com o objetivo de contornar as distorções no agrupamento devido a dispersão da variância em vários componentes e estabelecer um critério objetivo para definição de grupos de similaridade, calculou-se a distância Euclideana média com base nos escores dos 6 primeiros e 8 primeiros componentes principais representando respectivamente 83,20% e 90,48% da variância total. Em ambos os casos agrupou-se os cultivares segundo o método de Tocher.

Nos dois casos os agrupamentos formados foram idênticos. Na Figura 4 estão mostrados os agrupamentos e a dispersão bidimensional formada pelos componentes 1 e 2. Formaram-se cinco grupos; o primeiro muito grande e bastante variável composto por 23 genótipos; e os demais grupos pequenos as vezes composto por apenas um cultivar. A alocação do cultivar 2 em um grupo individual é um exemplo da distorção que está sujeita a dispersão bidimensional 1 - 2 por representar apenas 45,63% da variância.

4.5.2. Distância fenotípica

A distância fenotípica entre cada par de cultivares estimada através da distância Euclideana média envolvendo 20 descritores está na Tabela 8.

A maior distância foi entre os cultivares 20 e 25 com 2,49 e a menor foi entre os cultivares 10 e 14 com 0,18, a distribuição das estimativas apresentou média de 1,35 e desvio padrão de 0,42.

PEREIRA (1989) estimou a distância fenotípica com base na distância Euclideana média de 29 acessos de mandioca, do banco ativo de germoplasma da EMBRAPA, e encontrou média das estimativas de 1,37 e amplitude 0,43 a 2,58; o autor não calculou uma medida da dispersão das estimativas, mas o limite superior e a média são próximos aos aqui encontrados.

Na Tabela 9 está mostrado o agrupamento de cultivares segundo o método de Tocher. Formaram-se quatro grupos, podendo-se observar que o agrupamento feito a partir das variáveis reais e com base nos escores dos componentes principais (Figura 4) são similares. As diferenças são que o cultivar 25 agrupou-se com a 12 e os cultivares 13 e 16 deixaram de ser um grupo isolado. O método de Tocher é um macro agrupamento, isto é, os cultivares de diferentes grupos são bem diferentes entre si mas os grupos não são necessariamente homogêneos. Por exemplo, no grupo 1 os

cultivares 10 e 14 são muito próximos, apresentando $d = 0,18$ e os cultivares 10 e 16 são relativamente distantes apresentando $d = 1,48$. Mas desde já pode-se concluir que temos 4 ou 5 grupos fenotípicos distintos e que não há nenhuma relação entre o local de coleta e a formação destes grupos (Tabela 1).

A Figura 5 mostra o dendrograma elaborado segundo o método das ligações médias não ponderadas, resumindo detathadamente as relações fenéticas entre os cultivares.

Confirmando o método de Tocher, os cultivares 7, 20 e 27; 2; 25 e 12; 13 e 16, realmente formam agrupamentos característicos.

O dendrograma possibilita também a identificação dos cultivares muito próximos, como no caso dos cultivares 8, 11 e 28; 22, 26 e 30; 5, 10 e 14; 13 e 16. Porém, as diferenças entre eles podem ser apenas devido a fatores ambientais, pois os descritores X9 a X15 apresentam variância residual. Uma maneira de confirmar esta hipótese é retirar da análise, os descritores com variância residual.

A Figura 6 mostra o dendrograma elaborado segundo o método das ligações médias não ponderadas envolvendo os descritores X1 a X8 e X16 a X20, e eliminando os descritores que apresentam variância residual. Os cultivares 13 e 16; 5, 10 e 14; 22 e 26; 8 e 11 não apresentam diferenças para estes caracteres.

A Tabela 5 mostra o teste de Tukey para os descritores X9 a X15, indicando que as diferenças entre médias para os genótipos citados não são significativas. Assim a diferença mostrada para tais cultivares no dendrograma da Figura 4 é apenas ambiental, isto é, os cultivares citados acima são feneticamente idênticos.

No item 4.2. foi mostrado que há vários cultivares que apresentam sinonímia quanto ao nome local. Porém, como podemos observar na Figura 5, as vezes o nome local exprime identidade fenética como no caso dos cultivares 5, 10 e 14 denominados Aipim Cinco Minutos e 13 e 16 denominados Jurema. Em outros casos não há nenhuma relação como nos cultivares 3, 9 e 15 denominados Cascuda, 20 e 27 denominados Vassourinha; 6 e 7 Aipim preto e 21 e 26 Pão do Céu.

Do total dos 29 cultivares coletados, temos 24 realmente diferentes, o que representa diversidade significativa se considerarmos que foram coletados em apenas 7 roças, de duas micro regiões do Estado de São Paulo, o que prova a diversidade que a agricultura autóctone mantém.

A Tabela 10 mostra o índice de diversidade por roça, que é o resultado do produto do número de cultivares pela distância média entre todas as combinações possíveis entre os pares de cultivares. Deste modo a diversidade é função do número de cultivares e da diversidade fenotípica entre os cultivares. Observa-se que São Pedro 1 apresentou maior diversidade seguido de Pedrinhas 1, Icapara 1, Pedrinhas 2, Icapara 2 e Ivaporunduva 1.

4.6. Seleção de descritores

Quando utiliza-se um grande número de descritores é comum a presença de variáveis redundantes ou, em outras palavras, altamente correlacionadas.

Na Tabela 11, estão as estimativas das correlações fenotípicas calculadas através do método de Pearson. Ressalvando os desvios, que as estimativas estão sujeitas, pois entre os descritores há variáveis discretas e contínuas, o que por sinal inviabiliza o teste de significância, fica claro que há conjuntos de variáveis correlacionadas como por exemplo o descritor X3 com os descritores X4 e X7; o X6 com X11, X12, X13, X14 e X15; o X11 com X13 e X15; o X12 com X14; e o X13 com X15.

Com o objetivo de otimizar o conjunto de descritores procedeu-se o descarte das variáveis através da técnica dos componentes principais, descartando-se a variável com maior coeficiente do componente com menor auto valor em sucessivas análises, isto é a cada descarte repetiu-se a análise considerando o novo conjunto de variáveis.

Na Tabela 12 estão os coeficientes das variáveis reais dos últimos componentes (menor auto valor) das sucessivas análises. Pelo critério proposto por JOLLIFFE (1972), segundo o qual o número de descartes é igual ao número de componentes com auto valor inferior a 0,7, poderiam ser descartados 13 descritores (Tabela 7). Mas ao acompanhar

o descarte através da Tabela 12, percebe-se que a partir do oitavo descarte, o critério torna-se inconsistente. Neste caso por exemplo, as variáveis X1 e X2, são importantes para o componente e torna-se difícil a decisão de qual delas descartar. O mesmo ocorre no nono descarte com as variáveis X8, X9 e X16; no décimo com as variáveis X12, X13 e X20; no décimo primeiro com as variáveis X16 e X17 e no décimo terceiro com as variáveis X5 e X20.

A inconsistência do critério, a partir do oitavo descarte, reflete-se no conjunto de variáveis selecionadas, descaracterizando-o. Por exemplo todas as variáveis do grupo correlacionado X11, X13 e X15 foram descartadas quando pelo menos uma variável deste grupo deveria permanecer.

Pelo exposto considerou-se o número de descartes proposto por JOLLIFFE (1972) exagerado e decidiu-se cessar o descarte na sexta etapa. Poder-se-ia cessar também na sétima etapa mas resolveu-se manter a variável X10 pois ela é altamente discriminante como mostra o teste de Tukey (Tabela 6) e não é altamente correlacionada com nenhum outro descritor (Tabela 11).

Assim descartaram-se seis descritores, por ordem X11, X4, X15, X14, X6 e X7, o que representa 30% do conjunto de descritores originais.

Além da simplificação no conjunto de descritores a eficiência do descarte deve ser avaliada pela

importância das variáveis descartadas e pela comparação dos agrupamentos formados com base no conjunto de descritores original e selecionado. Todas as variáveis descartadas são altamente correlacionadas com alguma variável selecionada; as variáveis descartadas X11 e X15 com X13; X4 e X7 com X3; X14 com X12; e X6 com X12 e X13.

A Figura 7 mostra o agrupamento segundo o método UPGMA com base na distância euclideana média envolvendo as 14 variáveis selecionadas. Comparando com o agrupamento envolvendo o conjunto das 20 variáveis originais (Figura 5), percebe-se que houve apenas pequenas alterações, pois o par de cultivares 3 e 4 agrupou-se com 1 e o cultivar 17 com o par 15 e 19.

Num processo de descarte de descritores sempre haverá perda de informações, mas neste caso apesar da redução de 30% das variáveis, a perda foi mínima não alterando o agrupamento geral dos cultivares nem as conclusões obtidas; o que demonstra a eficiência do descarte.

5. CONCLUSÕES

As observações e resultados obtidos neste trabalho, permitem as seguintes conclusões:

1 - O sistema de agricultura adotado pelas comunidades caiçaras e negras (antigos quilombos) analisadas, apresentam as características básicas da agricultura pré-colonial, com estrutura e manejo provenientes da cultura indígena (autóctone).

2 - Neste sistema, alta diversidade inter e intraespecífica é mantida, e constantemente ampliada.

3 - A ampliação da variabilidade intra-específica da mandioca, ocorre principalmente pela interação de mecanismos evolutivos como mutação, recombinação e fluxo gênico, associadas às características da cultura que é propagada vegetativamente, mas mantém a reprodução sexual.

4 - O sistema de agricultura autóctone observado nas localidades estudadas, apresenta alto valor histórico e biológico, pois preserva as práticas agrícolas e o ambiente onde ocorrem os processos de domesticação da mandioca e outras culturas tropicais.

5 - A conservação *in situ* de germoplasma de mandioca deve manter não só as variedades locais, mas também conservar o ambiente de cultivo original e as práticas agrícolas autóctones, preservando a cultura destas populações no seu sentido mais amplo.

6 - O modelo proposto de dinâmica evolutiva de mandioca, sugere que a diversidade real é maior do que a reconhecida pelos agricultores, o que implica em mudança na metodologia de coleta de germoplasma.

7 - A diversidade do germoplasma de mandioca coletado é bastante grande, correspondendo a pelo menos 24 cultivares geneticamente distintos, amostrados em apenas sete roças.

8 - As sinonímias quanto ao nome local não significam identidade genética e a recíproca também é verdadeira.

9 - Os cultivares podem ser agrupados em pelo menos quatro grupos fenéticos.

10 - Não há relação entre os grupos fenéticos e locais (ambientes) de coleta.

11 - Há possibilidade de redução em até 30% dos descritores utilizados, sem perda significativa de informações.

12 - A dispersão da variância transforma a técnica dos componentes principais, imprópria ao estudo de pequenas diferenças genéticas e ou fenotípicas.

13 - Os macroagrupamentos formados pelo método de Tocher, utilizando como medida dissimilaridade a distância Euclídeana média, calculada a partir dos escores dos componentes principais e das variáveis reais, foram coincidentes.

14 - O descarte de variáveis através da técnica dos componentes principais deve ser acompanhado de análises univariadas. O número de descartes não deve obedecer a um padrão rígido, como o critério de Jolliffe (1973), sendo particular de cada caso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-ESPINOSA, J. Variabilidade e associações genéticas entre caracteres de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) combinando policruzamentos e propagação vegetativa. Piracicaba, 1984. 118p. (Doutoramento - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ADAMS, M.W. & WIERSMA, J.V. An adaptation of principal components analysis to an assessment of genetic distance. Research Report, Michigan State University, East Lansing, 347: 2-7, 1978.
- ALLEM, C.A. A revision of *Manihot* section *Quinquelobae* (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 49(1): 1-26, 1989a.
- ALLEM, C.A. Four new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 49(3): 649-62, 1989b.
- BARROS, L.M. Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro. Piracicaba, 1991. 256p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- CHERNELA, J.M. Os cultivares de mandioca na área do Uapés (Tukâno). In: RIBEIRO, B.G. *Summa etnológica brasileira*. Petrópolis, Vozes, 1986. p.151-71.
- CRUZ, N.D. Citologia no gênero *Manihot* Adams. I - Determinação do número de cromossomos em algumas espécies. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 40(1): 91-5, 1968.
- CRUZ, C.D. Algumas técnicas de análise multivariada no melhoramento de plantas. Piracicaba, ESALQ/Depto. de Genética, 1987. 75p.
- CRUZ, C.D. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. Piracicaba, 1990. 188p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CURI, P.S. Análise de agrupamento: métodos sequenciais, aglomerativos e hierárquicos. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 35(10): 146-29, out. 1983.
- DENEVAN, W.M.; TREACY, J.M.; ALCORN, J.B.; PADOCH, C.; DENSLOW, J.; PAITAN, S.F. Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon. Bora indian management of swidden fallows. *Interciencia*, Caracas, 9(6): nov/dez. 1984.
- DUNTEMAN, G.H. *Introduction to multivariate analysis*. Beverly Hills, Sage Publications, 1984. 237p.
- GRANER, E.A. Contribuição para o estudo citológico da mandioca. Piracicaba, ESALQ/USP, 1935. 28p.

- 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*, Campinas, 2: 13-22, 1942.
- HERSHEY, C. & AMAYA, A. Germoplasma de yuca. Evolución, distribución y colección. In: DOMINGUEZ, C.E. *Yuca: investigación, producción y utilización*. Cali, Ciat, 1984a. p.77-79.
- HERSHEY, C. & AMAYA, A. Genética, citogenética, estrutura floral y técnica de hibridación de la yuca. In: DOMINGUEZ, C.E. *Yuca: investigación, producción y utilización*. Cali, Ciat, 1984b. p.113-25.
- HOEHNE, F.C. *Botânica e agricultura no Brazil no século XVI*. São Paulo, Nacional, 1937. 410p. (Brasiliana, 71).
- HOTELLING, H. Analysis of a complex of statistical variables in to principal components. *Journal of Education Psychology*, Washington, 24: 417-41, 1933.
- HOTELLING, H. Simplified calculation of principal components. *Psychometrika*, Baltimore, 1: 27-35, 1936.
- HUSSAINI, S.H.; GOODMAN, M.M.; TIMOTHY, D.H. Multivariate analysis and the geographical distribution of the word collection of finger millet. *Crop Science*, Madison, 17: 257-63, 1977.
- JENNINGS, D.L. Cassava. In: SIMMONDS, N.W. *Evolution of crop plants*. London, Longman, 1979. p.81-4.

- JENNINGS, D.L. *Manihot melabobasis* Müll-Arg. - a usefull parent for cassava breeding. *Euphytica*, Wageningen, 8: 157-63, 1959.
- JENNINGS, D.L. Variation in pollen and ovule fertility in varieties of cassava and the effect of interspecific crossing on fertility. *Euphytica*, Wageningen, 12: 69-76, 1963.
- JOLLIFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis; I. Artificial data. *Applied Statistics*, London, 21: 160-73, 1972.
- JOLLIFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis; II. Real data. *Applied Statistics*, London, 22: 21-31, 1973.
- KAWANO, K.; AMAYA, P.; RIOS, M. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. *Crop Science*, Madison, 17: 373-6, 1978.
- KAWANO, K. Mejoramento genetico de yuca para produtividade. In: DOMINGUEZ, C.E. *Yuca: investigación, producción y utilización*. Cali, Ciat, 1984. p.91-111.
- KENDALL, M. *Multivariate analysis*. Righ Wycoombe, Charles Griffin 1980. 209p.
- KERR, W.E. Seleção massal estratificada e reprodução vegetativa praticadas pelos índios na Amazônia em plantas comestíveis. In: SIMPÓSIO GENÉTICA E ECOLOGIA, MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL E VEGETAL. Ed. J.A. Osuna e Samira Araujo. Jaboticabal, 1979. p.29-39.

- KERR, W.E. & CLEMENT, C.R. Práticas agrícolas de conseqüências genéticas que possibilitaram aos índios da Amazônia uma melhor adaptação às condições ecológicas da região. *Acta Amazonica*, Manaus, 10(2): 251-61, 1980.
- KERR, W.R. & POSEY, D.A. Informações adicionais sobre a agricultura dos Kayapós. *Interciencia*, Caracas, 9(6): 392-7, 1984.
- LATHRAP, D.W. The antiquity and importance of long-distance trade relationships in the moist tropics of Pre-Colombian South America. *World Archaeology*, London, 5: 170-86, 1973.
- LEITÃO FILHO, H.F. Caracterização botânica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *O Agrônomo*, Campinas, 29: 73-81, 1971.
- LEPSCH, I.F.; SARAIVA, L.R.; DONZELI, P.L.; MARINHO, M.A.; SAKAI, E.; GUILLAUMOU, J.R.; PFEIFER, R.M.; MATTOS, I.F.A.; ANDRADE, W.J.; SILVA, C.E.F. Macrozoneamento das terras da região do Rio Ribeira de Iguape, SP. Campinas, Instituto Agrônomo, 1990. 181p.
- MAGOON, M.L.; KRISHNAN, R.; BAI, K.V. Morphology of the pachytene chromosome and meiosis in *Manihot esculenta* Crantz. *Cytologia*, Tokyo, 34: 612-25, 1969.
- MALUF, W.R. & FERREIRA, P.E. Análise multivariada da divergência genética em feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). *Horticultura Brasileira*, Brasília, 1: 31-4, 1983.
- MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. *Multivariate analysis*. London, Academic Press, 1979. 521p.

- MELLATTI, J.C. *Índios do Brasil*. São Paulo, Hucitec, 1987. 220p.
- MORRISON, D.F. *Multivariate statistical methods*. 2 ed. Tokyo, McGraw Hill, 1981. 415p.
- MUELLER, J. *Manihot*. In: CANDOLLE, A. *Prodomus systematitc naturalis: regni vegetabilis*. Paris; Treuttel et Wurtz, 1866. v.15, p.1056-75.
- MULLER, J. *Euphorbiaceae: Manihot*. In: MARTIUS, C.F.P. de. *Flora brasiliensis; enumeratio plantarum in Brasilia*. Monachii, C. Wolf, 1873/1874. v.11, pt.2, p.438-86.
- NASSAR, N.M.A. Genetic resources of cassava. Chromosome number in *Manihot* spp. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Delhi, 38: 135-7, 1978a.
- NASSAR, N.M.A. Interspecific hybridization between cassava and some *Manihot* species. *Egyptian Journal of genetic and Citology*, Giza, 8: 175-9, 1978b.
- NASSAR, N.M.A. Microcenter of cassava diversity in Central Brazil. *Turrialba*, Costa Rica, 28: 345-7, 1978c.
- NASSAR, N.M.A. The need for germplasm conservation in wild cassava, *Manihot* spp. *Indian Journal of Genetics and Plant Breedings*, New Delhi, 39: 465-70, 1979.
- NASSAR, N.M.A. & CARVALHO, C.G.P. Insetos polinizadores e seus comportamentos nas espécies silvestres da mandioca, *Manihot* spp. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 42(9): 703-6, 1990.

- PAX, F. *Manihot* Adams. In: ENGLER, A. *Pflanzenreich* pt. 147, Euphorbiaceae. Leipzig; Wilhelm Engelmann, 1910. v.4, p.21-11.
- PEARSON, K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine*, London, 2: 559-72, 1901.
- PEREIRA, A.V. Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Piracicaba, 1989. 180p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- PERRY, B.A. Chromosome number and phylogenetic relationship in the Euphorbiaceae. *American Journal of Botany*, New York, 30: 527-43, 1943.
- POHL, J.B.E. *Plantarum Brasiliae Icones et Descriptiones. Hactenus ineditae.* Vindobnae; typis et charta Antonii Strauss, 1827. p.17-56.
- POSEY, D.A. Indigenous knowledge and development an indeological bridge to the future. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 35(7): 877-94, 1983.
- POSEY, D.A. Manejo da floresta secundária, capoeira, campos e cerrados (Kayapó). In: RIBEIRO, B.G. *Suma etnológica brasileira.* Petrópolis, Vozes, 1986. p.173-85.
- REICHEL-DOLMANTOFF, G. Colombia: ancient peoples and places. Series nº 44. London, 1965.

- RESENDE, R.M.S. Aplicação de técnicas de análise multivariada e eletroforese de isoenzimas em estudos de relações fenéticas no gênero *Laelia* secção *Parviflorae*. Piracicaba, 1991. p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- RIBEIRO, D. Os índios Urubus; ciclo anual das atividades de subsistência de uma tribo da floresta tropical. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AMERICANISTAS, 31, 1955. p.127-55.
- ROGERS, D.J. Studies of *M. esculenta* Crantz, and related species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, New York, 90(1): 44-54, 1963.
- ROGERS, D.J. & APPAN, S.G. *Manihot* and *manihotoides* (Euphorbiaceae). *Flora Neotropica*, Monograf nº 13, 1973. 272p.
- ROUSE, Y. & CRUXENT, J.M. *Venezuelan Archeology*. Yale, 1963.
- SAKAI, E.; LEPSCH, I.F.; AMARAL, A.Z. Levantamento pedológico de reconhecimento semidetalhado da região do rio Ribeira do Iguape no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1983.
- SÁNCHEZ, P.A. *Suelos del Trópico: características y manejo*. Costa Rica, IICA, 1981. 660p.
- SILVA JARDIM, J.R. Hibridação interespecífica no gênero *Manihot* Adams. Viçosa, 1984. 74p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).

- SILVA, S.O. Instalação e caracterização botânico-agronômica de coleções de mandioca. Cruz das Almas, Embrapa/CNPMS, 1981. 51p.
- SMITH, J.C.S. Genetic variability within U.S. hybrid maize; multivariate analysis of isozyme data. *Crop Science*, Madison, 24: 1041-5, 1984.
- SNEATH, P.H. & SOKAL, R.R. **Numeral taxonomy**; the principles and practice of numeral taxonomy. San Francisco, W.H. Freeman, 1973. 573p.
- SOUZA, G.S. **Tratado descritivo do Brasil em 1587**. 2.ed. Rio de Janeiro, Nacional, 1979. 195p.
- STEBBINS, G.L. **Processos de evolução orgânica**. São Paulo, Polígono, 1970. 255p.
- STOREY, H.H. & NICHOLS, R.F.W. Studies of mosaic of cassava. *Ann. Appl. Biol.*, London, 25(4): 790-806, 1938.
- UMANAH, E.E. & HARTMANN, R.W. Chromosome numbers and karyotypes of some *Manihot* species. *Journal of American Society Horticultural Science*, St. Joseph, 98(3): 272-4, 1973.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

TABELAS

Tabela 3. Cultivares de *Manihot esculenta* coletados nas localidades de Pedrinhas, Icapara, São Pedro e Ivaporunduva, Estado de São Paulo.

Número identificação	Localidade/ roça	Nome local	Uso	Origem
1	Pedrinhas-1	Mandipoia	Farinha	Local
2		Branca	Farinha	Local
3		Cascuda	Farinha	Local
4		São Pedro	Farinha	Local
5		Aipim 5 min.	Mesa	Local
6		Aipim preto	Mesa	Local
7	Pedrinhas-2	Aipim preto	Mesa	Pariquera
8		Aipim amare- linho	Mesa	Serra Parati
9		Cascuda	Farinha	Local
10		Aipim 5 min.	Mesa	Local
32		Branca	Farinha	Local
11	Icapara-1	Amarelinha	Farinha	Local
12		Mand. amarela	Mesa/far.	Local
13		Jurema	Farinha	Local
14		Aipim 5 min.	Mesa	Rio Verde
15	Icapara-2	Cascuda	Farinha	Local
16		Jurema	Farinha	Local
30		Sem-ident.	---	---

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Número identificação	Localidade roça..	Nome local	Uso	Origem
17	São Pedro-1	Mand. de sem.*	---	---
18		Ruiva	Farinha	Local
19		S.Pedro Grande	Farinha	Local
20		Vassourinha	Farinha	Local
21		Pão do Céu	Mesa/far.	Intr. 8 anos
22		Aipim vela	Mesa/far.	Intr. 8 anos
23		S.Pedrinho	Farinha	Local
24	Ivaporunduva-1	Aipim roxo	Mesa/far.	Local
25		Gema de ovo	Mesa	Local
26		Pão do Céu	Mesa	Local
27	Ivaporunduva-2	Vassourinha	Mesa/far.	Local
28		Roxa	Mesa/far.	Local
31		Amarela	Mesa	Local

* Cultivar sem identificação, resultado de germinação de semente.

Tabela 4. Média aritmética dos descritores avaliados para cada cultivar e média geral e desvios padrões de cada descritor.

TRAT	DESCRITORES									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2.00	3.00	3.00	2.00	4.00	1.00	4.00	1.00	8.00	32.18
2	2.00	3.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	7.83	37.18
3	2.00	3.00	2.00	1.00	4.00	1.00	1.00	2.00	7.79	36.08
4	2.00	3.00	2.00	1.00	4.00	1.00	1.00	2.00	7.75	34.81
5	1.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	7.67	28.24
6	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	5.00	2.00	8.08	37.61
7	2.00	3.00	2.00	1.00	3.00	2.00	1.00	2.00	7.79	30.56
8	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	7.96	30.81
9	1.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	8.13	35.19
10	1.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	7.08	29.50
11	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	8.17	31.54
12	1.00	3.00	2.00	2.00	4.00	1.00	1.00	2.00	7.00	35.61
13	3.00	3.00	5.00	3.00	1.00	1.00	6.00	2.00	8.29	36.21
14	1.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	7.33	29.87
15	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	6.83	30.43
16	3.00	3.00	5.00	3.00	1.00	1.00	6.00	2.00	8.00	39.02
17	1.00	3.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	7.00	24.42
18	1.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	7.04	32.74
19	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	6.83	31.71
20	2.00	3.00	4.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	9.00	31.66
21	1.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	3.00	2.00	7.25	33.74
22	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	8.29	30.80
23	2.00	3.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	6.58	30.34
24	1.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	7.00	27.06
25	1.00	3.00	2.00	2.00	4.00	1.00	1.00	2.00	7.04	31.87
26	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	7.79	30.88
27	1.00	3.00	4.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	8.33	28.14
28	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	8.21	27.82
29	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	7.79	33.22
30	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	4.00	1.00	7.38	29.97
MEDIA	1.67	2.70	3.23	1.90	1.63	1.10	2.80	1.60	7.64	31.97
DESV PAD	0.60	0.46	1.05	0.47	1.14	0.30	1.45	0.49	0.57	3.33

Tabela 4. Continuação.

TRAT	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
1	15.76	6.23	13.46	5.06	17.25	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00
2	17.82	5.44	15.71	4.18	19.65	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00
3	16.66	5.68	14.06	4.91	18.34	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00
4	15.98	5.44	13.45	4.85	17.54	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
5	15.74	5.13	13.35	4.21	17.36	1.00	2.00	3.00	5.00	1.00
6	17.48	5.00	15.59	4.39	18.96	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00
7	20.45	2.68	17.23	2.42	21.98	1.00	2.00	3.00	2.00	1.00
8	15.71	5.23	14.02	4.39	17.26	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00
9	15.40	5.11	13.25	4.24	16.71	2.00	2.00	3.00	5.00	1.00
10	16.56	5.56	14.22	4.50	18.22	1.00	2.00	3.00	5.00	1.00
11	15.39	5.79	13.24	4.76	15.24	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00
12	18.99	6.61	16.30	6.15	20.67	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00
13	16.33	5.37	14.17	4.35	17.55	1.00	1.00	3.00	5.00	1.00
14	17.41	5.95	14.77	4.68	18.58	1.00	2.00	3.00	5.00	1.00
15	16.84	5.10	13.73	4.28	18.22	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00
16	17.06	5.73	14.77	4.42	18.30	1.00	1.00	3.00	5.00	1.00
17	14.92	3.59	12.71	2.87	16.01	2.00	2.00	3.00	4.00	1.00
18	16.63	5.16	14.34	4.21	18.03	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00
19	17.99	5.93	15.30	4.79	19.29	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00
20	22.92	2.11	20.45	2.09	24.25	1.00	2.00	3.00	2.00	1.00
21	17.14	5.42	14.84	4.36	18.82	1.00	2.00	3.00	2.00	1.00
22	16.22	5.40	14.64	4.60	17.75	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00
23	15.80	4.67	12.85	3.44	16.97	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
24	15.52	4.46	13.30	3.76	16.64	1.00	2.00	3.00	4.00	1.00
25	17.20	9.56	14.42	5.27	18.48	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00
26	16.14	5.23	14.38	4.41	17.59	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00
27	21.03	2.55	18.02	2.45	22.64	1.00	2.00	3.00	2.00	1.00
28	14.72	5.01	12.70	4.05	15.99	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
29	16.63	5.14	14.52	4.31	18.16	2.00	1.00	3.00	5.00	1.00
30	15.16	5.50	13.03	4.35	16.39	1.00	2.00	3.00	2.00	1.00
MEDIA	16.92	5.19	14.56	4.23	18.29	1.40	1.70	2.97	2.67	1.10
DESV PAD	1.82	1.30	1.66	0.84	1.94	0.49	0.46	0.18	1.47	0.40

LEGENDA:

X1 = cor do broto foliar; X2 = cor da folha adulta; X3 = cor do pecíolo; X4 = cor da base da nervura; X5 = morfologia do lóbulo foliar; X6 = sinuosidade do lóbulo; X7 = cor do caule jovem; X8 = cor do caule sem película; X9 = número de lóbulos da folha; X10 = comprimento do pecíolo; X11 = comprimento do lóbulo médio; X12 = Largura do lóbulo médio; X13 = comprimento do lóbulo lateral direito; X14 = Largura do lóbulo lateral direito; X15 = comprimento da folha; X16 = Pedículo; X17 = cintas; X18 = cor da película; X19 = cor da casca sem película; X20 = cor da polpa.

Tabela 5. Quadrados médios dos tratamentos (cultivares, QMT) do resíduo (QMR), de blocos (QMB) e coeficientes de variação ambiental (Cva) para os descritores X9 a X15.

Descritores	QMR	QMB	QMT	Cva %
X9	0,256	0,299ns	1,005**	6,62 baixa
X10	5,251	13,555ns	34,462**	7,17 baixa
X11	1,089	3,921*	10,238**	6,17 baixa
X12	1,207	1,968ns	5,269**	21,15 alto
X13	0,930	3,836*	8,554**	6,62 baixa
X14	0,122	0,391*	2,199**	8,26 baixa
X15	1,449	6,202*	11,668**	6,59 baixa

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 6. Teste de comparação de médias das cultivares (teste de Tukey à nível de 5% de probabilidade), considerando os descritores X9 a X15.

Cult.	X9	Cult.	X10	Cult.	X11	Cult.	X12
23	6,58 a	17	24,42 a	28	14,72 a	20	2,11 a
15	6,83 ab	24	27,06 ab	17	14,92 a	27	2,55 ab
19	6,83 ab	28	27,82 abc	30	15,16 a	7	2,68 ab
12	7,00 ab	27	28,14 abc	11	15,39 a	17	3,59 abc
17	7,00 ab	5	28,24 abcd	9	15,40 a	24	4,46 abc
24	7,00 ab	10	29,50 abcde	24	15,52 a	23	4,67 abc
18	7,04 ab	14	29,87 abcdef	8	15,71 ab	6	5,00 abc
25	7,04 ab	30	29,97 abcdef	5	15,74 ab	28	5,01 abc
10	7,08 ab	23	30,34 abcdefg	1	15,76 ab	15	5,10 abc
21	7,25 ab	15	30,43 abcdefg	23	15,80 ab	9	5,11 abc
14	7,33 ab	7	30,56 abcdefg	4	15,98 ab	5	5,13 abc
30	7,38 abc	22	30,80 abcdefg	26	16,14 ab	29	5,14 abc
5	7,67 abc	8	30,81 abcdefg	22	16,22 ab	18	5,16 abc
4	7,75 abc	26	30,88 abcdefg	13	16,33 ab	8	5,23 abc
3	7,79 abc	11	31,54 abcdefg	10	16,56 ab	26	5,23 abc
7	7,79 abc	20	31,66 abcdefgh	18	16,63 ab	13	5,37 abc
26	7,79 abc	19	31,71 abcdefgh	29	16,63 ab	22	5,40 abc
29	7,79 abc	25	31,87 abcdefgh	3	16,66 ab	21	5,42 abc
2	7,83 abc	1	32,18 abcdefgh	15	16,84 ab	2	5,44 abc
8	7,96 abc	18	32,74 abcdefgh	16	17,06 ab	4	5,44 abc
1	8,00 abc	29	33,22 abcdefgh	21	17,14 abc	30	5,50 abc
16	8,00 abc	21	33,74 abcdefgh	25	17,20 abc	10	5,56 abc
6	8,08 abc	4	34,81 abcdefgh	14	17,41 abc	3	5,68 bc
9	8,13 abc	9	35,19 abcdefgh	6	17,48 abc	16	5,73 bc
11	8,17 abc	12	35,61 abcdefgh	2	17,82 abcd	11	5,79 bc
28	8,21 abc	3	36,08 abcdefgh	19	17,99 abcd	19	5,93 bc
13	8,29 bc	13	36,21 abcdefgh	12	18,99 bcd	14	5,95 bc
22	8,29 bc	2	37,18 abcdefgh	7	20,45 cde	1	6,23 cd
27	8,33 bc	6	37,61 abcdefgh	27	21,03 de	12	6,61 cd
20	9,00 c	16	39,02 abcdefgh	20	22,92 c	25	9,56 e
$\Delta =$	1,63		7,37		3,36		3,53

Continua ...

Tabela 6. Continuação.

Cult.	X13	Cult.	X14	Cult.	X15
28	12,70 a	20	2,09 a	11	15,24 a
17	12,71 a	7	2,42 ab	28	15,99 ab
23	12,85 a	27	2,45 ab	17	16,01 ab
30	13,03 a	17	2,87 abc	30	16,39 ab
11	13,24 ab	23	3,44 bc	24	16,64 ab
9	13,25 ab	24	3,76 cde	9	16,71 ab
24	13,90 ab	28	4,05 def	23	16,97 abc
5	13,35 ab	2	4,18 defg	1	17,25 abc
4	13,45 ab	5	4,21 defg	8	17,26 abc
1	13,46 ab	18	4,21 defg	5	17,36 abc
15	13,73 ab	9	4,24 defg	4	17,54 abc
8	14,02 ab	15	4,28 defg	13	17,55 abc
3	14,06 ab	29	4,31 defg	26	17,59 abc
13	14,17 abc	13	4,35 defg	22	17,75 abc
10	14,22 abc	30	4,35 defg	18	18,03 abc
18	14,34 abc	21	4,36 defg	29	18,16 abcd
26	14,38 abc	6	4,39 defg	10	18,22 abcd
25	14,42 abc	8	4,39 defg	15	18,22 abcd
29	14,52 abc	26	4,41 defg	16	18,30 abcd
22	14,64 abc	16	4,42 defg	3	18,34 abcd
14	14,77 abc	10	4,50 defg	25	18,48 abcd
16	14,77 abc	22	4,60 defg	14	18,58 abcd
21	14,84 abc	14	4,68 defg	21	18,82 abcde
19	15,30 abcd	11	4,76 defg	6	18,96 abcde
6	15,59 abcd	19	4,79 defg	19	19,29 bcde
2	15,71 abcd	4	4,85 defg	2	19,65 bcde
12	16,30 bcd	3	4,91 fg	12	20,67 cdef
7	17,23 cd	1	5,06 fg	7	21,98 def
27	18,02 de	25	5,27 gh	27	22,64 ef
20	20,45 e	12	6,15 h	20	24,25 f
$\Delta =$	3,10		1,12		3,87

Tabela 7. Variância do componente (auto valor, h_1) e porcentagem acumulada da variância dos componentes principais (%) para 20 descritores e 30 genótipos.

Comp.	h_1	%	Comp.	h_1	%
1	4,8803	24,40	11	0,3102	97,04
2	4,2461	45,63	12	0,2002	98,04
3	2,7169	59,22	13	0,1451	98,77
4	2,2305	70,37	14	0,0924	99,23
5	1,6349	78,54	15	0,0651	99,55
6	0,9322	83,20	16	0,0469	99,79
7	0,8592	87,50	17	0,0181	99,88
8	0,5967	90,48	18	0,0138	99,95
9	0,5828	93,40	19	0,0076	99,99
10	0,4182	95,49	20	0,0028	100,00

Tabela 8. Distância fenotípica estimada através da distância Euclideana média calculada a partir dos descritores standardizados.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	1.68													
3	0.69	1.62												
4	1.09	1.65	0.70											
5	1.16	1.82	1.46	1.48										
6	1.09	1.48	1.20	1.41	1.19									
7	1.78	1.96	1.46	1.52	1.79	1.68								
8	0.92	1.55	1.27	1.06	0.96	1.12	1.68							
9	1.17	1.62	1.20	1.40	0.82	0.89	1.84	1.20						
10	1.18	1.78	1.44	1.48	0.32	1.15	1.76	1.00	0.90					
11	0.91	1.63	1.31	1.08	1.02	1.21	1.87	0.30	1.20	1.10				
12	1.60	2.03	1.44	1.66	1.90	1.75	2.01	1.87	1.77	1.78	1.94			
13	1.39	1.68	1.73	1.66	1.42	1.17	2.09	1.08	1.37	1.45	1.11	2.15		
14	1.17	1.75	1.42	1.48	0.40	1.10	1.74	1.01	0.91	0.18	1.11	1.73	1.43	
15	1.21	1.68	0.83	1.04	1.35	1.32	1.43	1.21	1.27	1.30	1.30	1.63	1.84	1.33
16	1.45	1.65	1.73	1.70	1.51	1.15	2.09	1.17	1.42	1.48	1.22	2.10	0.27	1.45
17	1.37	1.90	1.43	1.52	1.10	1.53	1.71	1.27	1.15	1.18	1.35	1.97	1.78	1.28
18	1.15	1.54	1.14	1.30	0.98	0.83	1.66	1.15	0.79	0.92	1.24	1.64	1.98	0.94
19	1.29	1.68	0.89	1.14	1.39	1.33	1.46	1.32	1.29	1.21	1.42	1.45	1.96	1.27
20	2.10	2.17	2.13	2.21	2.07	1.84	1.14	1.95	2.18	2.05	2.15	2.41	2.13	1.97
21	1.19	1.57	1.22	1.25	0.81	0.78	1.57	1.02	0.84	0.71	1.13	1.64	1.38	0.70
22	0.80	1.62	1.19	1.17	0.96	1.00	1.60	0.53	1.19	1.01	0.62	1.81	1.24	0.98
23	1.30	1.58	1.34	1.10	1.19	1.32	1.65	0.86	1.29	1.17	0.97	1.93	1.35	1.24
24	1.34	1.81	1.43	1.42	0.59	1.24	1.70	1.13	0.85	0.64	1.21	1.90	1.53	0.75
25	1.19	1.88	1.12	1.33	1.60	1.59	1.97	1.56	1.50	1.51	1.58	0.93	1.97	1.47
26	0.80	1.61	1.17	1.15	0.92	1.00	1.58	0.51	1.18	0.94	0.63	1.79	1.25	0.94
27	1.78	2.01	1.87	1.92	1.62	1.65	0.98	1.61	1.84	1.61	1.81	2.16	1.97	1.56
28	1.02	1.71	1.41	1.17	1.05	1.32	1.82	0.38	1.32	1.18	0.39	2.08	1.26	1.21
29	1.21	1.44	1.22	1.27	0.97	0.88	1.71	1.01	0.69	0.97	1.09	1.75	1.13	0.95
30	0.83	1.70	1.23	1.19	0.83	1.14	1.73	0.56	1.15	0.86	0.60	1.85	1.27	0.91

Continua...

Tabela 8. Continuação.

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16	1.86														
17	1.00	1.88													
18	1.03	1.59	1.11												
19	0.51	1.95	1.19	1.00											
20	2.18	2.11	2.28	2.06	2.14										
21	1.17	1.37	1.27	0.53	1.10	1.92									
22	1.17	1.32	1.31	1.08	1.25	1.81	0.94								
23	1.09	1.40	1.09	0.98	1.28	2.16	0.99	1.08							
24	1.20	1.61	0.85	0.79	1.28	2.17	0.71	1.06	0.94						
25	1.30	1.96	1.62	1.31	1.15	2.49	1.38	1.50	1.57	1.57					
26	1.09	1.32	1.22	1.00	1.19	1.85	0.88	0.20	0.95	1.07	1.47				
27	1.85	1.99	1.80	1.67	1.78	0.68	1.54	1.49	1.77	1.70	2.14	1.50			
28	1.31	1.41	1.24	1.26	1.49	2.11	1.21	0.66	0.90	1.18	1.69	0.65	1.74		
29	1.21	1.17	1.26	0.90	1.30	2.04	0.92	1.20	1.09	0.98	1.53	1.18	1.77	1.21	
30	1.07	1.35	1.08	1.03	1.24	2.09	0.94	0.50	0.88	0.95	1.46	0.34	1.69	0.63	1.18

Tabela 9. Agrupamento pelo método de Tocher, utilizando como medida de dissimilaridade a distância Euclideana média calculada a partir dos 20 descritores estandardizados.

Grupos	Introduções
1	1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 9 - 10 - 11 - 13 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - 21 - 22 - 23 24 - 26 - 28 - 29 - 30
2	7 - 20 - 27
3	25 - 12
4	2

Tabela 10. Índice de diversidade por roça.

Localidade/ Roça	Nº de cultivares	Nº de combinações	Dist. média	Índice de diver- sidade	
Pedrinhas-1	6	15	1,315	7,89	191,97
Pedrinhas-2	4	6	1,397	5,59	136,01
Icapara-1	4	5	1,579	6,32	153,77
Icapara-2	3	3	1,427	4,28	104,14
São Pedro-1	7	21	1,361	9,50	231,63
Ivaporunduva-1	3	3	1,370	4,11	100,00

Tabela 11. Estimativa da correlação através do método de Pearson.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1,000	0,488	0,177	0,237	-0,033	0,000	0,541	0,000	0,491	0,451	-0,060	-0,086	-0,009	-0,031	-0,076	-0,228	-0,610	-0,104	-0,105	-0,282
2		1,000	-0,476	-0,138	0,364	0,218	0,010	-0,089	0,179	0,013	0,151	-0,011	0,126	-0,055	0,119	-0,050	-0,270	-0,122	-0,474	0,165
3			1,000	0,782	-0,456	0,032	0,620	-0,142	-0,362	0,223	0,010	-0,190	0,094	-0,219	0,010	-0,374	-0,269	-0,135	0,434	-0,295
4				1,000	-0,377	-0,165	0,751	-0,173	0,275	0,160	-0,146	0,100	-0,049	-0,016	-0,169	-0,259	-0,292	-0,039	0,440	0,053
5					1,000	0,205	-0,429	0,155	0,024	0,220	0,276	0,268	0,200	0,272	0,303	0,263	0,172	0,103	-0,247	0,525
6						1,000	-0,107	0,181	0,429	-0,185	0,834	-0,703	0,805	-0,755	0,801	-0,272	0,218	0,062	-0,140	0,084
7							1,000	-0,442	0,536	0,169	-0,193	-0,048	-0,067	-0,080	-0,220	-0,451	-0,292	0,193	0,174	0,314
8								1,000	-0,420	0,455	0,010	0,137	-0,064	0,093	0,036	0,528	-0,089	0,152	0,124	0,206
9									1,000	0,256	0,286	-0,356	0,406	-0,273	0,262	-0,279	-0,231	-0,062	-0,002	0,278
10										1,000	0,146	0,314	0,185	0,428	0,174	0,297	-0,298	-0,290	0,056	0,181
11											1,000	-0,432	0,978	-0,441	0,986	-0,027	0,274	-0,092	-0,106	0,205
12												1,000	-0,446	0,877	-0,415	0,326	-0,061	-0,035	0,028	0,466
13													1,000	-0,430	0,967	-0,055	0,246	-0,129	-0,109	0,169
14														1,000	-0,409	0,320	-0,063	0,010	0,033	0,490
15															1,000	0,008	0,300	-0,300	-0,109	0,214
16																1,000	0,238	-0,227	0,019	0,309
17																	1,000	0,015	0,015	0,165
18																		1,000	0,082	0,047
19																			1,000	0,006
20																				1,000

Tabela 12. Coeficiente das variáveis do último componente das sucessivas análises de componentes principais.
Tabela de descartes.

	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
X1	0,0243	-0,0396	0,0377	-0,0678	-0,0396	0,1781	-0,4297	0,5268	0,1423	-0,3193	-0,3629	0,2187	-0,3204
X2	-0,1535	0,2219	0,0082	-0,1226	-0,1539	0,3098	0,3431	-0,5779	-	-	-	-	-
X3	-0,2850	0,4888	0,0461	-0,2646	-0,2039	0,4638	0,0614	-0,3281	0,2270	-0,1832	0,2464	0,3369	0,4037
X4	0,3174	-0,5587	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X5	0,0200	-0,114	0,0856	0,1113	-0,1288	-0,2905	0,0055	0,0713	0,2244	-0,0166	0,1678	-0,2456	0,5119
X6	-0,1214	-0,0959	0,0964	-0,4000	0,6763	-	-	-	-	-	-	-	-
X7	-0,0989	0,2189	-0,0508	0,0602	0,1675	-0,6263	-	-	-	-	-	-	-
X8	-0,0414	0,0868	-0,0025	-0,2663	-0,1552	-0,1174	-0,3342	-0,2470	-0,4344	0,0285	-0,2843	-0,3116	0,1317
X9	0,0844	-0,0054	-0,1457	-0,0756	-0,1579	0,1719	-0,2547	-0,1668	-0,5616	-	-	-	-
X10	0,0499	-0,1412	-0,0001	0,3694	0,3200	0,0850	0,5798	-	-	-	-	-	-
X11	0,6316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X12	-0,0943	0,1227	-0,0381	0,1074	0,0308	0,1246	-0,3262	-0,2582	-0,0632	0,4335	-0,1862	-0,2321	0,2689
X13	-0,5778	0,3545	0,6696	0,0337	-0,5003	-0,1632	-0,1694	-0,0541	0,2918	0,5133	-	-	-
X14	0,0160	-0,0994	0,0829	-0,6953	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X15	0,0243	-0,3447	-0,7029	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X16	-0,0544	0,0733	0,0073	-0,0571	0,0566	0,0203	0,0625	-0,0260	0,3820	0,0192	0,5163	0,6029	-
X17	0,0076	0,0195	0,0152	-0,0548	-0,0431	0,2394	-0,0933	0,0094	-0,2711	-0,3921	-0,5420	-	-
X18	-0,0349	0,0262	-0,0176	0,0201	-0,0838	0,1586	0,1224	-0,1720	0,1485	0,1956	0,2828	0,2541	0,0599
X19	-0,0657	0,0749	0,0290	0,0397	-0,0021	-0,0169	0,0818	-0,0249	0,0276	0,0715	-0,1355	-0,2381	-0,1713
X20	-0,0815	0,1786	-0,0602	0,1298	0,1203	0,0689	-0,1080	0,2939	-0,2058	-0,4631	-0,0735	0,3777	-0,5914

APÊNDICE 2

FIGURAS

Figura 1. Modelo da dinâmica evolutiva de *Manihot esculenta* Crantz na agricultura autóctone.

Figura 2. Dispersão dos cultivares em relação aos escores do primeiro componente principal, segundo componente principal e por ambos.

Figura 3. Dispersão dos cultivares em relação aos escores do terceiro componente principal, quarto componente principal e por ambos.

GRUPO	INTRODUÇÕES
1	1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 9 - 10 - 11 - 14 - 15 - 17 18 - 19 - 21 - 22 - 23 - 24 - 25 - 26 - 28 - 29 - 30
2	13 - 16
3	7 - 20 - 27
4	2
5	12

Figura 4. Agrupamento pelo método de Tocher, utilizando como medida de dissimilaridade a distância euclidiana média, calculada a partir dos escores dos 6 primeiros componentes principais.

Figura 5. Dendrograma UPGMA elaborado a partir da distância Euclidéana média calculada a partir dos 20 descritores estandarizados.

Figura 6. Dendrograma UPGMA elaborado a partir da distância Euclideana média calculada a partir dos descritores X1 a X8 e X16 a X20 estandarizados.

Figura 7. Dendrograma UPGMA elaborado a partir da distância Euclideana média calculada a partir de 14 descritores selecionados (standardizados).

Apêndice 3.

NOME:

IDADE:

ESCOLARIDADE:

LOCAL:

I. ORIGEM, HISTÓRIA DA COMUNIDADE, RAÇA

II. ATIVIDADE ECONÔMICA; REFERENTE A CULTURA DA MANDIOCA:

☐ Subsistência ☐ Comercial ☐ Intermediária

Obs.:

III. AGRICULTURA DE COIVARA:

Observar:

- Manejo do solo, - Tempo de utilização, - Tempo de repouso,
- Identificação da capoeira madura

IV. LIMPEZA DO TERRENO, PREPARO DO SOLO:

Atividade: ☐ Masculina ☐ Feminina ☐ Ambos

V. PLANTIO

A. Época:

B. Consórcio:

C. Cova ☐, Leira ☐, Linha ☐

D. Tamanho da maniva: Posição da maniva:

E. Área de plantio: Topografia:

F. Disposição das variedades no campo:

G. Densidade

H. Atividade: ☐ Masculina ☐ Feminina ☐ Ambos

I. Obs.:

VI. TRATOS CULTURAIS

- Adubação:

- Capina:

- Poda:

Obs.:

VII. COLHEITA

- Época:

Obs.:

VIII. MANDIOCA DERIVADA DE SEMENTES:

Conhece?

Costuma plantar manivas?

IX. INFORMAÇÕES A RESPEITO DE TROCA DE GERMOPLASMA:

Planta novos tipos?

Presente para outros?

Troca?

Obs.:

X. QUAL O TIPO QUE DÁ MAIS?

Seleciona:

Já deixou de plantar alguma variedade?

XI. CONHECE MANDIOCA DO MATO? ONDE JÁ VIU?

Apêndice 4. Análise de solos.

Nº amostra		M.O. %	P.res.	pH CaCl	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
Lab.	Int.										
966	01	2,38m	1,5mb	4,25mb	0,44a	0,16b	0,17b	2,63b	0,8b	3,4b	22,7mb
967	02	2,22m	2,1mb	3,65mb	0,11b	0,12b	0,16b	2,63b	0,4b	3,0b	12,9mb
968	03	3,33a	4,2mb	3,90mb	0,10b	0,36b	0,35b	1,82b	0,8b	2,6b	30,8b
969	04	3,65a	6,0mb	4,40b	0,10b	0,76b	0,35b	2,02b	1,2b	3,2b	37,5b
970	05	4,92a	6,9b	3,30mb	0,14b	0,16b	0,14b	14,20a	0,4b	14,6a	3,0mb
971	06	4,28a	9,2b	3,75mb	0,16a	0,82b	0,64m	5,80m	1,6m	7,4m	21,8mb
972	07	2,38m	4,7mb	4,55b	0,16m	0,92b	0,39b	2,37b	1,5b	3,8b	38,3b

mb: muito baixo
b: baixo
m: médio
a: alto

01 - Icapara-1	05 - São Pedro-1	mb: muito baixo
02 - Icapara-2	06 - Ivaporunduva-1	b: baixo
03 - Pedrinhas-1	07 - Ivaporunduva-2	m: médio
04 - Pedrinhas-2		a: alto