

AVANÇOS NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DO AÇAIZEIRO PARA O AGRONEGÓCIO DE POLPA

Maria do Socorro Padilha de Oliveira¹

1. INTRODUÇÃO

O açaizeiro é um importante recurso genético da Amazônia que, nos últimos anos, vem despertando interesse para o cultivo em escala comercial. Nessa região apesar de possuir aproveitamento integral, seu principal produto sócio-econômico é o refresco obtido pela maceração manual ou mecânica da polpa de seus frutos, conhecido por “açai”. No Pará e em outros estados da Amazônia esse refresco é tradicionalmente comercializado logo após seu processamento, ou seja na forma *in natura*. Nos mercados nacional e internacional ou como polpa congelada, pasteurizada e na forma de mix. É considerado um alimento completo por apresentar alto teor de lipídeos; é rico em fibras, além de conter proteínas, minerais (cálcio, magnésio, potássio, níquel, manganês, cobre, boro e cromo) e vitaminas (B1 e E), sendo comparável ao leite integral (Rogez, 2000).

A produção de frutos é a mais antiga, utilizada há milhões de anos pelos índios. Esta atividade, além de gerar divisas aos estados da região Norte, é responsável pela sobrevivência de milhares de famílias. Estatísticas oficiais dão conta que a produção de frutos, em 2005, foi de 104.874 toneladas, com valor total de 83,2 milhões de reais, estando a maior parte desta produção concentrada no estado do Pará (IBGE, 2005). Em Belém, capital desse estado, o consumo diário ultrapassa 360 mil litros, no período de safra (Oliveira et al., 2002), necessitando de 430 t/dia de frutos, o que faz dessa atividade uma das mais atrativas, respondendo por mais de 25.000 empregos diretos e indiretos só nessa capital (Rogez, 2000).

A demanda por frutos de açaí tem crescido constantemente desde o início da década de 1990, quando foram divulgadas as qualidades nutricionais do refresco em outras regiões do Brasil e em outros países, e tem crescido de forma intensa nos últimos cinco anos, com a instalação de agroindústrias de polpa de açaí para exportação. O mercado atual de frutos em plena expansão, no Brasil e no exterior, vem estimulando muitos plantios comerciais no Pará, na região Amazônica e em outras regiões brasileiras.

Encontra-se representado por uma espécie, *Euterpe oleracea*, constituída botanicamente por duas variedades ou tipos distintos pela coloração dos frutos (epicarpo) quando maduros: a violácea e a branca, esta última denominada também de verde. A violácea, como o próprio nome diz, produz frutos violáceos, polpa amarela ou esverdeada e produz um refresco de coloração arroxeada, sendo a de maior importância econômica. A branca produz frutos com casca e polpa verde-escuro brilhante, com refresco de cor creme claro (Cavalcante, 1991). A primeira é rica em antocianina, substância que reduz a taxa de colesterol, enquanto a segunda tem menor teor de óleo na polpa. Mas, o germoplasma dessa palmeira disponível em coleções apresenta carência de informações.

É uma espécie perene, que apesar de possuir caule múltiplo, se propaga por sementes, as quais apresentam germinação rápida e comportamento recalcitrante. O tamanho das sementes pode variar de 0,5 a 2,5 mm

¹: Eng. Agr., Dr.^a, Embrapa Amazônia Oriental, C.Postal 48, Belém, PA, CEP. 66.095-100, spadilha@cpatu.embrapa.br

de diâmetro, sendo que em um quilo de sementes é possível encontrar entre 200 e 2.000 sementes, embora a média seja em torno de 900 sementes por quilo (Queiroz & Mochiutti, 2001).

O primeiro programa de melhoramento de açaizeiro para frutos foi criado em meados da década de 90, pela Empresa Amazônia Oriental que dispõe de um banco de germoplasma formado por acessos de diferentes procedências. Este programa lançou a primeira cultivar em 2004, com base no método de seleção massal. Esse programa, atualmente, vem se consolidando com a aplicação de outros métodos de melhoramento com vista a obter cultivares que atendam as necessidades dos produtores e consumidores do agronegócio de polpa no Pará e na Amazônia.

2. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

O açaizeiro apresenta caule do tipo estipe, preferencialmente, multicaulo na fase adulta com até 45 estipes por touceira. O estipe é cilíndrico, anelado, ereto, fibroso e sem ramificações, atingindo até 30m de altura e diâmetro de 12 a 18 cm. Cada estipe contém, em média, dez a doze folhas compostas com 3,5m de comprimento, dispostas de forma espiralada. A folha possui uma bainha que envolve o estipe, constituída de pecíolo com 20 a 40 cm de comprimento e limbo distintos, além de um pronunciado eixo central, contendo 70 a 80 pares de folíolos, opostos ou subopostos e inseridos em intervalos regulares. Ao longo do estipe são encontradas cicatrizes deixadas pelas folhas que senesce e caem, formando nós e internós (Henderson, 2000). As raízes são fasciculadas, densas e superficiais, providas de lenticelas e aerênquimas, que apresentam 1 cm de diâmetro e coloração avermelhada, sendo encontradas nos primeiros 30 a 40 cm do solo, formando um agregado na base do estipe.

Na fase reprodutiva, surge, embaixo de cada bainha foliar, um ramo florífero constituído por duas brácteas, de tamanho e formatos distintos, e que envolve a inflorescência propriamente dita. As brácteas, denominadas de espátas, são fusiformes, coriáceas, persistentes, externamente lisa e de coloração esverdeada, quando imaturas, e amarelada, quando maduras. A inflorescência é do tipo cacho, sendo formada por uma ráquis, onde estão inseridas dezenas de ráquias e, nelas, milhares de flores unissexuais, séssis dispostas em espiral, com até 8.000 femininas e 37.000 masculinas (Figura 1, a). Cada ráquila contém na sua maior extensão, flores femininas ladeadas por duas flores masculinas, formando tríade e, na parte final, apenas flores masculinas. As masculinas têm 4-5 mm de comprimento, sépalas triangulares e ovaladas, pétalas ovais, estames curtos e pistilódio, enquanto as femininas 3 mm de comprimento, sépalas e pétalas triangulares (Figura 1, b e c)

A infrutescência, denominada de cacho, é composta por centenas de frutos, do tipo drupa globosa ou levemente depresso, pesando de 0,5 g a 2,8 g e diâmetro de 1 a 2 cm, verde brilhante, quando imaturos, e violáceo ou verde opaco, quando maduros (Oliveira, 2002, Figura 2). Cada fruto contém mesocarpo fino, de 1 a 2 mm de espessura, de coloração variável e parte comestível (epicarpo e mesocarpo) representando 7 a 25 % do fruto (Cavalcante, 1991). A semente possui um envoltório fibroso, endocarpo duro e embrião diminuto com endosperma abundante e ruminado, de comportamento recalcitrante.

A variedade de açaizeiro predominante é a violácea, mas existem outras como: a verde, também denominada de branca ou tinga; a espada; a vareta; a açu; a sangue-de-boi; a chumbinho; a petecão; e a una, que se diferenciam nos aspectos morfológicos (número e diâmetro do estipe, coloração e tamanho dos frutos maduros, na

inflorescência) e na composição química dos frutos, especialmente no teor de lipídios e na presença de antocianinas (Rogez, 2000).

A característica morfológica do açazeiro que o distingue das outras duas espécies refere-se ao caule tipo touceira, formado pela emissão de vários perfilhos na base do estipe principal ao longo do tempo, os quais surgem da semente de uma semente. Os estipes constituintes da touceira possuem diferentes estádios de crescimento e, por surgirem de um indivíduo, todos têm o mesmogenótipo sendo, portanto, clones por apresentarem a mesma constituição genética. Assim, é comum encontrar em uma touceira, estipes com cachos em diferentes estádios fenológicos de frutificação, cada um produzindo, em média, 3 a 4 cachos, colhidos por volta de cinco a seis meses após a fecundação das flores (Oliveira, 2005).

3. ORIGEM

As maiores extensões naturais do açazeiro estão na região do estuário do rio Amazonas (Lleras et al., 1983). Nessa região é comum em áreas de mata de terra firme, várzea e igapó, predominante no delta amazônico (ecossistema de várzea), caracterizado por uma densa rede de rios (furos), onde forma populações homogêneas.

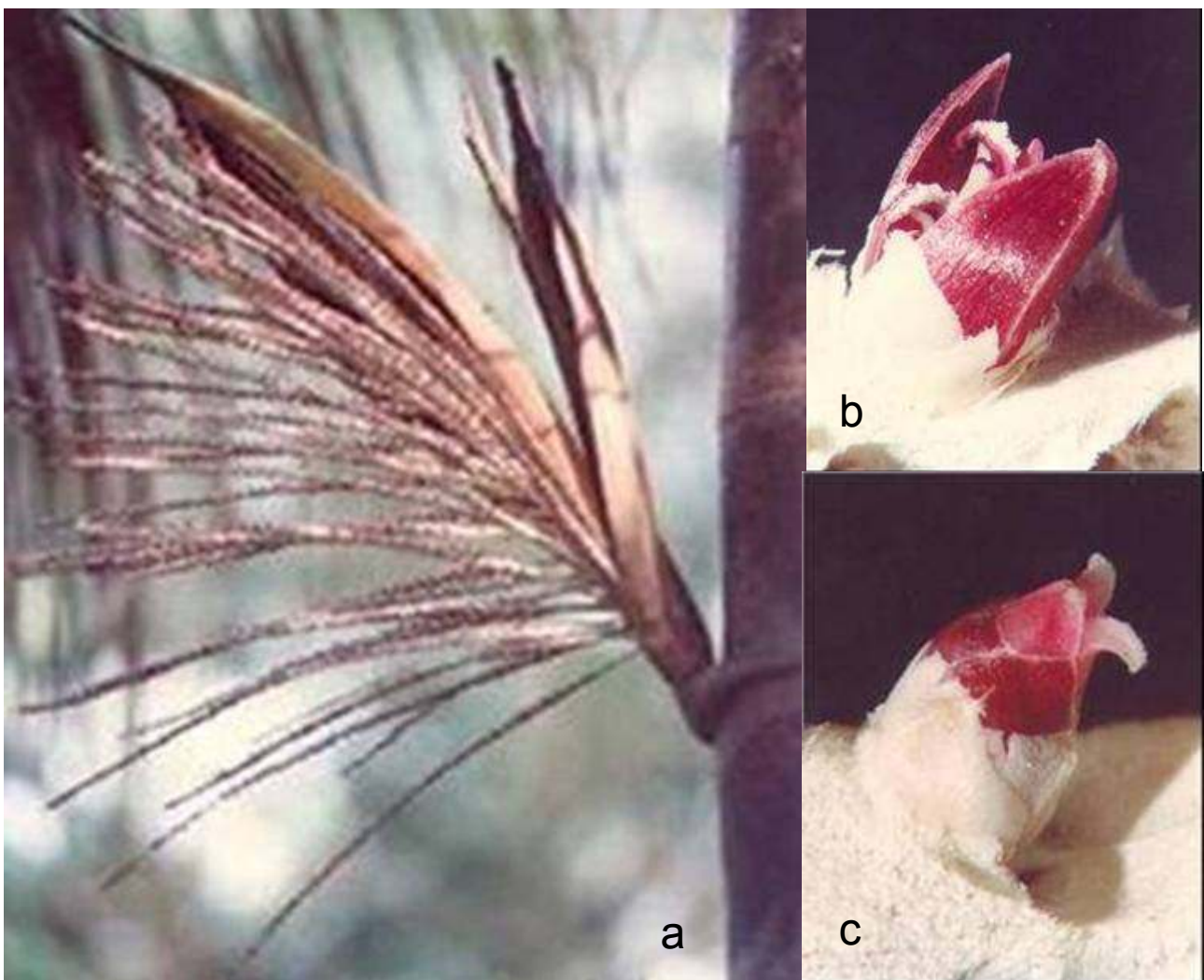


Figura 1. Inflorescência(a) e flores masculina(b) e feminina(c) de açazeiro.

O centro de origem do açazeiro ainda não está estabelecido, porém, há suposições que esteja situado no estuário amazônico, precisamente nos arredores de Óbidos, no Pará (Ducke, 1946). Nessa região são encontradas densas e diversificadas populações, ocupando um milhão de hectares. Também não há registros sobre seu centro de diversidade genética.

4. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Espécie tipicamente tropical e de distribuição ampla, com ocorrência entre as latitudes 10° N e 20° S e entre as longitudes 40 e 70° Oeste. Tem ocorrência no Norte da América do Sul, Panamá, Equador e Trinidad, onde recebe diferentes denominações, ocupando florestas de terras baixas e montanhas úmidas. No Brasil, esta espécie encontra-se bem representada na região Amazônica, mais precisamente nos estados do Pará, Amapá e Maranhão, além de Tocantins e Mato Grosso. Guiana Francesa, Suriname, Venezuela e Colômbia, são outros países onde há registro de sua ocorrência (Henderson, 2000).

Esta palmeira faz parte da vegetação predominante no estuário amazônico, Baixo Amazonas, Maranhão, Tocantins e Amapá, onde ocorre em terra firme, várzea e igapó, com maior intensidade em áreas de inundações periódicas (várzeas). Encontra-se distribuída naturalmente, formando concentrações densas, na parte Oriental da Amazônia Legal, no litoral Atlântico até o Município de Óbidos, atingindo os arredores de Parintins (Ducke, 1946). Também, é encontrado com grande abundância nas áreas de grotas das florestas de terra firme próximas da região do estuário, em altitude menores que 100 m.

5. SISTEMA REPRODUTIVO

O açazeiro inicia a fase reprodutiva, normalmente, por volta de quatro anos após o plantio, com floração e frutificação contínuas. O pico de florescimento ocorre de fevereiro a julho e o de frutificação de agosto a dezembro, mas pode variar com a variedade e a procedência. Não apresenta dormência de sementes, tolera o sombreamento somente no estágio juvenil, com idade de reprodução entre 5 a 10 anos e tempo de vida entre 10 e 25 anos.

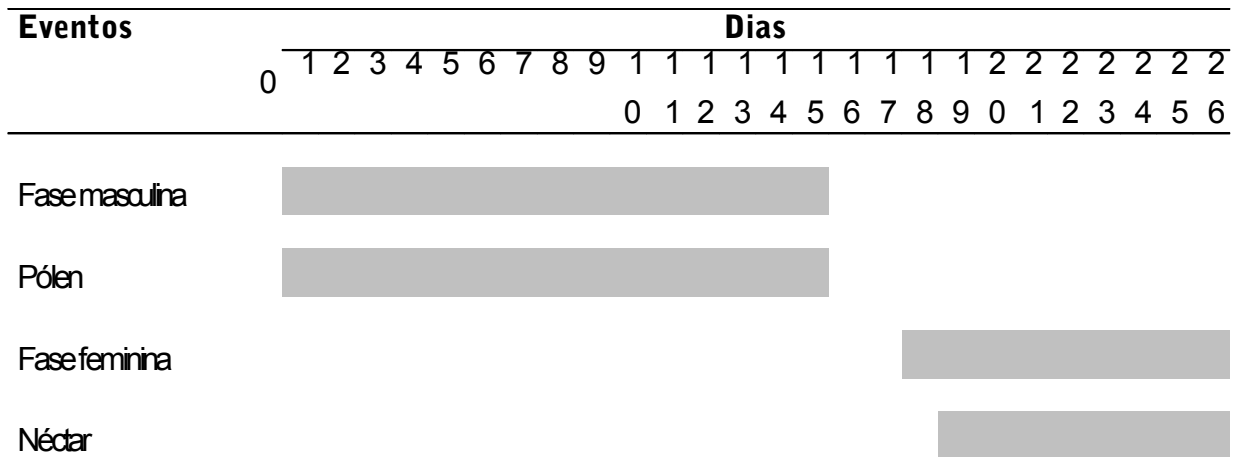


Figura 2. Inflorescência, frutos e sementes de açai.

É uma espécie monóxica, com flores masculinas e femininas dispostas na mesma inflorescência. Os eventos de floração em uma inflorescência são lentos e graduativos, sendo divididos em fases (Tabela 1). A fase masculina dura em média doze dias, se inicia no mesmo dia da abertura da segunda espata, com a antese das flores masculinas sendo diurna e ocorrendo do ápice para a base das ráquias. Cada flor masculina tem vida útil de quatro horas. A fase feminina é mais curta, dura, em média, cinco dias, com antese diurna e havendo também graduação da antese das flores do ápice para a base das ráquias (Oliveira, 2002). Entre as fases masculina e feminina pode ocorrer intervalo, de dois dias, ou sobreposição das fases, de até quatro dias. Apresenta dicogamia, do tipo protândria e polinização entomófila, feita por minúsculos coleópteros e abelhas, havendo também a participação do vento e da gravidade na fecundação das flores. Os coleópteros têm autonomia de vôo de até 200 m e as abelhas de mais de 300 m.

A algamia é mencionada como o sistema reprodutivo predominante do açai. Contudo, pode ocorrer até 12,9% de autofecundação (Souza, 2002) pela coincidência de anteses na mesma inflorescência, entre inflorescências do mesmo estipe ou da mesma touceira.

Tabela 1. Sucessão e duração de eventos florais na inflorescência de açai (*Euterpe oleracea* Mart.), em Belém, PA



É uma espécie diplóide, com 36 cromossomos ($n=18$), todos do mesmo tamanho e forma. Mas, há registros de variações para número somático, de 32 a 36 cromossomos, contados pela técnica de raiz além de distinção quanto ao comprimento e posição do centrômero (Pinto-Maglio et al., 1986). Em estudo recente, realizado também por essa técnica com sementes de diferentes procedências, foi contabilizada variação de 26 a 36 cromossomos, sendo todos bem diminutos e distintos quanto à morfologia, cujo número somático preferencial sugerido foi de $2n=32$ cromossomos (Oliveira et al., 2004).

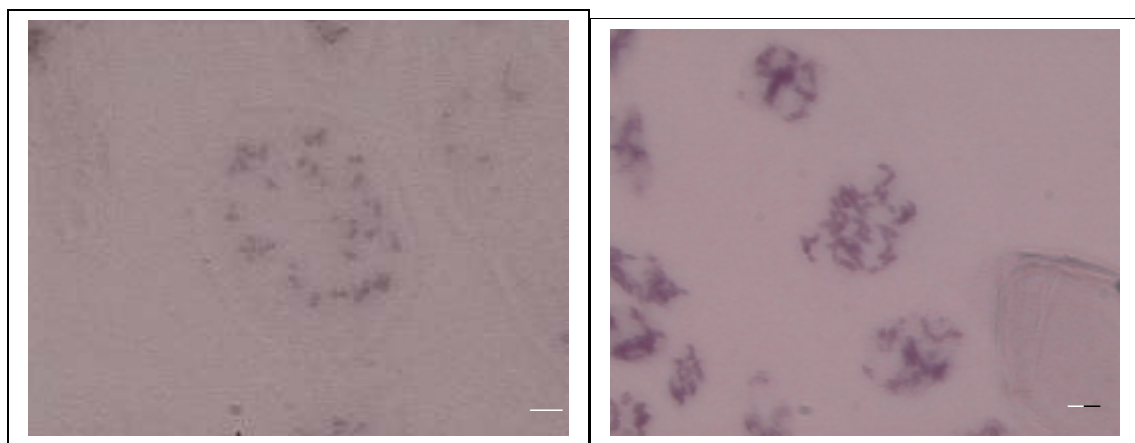


Figura 3. Metáfases somáticas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) 1000x. Escala: 4mm-10µm.

6. DOMESTICAÇÃO

A domesticação é um processo co-evolutivo (Harlan, 1992), em que humanos praticam seleção nos fenótipos de plantas individuais e garantem a propagação para formar novas populações (Clement, 2001). Acredita-se que vários grupos indígenas devem ter realizado seleções em diferentes populações de açazeiro, selecionando plantas e coletando os frutos das plantas que mais lhes interessavam. Então, cada vez que migravam, levavam consigo as sementes

preferidas, originando novas populações. Há relatos de que na época da safra dessa palmeira eram marcadas grandes festas, como casamentos e que as sementes das melhores plantas eram utilizadas como presentes.

Na literatura disponível o açazeiro é considerado como uma espécie em fase de domesticação (Clement, 2001). Contudo, há possibilidade de essa espécie tenha sido domesticada por povos de cultura pré-colombiana para a produção de frutos, possivelmente a partir de seleção natural praticada em populações da espécie *E. oleracea*, em vários locais e por meio da dispersão provocada por migrações indígenas.

7. GERMOPLASMA

O órgão oficial de recursos genéticos denomina germoplasma como todo o material que constitui a base física da herança de uma espécie e que se transmite de uma geração para outra por meio de células reprodutivas (IBPGR, 1991). Logo, um banco de germoplasma pode ser formado por plantas, anteras, sementes, tecidos, células ou estruturas mais simples mantendo disponível o máximo da diversidade genética da espécie para utilização em programas de melhoramento, seja na forma *in situ* ou *ex situ*. A conservação *ex situ* possui um grande desafio que é evitar alterações genéticas nos acessos e viabilizar a avaliação e caracterização do germoplasma conservado. Tais informações são primordiais para dar suporte a programas de melhoramento.

Como as sementes de açazeiro apresentam comportamento recalcitrante só permite a conservação de germoplasma *ex situ* nas formas: *in vivo*, *in vitro* e via criopreservação. Porém, a única tecnologia disponível, até o momento, é na forma de plantas vivas no campo.

O Brasil é o maior detentor de germoplasma do gênero *Euterpe* com registro da conservação em bancos e coleções de mais de onze instituições de pesquisa (Tabela 2). O BAG - Açai da Embrapa Amazônia Oriental é o mais amplo, constituído por 212 acessos (progênies de polinização livre), grande parte deles oriunda de coletas realizadas, no período de 1984 a 2000 (Figura 4). O banco de germoplasma dessa instituição encontra-se instalado em dois locais, Belém e Tomé-Açu, em condições de terra firme, com características variáveis. No primeiro local possui 124 acessos procedentes de 25 localidades, plantados em 1985 em linhas, no espaçamento de 5m x 3m e representados por um número variável de plantas, além da introdução de oito acessos das espécies *E. edulis*, *E. precatoria*. No segundo está representado por 80 progênies que foram coletados em Afuá, Chaves e Anajás e apresentam produção na entressafra, com frutos tipos violáceo, verde, chumbinho e açu, instalado em delineamento experimental, em 2001.



Figura 4. Vista do Banco de germoplasma de açaizeiro da Embrapa Amazônia Oriental

A conservação *in vivo*, apesar de apresentar custo elevado em sua manutenção e de necessitar de um contingente alto de mão-de-obra, permite a realização de atividades primordiais para subsidiar programas de melhoramento, a avaliação e caracterização, as quais são observadas ou mensuradas por meio de descritores qualitativos e quantitativos.

Tabela 2. Instituições brasileiras detentoras de germoplasma de açaizeiro e de outras espécies do gênero *Euterpe* com sua principal finalidade e número de acessos.

Instituição	Espécie	Características	N.º de
		desejáveis	acessos
Embrapa Amazônia Oriental	<i>E. oleracea</i> , e outras	Frutos e palmito	212
Embrapa Amapá	<i>E. oleracea</i>	Frutos	175
IAC	<i>E. oleracea</i> , <i>E. edulis</i>	Palmito	90
Embrapa Acre	<i>E. oleracea</i> , <i>E. precatória</i>	Frutos	25
INPA	<i>E. oleracea</i> , <i>E. precatória</i>	Frutos	02
FUA	<i>E. oleracea</i> , <i>E. precatória</i>	-	04
UFAC	<i>E. oleracea</i> , <i>E. precatória</i>	Frutos	05
UEVA	<i>E. oleracea</i>	Frutos	12
UFTO	<i>E. oleracea</i>	Frutos	10
EMCAPA	<i>E. oleracea</i> e outras	Palmito	14
UFSC	<i>E. oleracea</i> , <i>E. edulis</i>	Palmito	15
UFBA	<i>E. oleracea</i>	Frutos	10
UFMT	<i>E. oleracea</i>	Frutos	10
FCAP	<i>E. oleracea</i>	Palmito	02

Adaptado de Oliveira et al. (2000)

Esforços foram envidados na elaboração de uma lista preliminar de descritores com a sugestão de 29 caracteres para a produção de frutos (Oliveira, 1998). Recentemente, foi estabelecido um conjunto reduzido desses caracteres pelo descarte dos redundantes por várias metodologias (Oliveira et al., 2007a), com 22 caracteres sendo considerados importantes na avaliação de germoplasma de açaizeiro para frutos (Tabela 3). Mesmo assim, a grande maioria do germoplasma de açaizeiro conservado encontra-se precariamente avaliado e caracterizado.

No BAGAÇai da Embrapa Amazônia Oriental, os acessos instalados em Belém vêm sendo caracterizados e avaliados para caracteres morfo-agronômicos relacionados à produção de frutos e palmito (Oliveira et al., 1998; Oliveira et al., 2006; Oliveira et al., 2007a). Além da quantificação da variabilidade genética por meio de marcadores moleculares RAPD e SSR (Costa et al., 2001; Costa et al., 2004; Oliveira et al., 2007b). Todos os acessos estabelecidos em Belém, Pa foram caracterizados morfológicamente, quando atingiram dez anos de plantio, sendo constatadas variações expressivas para tipo de caule (87 % multicaule e 13 % monocaule), número de estipe por

planta (1 a 25), altura do estipe (4,21 m a 12,10m), comprimento da bainha foliar (0,76 m a 1,36 m), comprimento do internó (7,5 cm a 93,0 cm), circunferência do estipe (12 cm a 50 cm), para coloração das flores e duração das fases de floração masculina (8 dias a 26 dias), feminina (3 dias a 9 dias) e para o intervalo entre elas, indo de sobreposição de 4 dias a intervalo de 5 dias. Para a produção de frutos os caracteres mais variáveis têm sido o n.º de meses para a primeira frutificação, altura do primeiro cacho, n.º de meses em frutificação por ano, n.º de cachos por planta/ano (1 a 25), peso do cacho (0,28 kg a 12 kg), peso de frutos por cacho (0,10 kg a 10 kg), rendimento de frutos por cacho (44 % a 86,8 %), peso do fruto (0,5 g a 2,8 g), cor do fruto maduro (97% violáceo e 3 % verde), formato do fruto (17 % arredondado e 83 % obovado), produção de frutos por planta/ano (0,10 kg a 50,9 kg) e 89,3% tolerantes ao pulgão preto (Tabela 4). Os acessos instalados em Tomé-Agú vêm sendo caracterizados e avaliados para as mesmas características.

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os descritores morfo-agronômicos selecionados e os descartados avaliados em 87 acessos de açazeiro.

Descritores selecionados	Descritores descartados					
	DFT	PFC	PF	PTF	DTF	PP
N.º de estipe por planta	0,04	-0,10	0,16	0,14	0,13	0,18
N.º de estipe com frutos por planta	0,04	0,04	0,32	0,42	0,31	0,26
			*	*	*	
Altura do estipe	-0,10	0,03	-0,08	0,22	-0,04	-0,16
N.º de folhas	-0,10	-0,08	-0,17	0,08	-0,14	-0,20
Comprimento da bainha foliar	0,02	0,13	-0,13	-0,09	-0,07	-0,05
Circunferência do estipe	0,04	0,39*	-0,10	0,09	-0,11	-0,11
Comprimento do internó	0,07	0,20	0,10	0,35	0,09	0,03
				*		
Dias de floração masculina	0,65*	0,24	-0,03	0,14	-0,02	-0,05
Intervalo entre fases de floração	0,40*	-0,06	-0,13	-0,22	-0,14	-0,08
Dias de floração feminina	0,42*	0,26*	-0,00	0,16	0,03	-0,03
Dias após a polinização	0,16	0,13	0,18	-0,00	0,11	0,17
Diâmetro longitudinal do fruto	-0,09	0,30*	0,94	0,17	0,96*	0,78*
			*			
Peso da semente	-0,09	0,27*	0,92	0,21	0,88*	0,67*
			*			
Rendimento de polpa por fruto	-0,04	0,05	-0,07	-0,15	-0,10	0,40*
N.º de anos em produção	-0,03	0,04	0,21	0,12	0,23	0,15
N.º de meses em produção	0,06	0,03	0,04	0,49*	0,01	-0,08
N.º total de cachos produzidos	-0,14	-0,02	0,08	0,82*	0,09	-0,05
Peso total do cacho	0,22	0,98*	0,27	0,49*	0,24	0,26
			*			
Rendimento de frutos por cacho	0,26	0,59*	0,28	0,33*	0,28	0,27*
			*		*	
N.º de ráquias por cacho	0,13	0,55*	0,29	0,16	0,26	0,30*
			*			
Comprimento da ráquis do cacho	0,24	0,36*	0,01	0,05	-0,00	0,07
Peso de cem frutos	-0,00	0,41*	0,84	0,21	0,84	0,72*
			*		*	

* e **: significativo aos níveis de 5% e a 1%.

Tabela 4. Resumo das análises de variância obtidas para os 28 caracteres morfo-agronômicos avaliados em 87 acessos de açaizeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa.

Caracteres	Quadrados médios		Média	C.V (%)
	Acessos	Erro		
Número de estipe por planta (unid.)	14,170 ^{**}	5,211	5,05	45,18
Número de estipe frutificando por planta (unid.)	7,377 ^{**}	2,482	3,85	40,91
Altura do estipe (m)	4,006 ^{**}	0,271	6,34	8,21
Número de folhas (unid.)	1,210 ^{**}	0,715	10,75	7,87
Comprimento da bainha foliar (m)	0,016 ^{**}	0,005	1,04	6,85
Circunferência do estipe (cm)	42,175 ^{**}	13,426	32,11	11,41
Comprimento de cinco entrenós (cm)	320,440 ^{**}	91,131	59,67	16,00
Duração da fase masculina (dias)	3,852 ^{ns}	2,929	11,20	15,54
Intervalo entre fases (dias)	3,755 ^{**}	1,863	2,02	67,55
Duração da fase feminina (dias)	0,763 [*]	0,557	4,18	17,85
Duração total da floração (dias)	5,716 ^{**}	2,994	17,19	10,06
Diâmetro longitudinal do fruto (mm)	1,173 ^{**}	0,333	11,89	4,86
Diâmetro transversal do fruto (mm)	1,600 ^{**}	0,388	13,63	4,57
Peso do fruto (g)	0,152 ^{**}	0,034	1,41	13,09
Peso da parte comestível (g)	0,010 ^{**}	0,004	0,32	19,52
Peso da semente (g)	0,091 ^{**}	0,024	1,08	14,34
Rendimento da parte comestível por fruto (%)	10,707 ^{ns}	8,350	23,27	12,42
Dias após a polinização (dias)	883,153 ^{**}	340,786	181,01	10,20
Número de anos em produção (unid.)	3,642 ^{**}	1,500	4,40	27,85
Número de meses em produção (unid.)	0,565 ^{**}	0,369	1,89	32,20
Número total de cachos (unid.)	3,360 ^{**}	2,107	3,49	41,64
Produção total de frutos (kg)	20,923 ^{**}	12,300	6,72	52,19
Peso total do cacho (kg)	0,823 ^{**}	0,344	2,53	23,19
Peso de frutos por cacho (kg)	0,559 ^{**}	0,245	1,88	26,38
Rendimento de frutos por cacho (%)	43,945 ^{**}	20,558	71,04	6,38
Número de ráquias por cacho (unid.)	228,053 ^{**}	111,011	98,93	10,65
Comprimento da ráquis do cacho (cm)	114,616 ^{**}	60,614	52,25	14,90
Peso de 100 frutos (g)	985,841 ^{**}	172,161	145,39	9,02

* e **: significativo pelo teste F a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente; ns: não significativo.

7. MELHORAMENTO

O melhoramento genético é a ciência que modifica geneticamente as plantas, pela seleção de indivíduos superiores para a (s) característica(s) desejada(s). A estrutura geral de um programa de melhoramento genético de espécies perenes envolve: a variabilidade genética da população base, a seleção e a recombinação (Resende, 1999) e deve ser previstos ganhos em curto e longo prazo.

O açaizeiro apresenta duas principais linhas de produção: frutos e palmito. Entretanto, como a grande ascensão nos mercados local, regional, nacional e internacional tem sido para a produção de frutos, a atenção das instituições de pesquisas detentoras de germoplasma dessa espécie tem sido voltada para o agronegócio de polpa.

Por se tratar de uma espécie perene, de fecundação cruzada e com poucas informações disponíveis, são raros os trabalhos voltados ao melhoramento genético dessa palmeira. Os primeiros estudos voltados para a produção de frutos foram iniciados na década de 80, pela Embrapa Amazônia Oriental, com a realização de coletas e o estabelecimento do banco de germoplasma. Concentrou-se, na década de 90, com o início da avaliação e caracterização do germoplasma disponível, que deu base para a realização da seleção massal de 25 melhores indivíduos, em 1999, no BAG- Açaí. Em 2004, esse programa lançou a primeira cultivar (pop. melhorada), a BRS Pará.

7.1. Objetivos

Os objetivos de todo programa de melhoramento genético devem resultar de uma análise dos hábitos alimentares, culturais, das demandas do mercado, do processamento e das tecnologias de transformação disponíveis para a espécie foco. No caso do açaizeiro, a principal preocupação é a escassez de sementes melhoradas para atender os plantios comerciais para frutos, seja em condições de terra firme ou de várzea, visando à agroindústria de açaí “*in natura*” e de polpa congelada.

Para a produção de frutos, o programa de melhoramento genético do açaizeiro não tem se limitado em melhorar um caráter, mais sim vários. O maior entrave está no desconhecimento sobre a herança dos caracteres envolvidos, mas acredita-se que a maioria seja controlada por vários genes de efeitos aditivos. Contudo, pretende-se obter cultivares (populações) que tenham bom perfilhamento, produção precoce, frutos violáceos, produção acima de 25 kg de frutos/planta, cachos pesados (acima de 7 Kg) e com rendimento de frutos acima de 60%, frutos com peso menor que 1 g e com rendimento da parte comestível acima de 20%, que apresentem polpa processada com características organolépticas desejáveis, especialmente alto teor de antocianinas, e volume de produção de frutos concentrado no primeiro semestre do ano, ou seja, na entressafra, quando os frutos alcançam melhores preços, além de tolerantes a seca, quando cultivados em terra firme.

7.2. Ideótipos

A demanda de açaí “*in natura*” e congelado, assim como pasteurizado, mix e demais produtos é essencialmente para frutos de coloração violácea. Mas, outros critérios devem ser considerados para a composição do ideótipo ao mercado de frutos, tais como:

- Produção de frutos/planta/ano \geq 25 kg;
- Peso médio do cacho acima de 7 kg;
- Rendimento de frutos por cacho acima de 60%;
- Peso médio do fruto \leq 1g;
- Rendimento de polpa ou da parte comestível \geq 20%;
- Bom perfilhamento, entre 3 a 5 perfilhos bem formados por planta;
- Internós curtos \leq 7,5 cm;
- Número de folhas \geq 12;
- Produção contínua ou na entressafra;
- Precocidade de produção, primeira frutificação aos 3,5 anos do plantio;
- Tolerante ao pulgão preto.

7.3 Estratégias adotadas

O planejamento de um programa de melhoramento não é tarefa fácil, pois se faz necessário integrar várias informações (biologia da espécie, sistema reprodutivo, citogenética, propagação, genética quantitativa, dentre outras). Os efeitos genéticos, variâncias e correlações, estimativas de parâmetros genéticos do caráter, tamanho de parcelas, nº. de indivíduos e de progênies a serem selecionadas e avaliadas e demais informações experimentais são primordiais na definição das estratégias de melhoramento a ser adotadas para atingir de forma eficiente os objetivos propostos.

Os métodos de melhoramento são definidos com base no sistema reprodutivo, da variabilidade disponível, da forma de propagação e dos objetivos do programa. Há necessidade também, de conhecimentos da biologia da espécie, do comportamento do caráter ou caracteres a serem melhorados, facilidade de avaliação e correlação entre os caracteres (Resende, 2002). Pois, o ganho genético de cada ciclo de seleção é diretamente proporcional à variabilidade da população, a herdabilidade do caráter e a intensidade de seleção.

Nas estratégias de um programa de melhoramento genético de espécies perenes é de fundamental importância o conhecimento dos conceitos de população base, população de melhoramento, população de produção, estrutura da população de melhoramento, métodos de seleção, delineamento de cruzamentos e seleção de cruzamentos (Resende, 1999).

Como o açaizeiro é uma espécie perene, de polinização cruzada e, considerando as exigências do mercado para frutos, os métodos de melhoramento que a serem adotados são: a seleção fenotípica ou massa; a seleção fenotípica com teste de progênie; a seleção recorrente; e a hibridação interespecífica. Com exceção do último, os demais métodos já vêm sendo adotados.

Embora o açazeiro seja característico de áreas alagadas (várzea), os programas de melhoramento para frutos têm sido direcionados, preferencialmente, para áreas de terra firme, por apresentarem fácil manejo e, também para as condições de várzea.

- Seleção fenotípica ou massal

Primeiro método aplicado no melhoramento do açazeiro para a produção de frutos, por ser simples e ter sido utilizado em outras palmeiras como o dendezeiro (Barcelos & Amblard, 1992) e o coqueiro (Ribeiro et al., 2002) como eficiente no aumento da produção de frutos. A exigência é a presença de variabilidade genética na população em que se está praticando a seleção e que sejam utilizados caracteres de alta herdabilidade. As vantagens desse método são a facilidade de condução e o baixo custo operacional (Borém, 1999).

A seleção fenotípica tem sido aplicada com sucesso em diversas espécies perenes, em indivíduos de populações nativas e plantas comerciais, sejam nativas ou exóticas. As plantas selecionadas por suas características fenotípicas constituem-se na população base, sendo a fase seguinte à avaliação de suas progênes.

Para o açazeiro, esse método foi praticado em indivíduos do banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, uma vez que foi detectada ampla variação fenotípica para vários caracteres, cinco deles relacionados com a produção de frutos (Oliveira et al., 1998). A seleção foi realizada em 1999 e os critérios para a seleção foram: a coloração violácea dos frutos e o nº. total de cachos (NTC) e produção de frutos por planta/ano (PTF), esses dois últimos obtidos pelo controle individual da produção de frutos por três anos (Tabela 5).

Em 2000, os 25 melhores indivíduos foram identificados no campo, colhido um cacho de cada indivíduo, seus frutos misturados proporcionalmente e beneficiados para a formação da nova população em área isolada de outros plantios (Figura 5). Os dois lotes isolados foram instalados em 2001 e, antes da primeira floração, foi realizada uma seleção visual para perfilhamento, dando origem a área de produção de sementes – APS. Foi registrada, em 2001, no Ministério da Agricultura e, em 2004 foi lançada como cultivar BRS Pará (Oliveira & Farias Neto, 2004). Muito embora os lotes tenham sido instalados no Pará, em duas condições climáticas distintas e em solos do tipo Latossolo Amarelo textura média, os frutos colhidos e beneficiados dessas áreas têm fornecido sementes para cultivos comerciais que estão sendo estabelecidos nesse estado, na região Amazônia e em outras regiões brasileiras. Um novo ciclo seleção deve ser praticado na população BRS Pará com base nos mesmos caracteres para obtenção de novos ganhos genéticos.

Tabela 5. Resumo da análise de variância e estimativas dos componentes genético e fenotípico obtidos para os caracteres número total de cachos (NTC) e produção total de frutos (PTF) em 696 açazeiros do Banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, com base em três anos.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado Médio	
		NTC	PTF
Anos de colheita	2	185,4401	1823,8304
Indivíduos	695	12,6062	73,7184
Resíduo	1390	4,0138	28,7778
Média (μ)		2,2	4,5

CV (%)	90,0	119,75
IC (95%)	2,2 ± 14,74	4,5 ± 40,11
Componente genético	2,8641	14,9802
Componente fenotípico	6,8779	43,7580

CV: Coeficiente de variação; IC: intervalo de confiança da média da coleção.

As principais características dessa cultivar são: precocidade de produção de frutos (início no 3º ano de plantio); altura da inserção do 1º cacho (em média a 112 cm); frutos violáceos; perfilhamento (dois ou mais perfilhos em todas as plantas); produtividade (3t no 3º e 4º anos, 4t no 5º, 6t no 6º, com estimativas de 8 t no 7º e 10 t de frutos/ha a partir do 8º ano); rendimento da parte comestível (de 15% a 25% por fruto) e n.º. de sementes/kg (em média 625 sementes). Na Figura 6 consta detalhes da planta e da coloração dos frutos dessa cultivar.

Como esse tipo de seleção é baseado nas potencialidades do progenitor feminino, não há controle de polinização. Dessa forma, o acasalamento é ao acaso com seleção.

A existência de grande variabilidade entre os açazeiros dessa coleção, para as principais características de produção, deve garantir bons ganhos genéticos e, portanto, deve-se esperar que seus descendentes sejam superiores à média da próxima geração.

Atualmente, novo ciclo de seleção está sendo praticado na população BRS Pará, porém os indivíduos serão selecionados pela seleção fenotípica estratificada, para o caráter produção total de frutos por planta (PTF), auxiliado pelos caracteres teor de antocianina e perfilhamento. Resultados preliminares sobre a variação de antocianina nas polpas da BRS Pará detectaram teores significativos, variando de 1072,57 a 4562,54 mg/100g desses compostos.

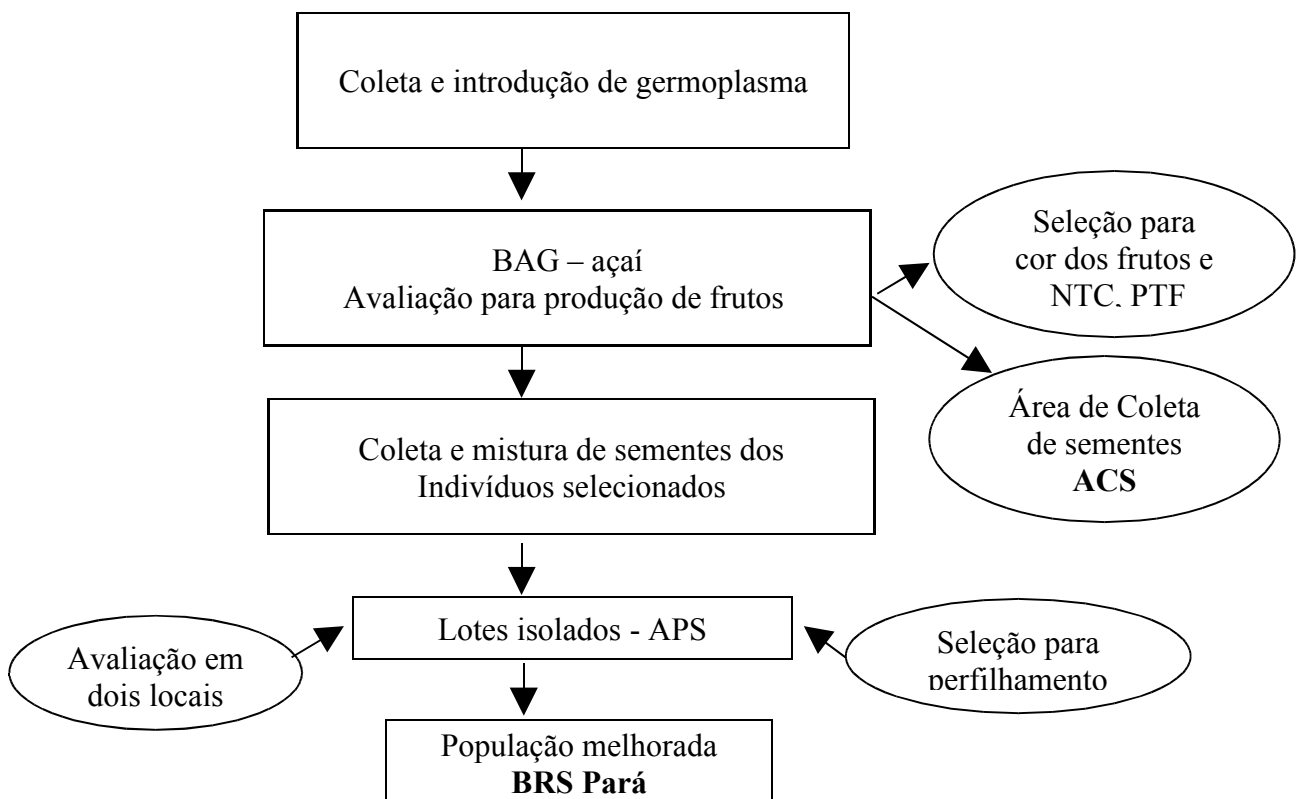


Figura 5. Fluxograma da seleção fenotípica praticada no açazeiro na Embrapa Amazônia Oriental.

- Seleção fenotípica com teste de progênie

Método mais eficiente que a seleção massal por dar maior segurança na superioridade dos indivíduos selecionados, uma vez que se faz a avaliação dos indivíduos por meio de teste de progênie. Com base nesse teste pode-se avaliar o valor genético do genitor, permitir a estimação de parâmetros genéticos, além de prever os ganhos genéticos realizados; bem como são fundamentais para o melhoramento de gerações avançadas, pois os melhores indivíduos das progênies devem formar a população base para o melhoramento da próxima geração. Os testes de progênies de polinização livre, também podem ser transformados em pomares de sementes por mudas (PSM), atendendo a demanda imediata de sementes pelo setor produtivo.



Figura 6. Detalhe da altura do primeiro cacho, da planta e do cacho da cultivar BRS Pará.

No programa de melhoramento da Embrapa Amazônia Oriental, esse método passou a ser adotado após a seleção massal dos 25 indivíduos superiores na população base (BAG – Açai). Para tanto foi colhido um cacho de cada planta e retirada uma amostra de 200 frutos. As amostras foram identificadas e processadas separadamente para a instalação do teste de progênies (Figura 7). O ensaio foi instalado, em março de 2001, em terra firme em dois locais com tipos climáticos distintos (Af e Aw), Santa Izabel do Pará (Figura 8) e Tomé Agui, em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e parcelas lineares de cinco plantas. Desde a instalação desses ensaios as progênies foram avaliadas, semestralmente, para caracteres vegetativos. A partir de 2004, quando iniciou a frutificação, também

para caracteres produtivos (Tabela 6). Na Tabela 7, constam os parâmetros genéticos obtidos para os caracteres produtivos avaliados em 2006.

A seleção entre e dentro das progênies será efetuada para o caráter produção total de frutos por planta (PTF), com base na médias de três anos (Tabela 6) e auxiliado pelo teor de antocianina. Os resultados preliminares para o teor de antocianina apresentam variações de 13,75 (progênie 23) a 228,77 (progênie 11) mg/100 com média de 96,59 mg/100g.

Após a seleção as plantas inferiores serão eliminadas para permitir o intercruzamento das melhores ao acaso, que constituirão o pomar de sementes por mudas- PSM (pop. melhorada) para atendimento de sementes aos novos plantios no Pará. De cada indivíduo selecionado será também colhido um cacho para a formação de novo teste de progênie.

Tabela 6. Resumodas análises de variância para dez caracteres de produção de frutos avaliados nas 25 progênies de polinização livre de açaizeiro no ensaio de Santa Izabel do Pará. Ano 2006.

Caracteres	Quadrado Médio			CV%	Média
	Progênie	Bloco	Erro		
NTM (unid)	0,6881	3,5872	0,4705	25,49	2,69
NTC (unid)	3,9297	12,8768	2,3813	23,14	6,66
PTF (Kg)	381,184	3123,272	270,3384	31,00	53,02
PTC (Kg)	0,3055	1,0128	0,2519	20,45	2,46
PFC (Kg)	0,1778	1,0125	0,1795	24,37	1,75
RFC (%)	30,9465	175,2321	19,444	6,36	69,93
NRC (unid)	139,0155*	67,9007	31,3239	6,24	89,67
CRC (cm)	32,4874*	8,3921	8,4341	6,07	47,83
PCF (g)	652,4538*	394,1178	108,9513	7,13	146,33
APF (cm)	1639,4604*	11485,6280	282,1517	17,77	94,50

** significativo a 1%; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. NTM: número total de meses; NTC: número total de cachos; PTF: produção total de frutos; PTC: peso total do cacho; PFC: peso de frutos por cachos; RFC: rendimento de frutos por cacho; NRC: número de ráquias por cacho; CRC: comprimento da ráquis por cacho; PCF: peso de cem frutos; APF: altura da primeira frutificação.

Tabela 7. Estimativas de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais para dez caracteres de produção de frutos, avaliados em 25 progênies de açaizeiro, em Santa Izabel do Pará. Ano 2006.

Parâmetro	Caracteres									
	NTM	NTC	PTF	PTC	PFC	RFC	NRC	CRC	PCF	APF
σ_p^2	0,05	0,43	0,42	0,01	0,00	3,12	35,90	6,01	135,85	299,40
σ_f^2	1,70	11,58	51,99	0,79	0,56	73,86	1000,6	41,76	524,26	1786,3
h^2	0,31	0,42	0,13	0,18	0,00	0,39	0,35	0,74	0,83	0,79
CV _p %	8,68	9,74	5,57	4,77	0,00	2,54	6,59	5,13	7,96	18,42
CV _{dp} %	15,03	16,88	9,65	8,27	0,00	4,41	11,41	8,88	13,79	31,90
CV _f %	25,53	22,49	28,81	20,39	24,55	6,35	18,04	6,08	7,13	18,42

b	0,34	0,43	0,19	0,23	0,00	0,40	0,37	0,84	1,12	1,00
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Variância genotípica dentro de progênies (σ_d^2); variância genotípica entre progênies (σ_p^2); variância ambiental (σ_e^2); variância fenotípica (σ_f^2); herdabilidade entre médias de progênies (h^2); coeficiente de variação entre progênies (CVp %); Coeficiente de variação fenotípica dentro (CVdp %); coeficiente de variação fenotípica entre plantas (CVf %); Coeficiente de variação ambiental (CVe %); b: relação entre CVf/CVe

Tabela 8. Médias para o caráter PTF (kg) avaliado em 25 progênies de açaizeiro do ensaio de Santa Izabel do Pará.

Progênies	2005	2006	2007	Média
1	19,77	54,58	32,36	35,57
2	22,14	40,60	35,85	35,57
3	29,63	50,48	47,78	42,63
4	32,02	34,79	15,98	27,60
5	34,36	47,99	26,38	36,25
6	29,37	50,30	24,42	34,70
7	25,05	46,57	27,57	33,07
8	29,09	40,48	18,65	29,41
9	46,87	64,32	19,05	43,42
10	30,49	49,01	29,15	36,22
11	35,58	51,50	27,11	38,07
12	24,96	55,77	20,57	33,77
13	23,94	40,31	25,42	29,89
14	31,18	47,85	23,71	34,25
15	23,44	44,14	16,67	28,08
16	26,48	61,67	34,55	40,90
17	26,04	49,03	26,26	33,78
18	36,21	62,94	28,73	42,63
19	42,89	55,19	41,88	46,65
20	22,24	57,59	33,86	37,90
21	23,63	52,98	33,40	36,67
22	27,19	61,23	32,04	40,15
23	32,46	46,67	32,89	37,34
24	25,95	49,08	28,92	34,65
25	21,97	43,92	24,44	30,11
Média geral	28,92	50,36	28,31	35,86

- Seleção recorrente

A seleção recorrente é um processo cíclico que envolve a obtenção, seleção de indivíduos ou famílias e recombinação dos melhores e tem por objetivo aumentar a frequência dos alelos favoráveis nas populações, ou seja, o desempenho médio na expressão do caráter e manter a variabilidade para novos ciclos de seleção (Souza Jr., 2001).

Esse método vem sendo indicado para plantas perenes, havendo dois tipos: 1) a intrapopulacional, para melhorar a população “per se” e capitalizar os efeitos aditivos dos alelos; e 2) a interpopulacional para explorar o vigor híbrido F_1 entre duas populações, melhorando uma população em função de outra (Resende, 2002). Na intrapopulacional, a unidade seletiva e de recombinação pode ser indivíduos ou famílias não endogâmicas ou endogâmicas, variando com o método utilizado. Para a seleção massal, têm-se duas fases: a avaliação e obtenção dos indivíduos superiores para a formação da nova população.

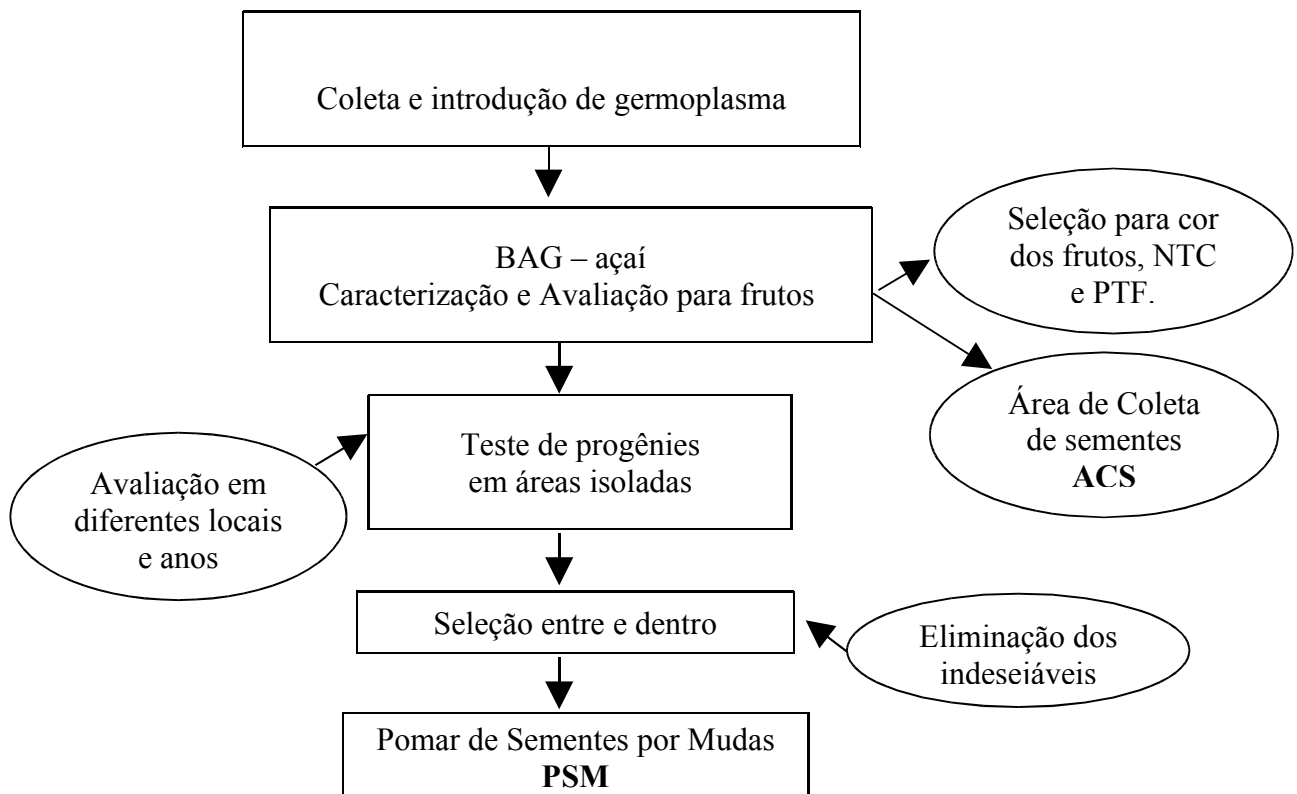


Figura 7. Fluxograma da seleção fenotípica com teste de progênies no açaizeiro.



Figura 8. Vista do ensaio de progênies de açazeiro em Santa Izabel do Pará.

A seleção recorrente intrapopulacional está sendo aplicada no açazeiro, para dar continuidade na obtenção de populações melhoradas a partir da População base (BAG-Açaí), cuja a primeira foi a BRS Pará (Figura 9). Sua indicação deve-se ao fato de ser um método simples de seleção e que, em muitas vezes, produz respostas mais rápidas. Embora tenha como base o fenótipo o seu objetivo é aumentar a proporção de genótipos superiores dentro da população, neste caso sua eficiência vai depender da exatidão com que o fenótipo irá refletir o genótipo (Borém, 1999). Nos novos ciclos será utilizada a seleção massal estratificada para melhorar sua eficiência.

A seleção recorrente interpopulacional também será testada no açazeiro, baseada na capacidade de combinação de indivíduos de populações distintas e com características complementares desejáveis, selecionados por meio de caracteres de alta herdabilidade. Após a identificação dos indivíduos desejáveis e divergentes em cada população, será efetuada a polinização controlada entre eles e entre seus recíprocos. Os híbridos serão avaliados em ensaios comparativos, em diferentes locais por pelo menos três anos de produção. Os melhores serão reproduzidos vegetativamente (via perfilhos) e instalados em campos isolados, para produção de sementes devendo existir um controle rígido no processo de polinização. O interesse da metodologia está na exploração da heterose com a possibilidade de conseguir genótipos mais precoces, rústicos e mais produtivos que seus parentais.

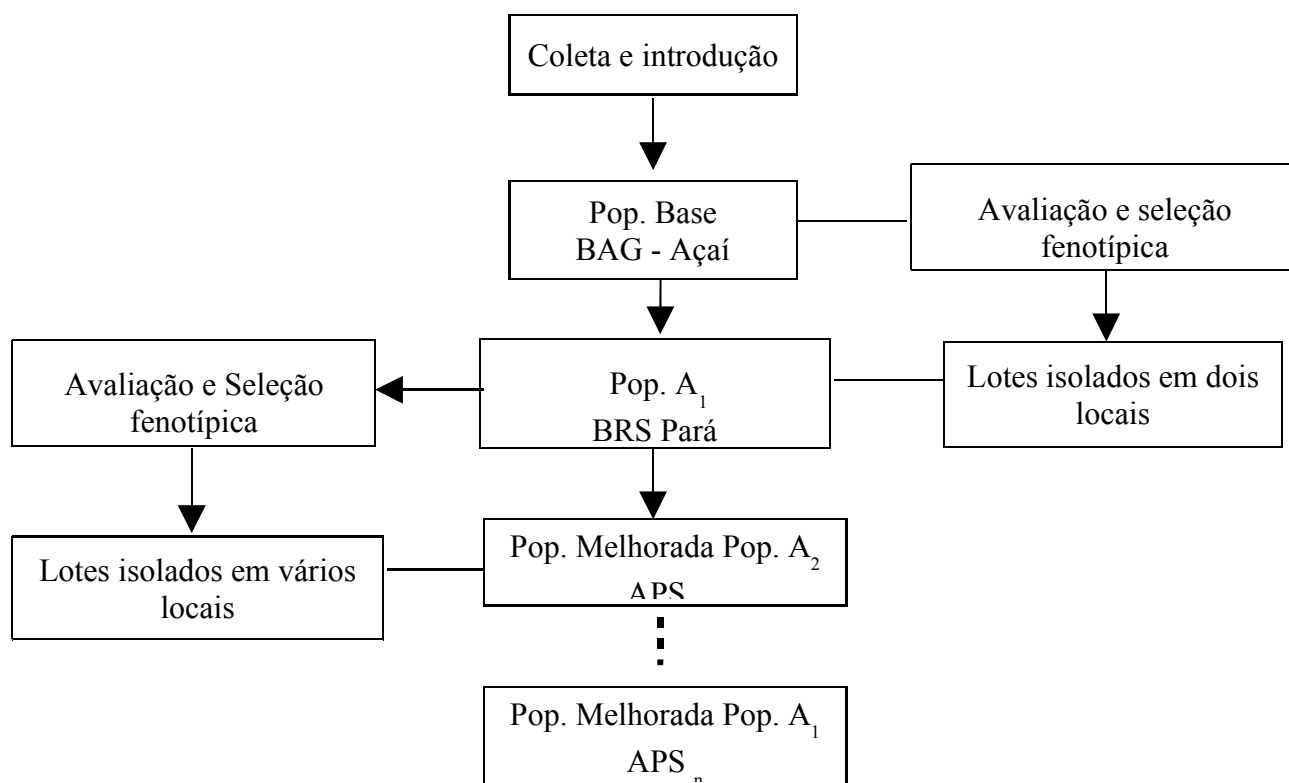


Figura 9. Fluxograma da seleção recorrente intrapopulacional no açazeiro.

- Híbridaçãointerespecífica

Método usado com sucesso no melhoramento do açazeiro desenvolvido pelo IAC para a produção de palmito. Nesse programa, híbridos entre *E. oleracea* x *E. edulis* e recíprocos foram obtidos e as primeiras avaliações evidenciaram a superioridade dos híbridos aos parentais para as principais características dessa linha de produção (Bovi et al., 1997).

Preteende-se aplicar essa estratégia no programa de melhoramento do açazeiro para a produção de frutos com o cruzamento dos indivíduos desejáveis e divergentes (Tabela 7).

Tabela 7. Grupos formados pelo método de otimização de Toder com os 87 acessos de açazeiro pelas distâncias euclidianas obtidas para os 22 caracteres selecionados.

Grupos	Acessos
1	26 (Chaves), 49 (Breves), 84 (Gurupá)
2	7 (Benevides), 33 (Muaná), 56 (Breves), 95 (Maracaçumé)
3	28 (Muaná), 51 (Breves), 89 (Breves), 2 (Benfica)
4	59 (Breves), 97 (Stª Luzia), 35 (Muaná), 9 (Stº Antº do Tauá)
5	62 (Breves), 99 (Turiagu), 36 (Muaná), 10 (Stº Antº do Tauá)
6	4 (Benevides), 30 (Muaná), 53 (Breves), 91 (Santarém)
7	55 (Breves), 93 (Santarém), 32 (Muaná), 6 (Mosqueiro)
8	5 (Benevides), 31 (Muaná), 54 (Breves), 92 (Prainha)
9	16 (Chaves), 40 (Breves), 71 (Macapá), 105 (Guimarães)
10	44 (Breves), 76 (Oiapoque), 21 (Chaves), 110 (Cametá)
11	18 (Chaves), 41 (Breves), 72 (Oiapoque), 106 (Guimarães)

12	24 (Chaves), 47 (Breves), 82 (Oiapoque)
13	25 (Chaves), 48 (Breves), 83 (Gurupá)
14	42 (Breves), 73 (Oiapoque), 19 (Chaves), 107 (Alcântara)
15	50 (Breves), 86 (Gurupá), 27 (Chaves), 1 (Benfica)
16	12 (Stº Antº Tauá), 38 (Muaná), 101 (Stª Inêz), 67 (Breves)
17	29 (Muaná), 52 (Breves), 90 (Melgaço), 3 (Benevides)
18	13 (Chaves), 39 (Breves), 68 (Breves), 103 (Mirinzal)
19	20 (Chaves), 43 (Breves), 75 (Macapá), 108 (Alcântara)
20	23 (Chaves), 46 (Breves), 80 (Oiapoque)
21	34 (Muaná), 57 (Breves), 96 (Maracaçumé), 8 (Stº Antº do Tauá)
22	37 (Muaná), 66 (Breves), 100 (Turiçu), 11 (Stº Antº do Tauá)
23	22 (Chaves), 45 (Breves)
24	78 (Oiapoque)

(Procedêncado acesso); maior distância entre os mínimos: 0,37.

Na utilização desse método, pretendese primeiramente, aprimorar a polinização controlada. Pretendese obter híbridos interespecíficos entre o açaizeiro (*E. oleracea*) e o açai-do-Amazonas (*E. precatória*), assim como de seus recíprocos com vista a combinar as características de alta produtividade, perfilhamento e tolerância à luminosidade da primeira espécie, com os cachos mais pesados, maior rendimento de frutos, além da tolerância ao estresse hídrico da segunda espécie. Neste caso, devem participar como progenitores os indivíduos possuidores dessas características. Na escolha dos genitores serão utilizadas também, informações sobre indivíduos representantes dos acessos mais divergentes de cada espécie.

8. REFERÊNCIAS

BARCELOS, E.; AMBLARD, P. Oil palm breeding program at EMBRAPA BRASIL. Manaus: Embrapa- CPAA, 1992. 20p.

- BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H.; SÁES, L.A.; GODOY JÚNIOR, G. Conservação "ex situ" e caracterização morfológica de germoplasma de palmeiras do gênero *Euterpe*. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. **Programas e resumos...** Campinas: IAC/Brasília: EMBRAPA CENARGEN, 1997. p. 89-90.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2º ed. Viçosa: UFV, 1999. 453p.
- CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5ª ed. Belém: CNPQ, 1991. p. 25 - 28. (Coleção Adolfo Duke).
- CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S de; INGLIS, M.C.V. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 15. p. 423-442.
- COSTA, M. R.; OLIVEIRA, M. do S. P.; MOURA, E. F. Variabilidade genética em açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.21, p. 46-50, jul./ago. 2001.
- COSTA, M. R.; OLIVEIRA, M. do S. P.; OHAZE, M. M. M. Divergência genética no açaizeiro com base em marcadores RAPD. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 41, p. 89-95, jan./jun. 2004.
- DUCKE, A. **Plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia Brasileira. Notas sobre as espécies ou formas espontâneas que supostamente lhes teriam dado origem**. Belém: Instituto Agrônomo do Norte, 1946. 24p. (Boletim técnico, 8).
- HARLAN, J.R. **Crops and man**. 2 ed. Madison: American Society of Agronomy. Crop Science. Society of America, 1992. 284p.
- HENDERSON, A. The genus *Euterpe* in Brazil. **Sellowia**, n. 49-52, p. 1-22. 2000.
- IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2005**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 17 set. 2007.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. Consultative Group on International Agricultural Research. **Report of the third external review of the International Board for Plant Genetic Resources**. Rome, 1991. 85 p.
- JARDIM, M.A.G. **Aspectos da biologia reprodutiva de uma população natural de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico**. Piracicaba, 1991. 90 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- LIMA, R.R.; COSTA, P.C da. **Coleta de plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia: metodologia e expedições realizadas para coleta de germoplasma**. Belém: Embrapa – CPATU, 1997. 148p. (Embrapa – CPATU. Documentos, 99).

LLERAS, E.; GIACOMETTI, D.C.; CORADIN, L. Áreas críticas de distribución de palmas de las Américas para coleta, evaluación y conservación. In: INFORME DE LA REUNION DE CONSULTAS SOBRE PALMAS POCO UTILIZADAS DE AMERICA TROPICAL. San Jose: CATIE/FAO, 1983. p. 67-81.

OLMEIRA, M.S.P. **Avaliação do modo de reprodução e de caracteres quantitativos em 20 acessos de açaizeiros (*Euterpe oleracea* Mart. – Arecaceae) em Belém-PA.** Recife, 1995. 145 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

OLMEIRA, M. do S. P. de. **Descritores mínimos para o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.).** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Pesquisa em Andamento, 205).

Oliveira, M. do S. P. de. **Caracterização molecular e morfo-agronômica de germoplasma de açaizeiro.** Lavras, 2005. 171 p. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Federal de Lavras.

OLMEIRA, M. do S. P. de. **Aspectos da biologia floral do açaizeiro nas condições de Belém, PA.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2002. 19 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 8).

OLMEIRA, M.S.P.; FARIAS NETO, J.T. **Cultivar BRS-Pará: açaizeiro para produção de frutos em terra firme.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 114).

OLMEIRA, M.S.P.; LEMOS, M.A.; SANTOS, E.O.; SANTOS, V.F. **Variação fenotípica em acessos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) para caracteres relacionados à produção de frutos.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. 23 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa, 209).

OLMEIRA, M do S.P de; CARVALHO, J.E.U de; NASCIMENTO, W.M.O do. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.).** Jaboticabal: Funep, 2000. 52p. : il.; (Série Frutas Nativas, 7).

OLMEIRA, M.S.P.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. **Cultivo do açaizeiro para produção de frutos.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 17 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular técnica, 26).

OLMEIRA, M. do S. P de; SOUZA, B. O.; TEODORO, B. O.; ASSIS, J.C.; DAVIDE, L.C. Citogenética em acessos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 50., 2004, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: SBBG, 2004. p.1244. 1CDROM.

OLMEIRA, M. do S. P. de; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. dos. Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1133-1140, 2006.

OLMEIRA, M. do S. P. de; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. dos. Divergência genética entre acessos de açaizeiro fundamentada em descritores morfoagronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 501-506, 2007.

OLMEIRA, M. do S. P. de; AMORIM, E. P.; SANTOS, J. B. dos; FERREIRA, D. F. Diversidade entre acessos de açaizeiro baseada em marcadores RAPD. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1645-1653, 2007.

- PINTOMAGLIO, C.A.F.; BOM, M.L.; DIAS, G da S. Estudos citológicos no gênero *Euterpe*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 6, 1986, São Paulo. **Resumos...**, São Paulo: UNICAMP, 1986. p. 47.
- QUEIROZ, J.A.L.; MOCHIUTTI, S. **Cultivo de açaizeiros e manejo de açaizais para produção de frutos**. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. 33 p. (Embrapa Amapá. Documentos, 30).
- SAWAZAKI, H.E.; BOM, M.L.A.; SODEK, L.; COLOMBO, C.A. Diversidade genética em palmeiras através de isoenzimas e RAPD. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.58, n.4, p. 681-691, 1998.
- RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- RESENDE, M.D.V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 589-647.
- ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: EDUFPA, 2000. 313 p.
- RIBEIRO, F.E.; SIQUEIRA, E.R de; ARAGÃO, W.M. Coqueiro. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. – Viçosa: UFV, 2002. p. 223- 249.
- SOUZA Jr, C.L de. Melhoramento de espécies alóginas. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S de; INGLIS, M.C.V. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 8. p. 159-199.
- SOUZA, P.C.A de. **Aspectos ecológicos e genéticos de uma população natural de *Euterpe oleracea* Mart. no estuário amazônico**. 2002. 60 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- VILELA MORALES, E.A.; VALOIS, A. C. C.; NASS, L.L. **Recursos genéticos vegetales**. Brasília: Embrapa SPI/Embrapa Cenargen, 1997. 78 p.
- ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied Forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 505 p.