

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

CARLA SIBERE NOGUEIRA RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO *IN SITU*, MOLECULAR E MORFOLÓGICA DE ACESSOS DE
Gossypium DO ESTADO DE PERNAMBUCO**

**RECIFE - PE
2008**

CARLA SIBERE NOGUEIRA RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO *IN SITU*, MOLECULAR E MORFOLÓGICA DE ACESSOS DE
Gossypium DO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - “Melhoramento Genético de Plantas”, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Melhoramento Genético de Plantas.

Orientador:

Prof. Dr. Edson Ferreira da Silva – UFRPE

Co-orientador:

Dr. Paulo Augusto Vianna Barroso – Embrapa Algodão

**RECIFE-PE
2008**

CARLA SIBERE NOGUEIRA RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO *IN SITU*, MOLECULAR E MORFOLÓGICA DE ACESSOS DE
Gossypium DO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: ___/___/___.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Edson Ferreira da Silva – UFRPE

CO-ORIENTADOR:

Dr. Paulo Augusto Vianna Barroso – Embrapa Algodão

EXAMINADORES:

Dr^a. Lúcia Vieira Hoffmann – Embrapa Algodão

Prof^a. Dr^a. Luíza Suely Semem Martins – UFRPE

Dr. Francisco das Chagas Vidal Neto – Embrapa Algodão

**RECIFE-PE
2008**

A Deus, pelo amor e proteção contínua,
fortalecendo a fé e perseverança que me
conduzem a lutar sempre!

OFEREÇO

Aos meus amados pais, Lúcia e Almino, por todo
o incentivo e amor incondicional, apoiando todos
os momentos da minha vida, com extremo
carinho e generosidade!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu paizinho bondoso, por iluminar toda a caminhada, fazendo-me capaz a vencer as barreiras que surgiram.

A minha amada família, em especial aos meus queridos pais, Lúcia e Almino, que sempre acreditaram no meu potencial, demonstrando amor, confiança e estímulo em todos os instantes.

Aos meus lindos irmãos, Cláudia e Diêgo, pelo carinho e incentivo demonstrado. A minha vizinha Geralda, pela generosidade, afeto e dedicação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao meu orientador Dr. Edson Ferreira da Silva, pelos conhecimentos transmitidos, sugestões, paciência, amizade e carinho manifestado, sempre disposto a ajudar e a compartilhar as experiências com descontração.

Agradecimento especial ao meu co-orientador Dr. Paulo Augusto Vianna Barroso, pelos sábios ensinamentos, exemplo, auxílio, preciosa orientação, paciência e generosidade em todas as etapas deste trabalho, demonstrando sempre amizade e confiança.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA) da Embrapa, por disponibilizar o laboratório de Biotecnologia e a Estação Experimental de Missão Velha, para realização deste trabalho.

Ao pesquisador Dr. Francisco das Chagas Vidal Neto, pelo grande apoio na condução do experimento de campo e pela amizade concedida.

Ao assistente de operações Gildo Pereira, pela colaboração gentil e atenciosa no ensaio de campo, como também aos estagiários Robervânia e Cícero pela ajuda prestada.

A pesquisadora Dr^a Lúcia Hoffmann, pelos conhecimentos doados, amizade, auxílio e convivência agradável.

Aos professores do Curso de Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas, pelos conhecimentos e experiências transmitidas, em especial a Prof^a Dr^a Luíza Semem, pelo seu grande exemplo de profissional dedicada e sábia docente, sempre demonstrando amizade, alegria e incentivo.

A coordenadora do Curso de Mestrado Prof^a. Dr^a Luciane Vilela, pelo trabalho para crescimento do curso, pela amizade e ensinamentos ministrados.

Ao meu grande amigo e colega de curso Wellington Ferreira, pelo carinho, cumplicidade e apoio, estando presente em todos os momentos dessa jornada, rimos, choramos e vencemos as batalhas.

Aos queridos amigos e colegas de mestrado: Iradênia, Roberta, Gabriela, Ricardo, Daniel, Júlio, César (*in memorian*) e Geórgia pela amizade e convivência prazerosa.

Aos funcionários da Embrapa Algodão: Francisco Alves, Fábria Suely, Joabson, José Carlos Porangaba, Jânio, José Menezes e Eliane pela amizade, ensinamentos e ajuda nos trabalhos.

Aos amigos de laboratório: Rodolfo, Guilherme, Uiara, Carol, Jair, Leonardo, Vanessa, Valeska, Milena, Ivan, Michele e Ana Luíza.

À amiga Thaís Menezes, pelo companheirismo, amizade e força nos momentos cruciais.

E finalmente ao meu amor, Alírio Alcântara, pela compreensão aos momentos de ausência, pela força, cumplicidade e amor incondicional.

Minha gratidão a todos vocês será eterna!

*O maior prêmio que a vida oferece é a
chance de trabalhar intensamente em algo que
realmente valha à pena...*

Theodore Roosevelt

SUMÁRIO

	Página
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Resumo	xiii
Abstract	xiv
CAPÍTULO I – Revisão Bibliográfica	16
1. Introdução geral	17
1.1 Origem e fenologia do algodoeiro	19
1.2 Aspectos botânicos do algodoeiro	20
1.3 Importância econômica	22
1.4 Melhoramento do algodoeiro	23
1.5 Conservação de germoplasma	24
1.6 Diversidade e estrutura genética	24
1.7 Caracterização morfológica	26
1.8 Caracterização molecular	27
1.8.1 Marcadores moleculares no algodoeiro	29
1.8.2 Marcadores microssatélites ou SSR	30
2. Referências Bibliográficas	32
CAPÍTULO II - Prospecção e caracterização <i>in situ</i> de população de <i>Gossypium</i> no Estado de Pernambuco	39
Resumo	40
Abstract	41
Introdução	42
Material e Métodos	43
Resultados	44
Discussão	47
Conclusões	49
Agradecimentos	50
Referências Bibliográficas	55
CAPÍTULO III - Diversidade genética de espécies de <i>Gossypium</i> no Estado de Pernambuco	58
Resumo	59
Abstract	60

Introdução.....	61
Material e Métodos	62
Resultados e Discussão	64
Conclusões.....	69
Agradecimentos.....	69
Referências Bibliográficas	74
CAPÍTULO IV – Caracterização e variabilidade morfológica de população naturalizada de <i>Gossypium</i>	80
Resumo	81
Abstract	82
Introdução.....	83
Material e Métodos	84
Resultados e Discussão	85
Conclusões.....	90
Agradecimentos.....	90
Referências Bibliográficas	102
ANEXOS	106
Anexo 1. Normas da Revista Bragantia.....	107

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO II	
Figura 1. Localização geográfica espacial das espécies do gênero <i>Gossypium</i> , nos municípios do Estado de Pernambuco	53
Figura 2. Número de coletas do gênero <i>Gossypium</i> , segundo a espécie e o tipo de população	53
Figura 3. Número de coletas do gênero <i>Gossypium</i> , segundo a espécie e a idade declarada.....	54
Figura 4. Usos das espécies de <i>Gossypium</i> e seu respectivo número de coletas.	54
Figura 5. Riscos possíveis dos ambientes de coleta por espécie do gênero <i>Gossypium</i> , e o número de coletas	54
CAPÍTULO III	
Figura 1. Perfis de três géis de poliacrilamida, revelando locos de microssatélites com as espécies de algodoeiro: Mocó, herbáceo e <i>G. barbadense</i> . A) BNL1434, com seis alelos por loco. B) Cir246, com três alelos por loco. C) Cir085b, com 1 alelo por loco	70
Figura 2. Padrão de estruturação genética de 72 acessos de <i>Gossypium</i> do Estado de Pernambuco, determinado pelo agrupamento Neighbor-joining, com base nas distâncias genéticas de Saitou e Nei (1987).....	73
CAPÍTULO IV	
Figura 1. Box plot de características intrínsecas de fibra, segundo o tipo de algodoeiro. A) Comprimento de fibra, B) Índice de uniformidade do comprimento de fibra, C) Índice de fibras curtas, D) Resistência da fibra, E) Alongamento à ruptura	98
Figura 2. Box plot de características intrínsecas de fibra, segundo o tipo de algodoeiro. A) Índice micronaire, B) Reflectância, C) Grau de amarelo, D) Índice de consistência de fiação, E) Percentagem de fibra.....	99

Figura 3. Padrão de estruturação morfológica dos 73 acessos de *Gossypium* do Estado de Pernambuco, determinado pelo agrupamento Neighbor-joining. A) Grupo da espécie *G. hirsutum*. B) Grupo da espécie *G. barbadense*. 100

Figura 4. Gráfico de componentes principais (PCA) do agrupamento dos 73 acessos de algodoeiro, de acordo com as características morfológicas. A seta indica a posição do acesso PE0553 (Híbrido interespecífico) 101

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Página

CAPÍTULO II

Tabela 1. Identificação dos 82 acessos do gênero <i>Gossypium</i> e do local de coleta no Agreste, Sertão e Zona da Mata do Estado de Pernambuco.	51
Quadro 1. Questionário para análise <i>in situ</i> e dados coletados junto ao proprietário da planta.....	52

CAPÍTULO III

Tabela 1. Descrição dos 72 acessos do gênero <i>Gossypium</i> , utilizados na caracterização molecular, segundo a espécie e o bioma.....	70
Tabela 2. Descrição dos pares de primers utilizados para amplificar marcadores moleculares em algodoeiro.....	71
Tabela 3. Alelos exclusivos segundo o loco, o tipo de algodoeiro e a região ...	71
Tabela 4. Heterozigosidade observada (H_o), heterozigosidade esperada (H_e), coeficiente de endogamia intrapopulacional (F_{IS}) e taxa aparente de cruzamento (t), segundo o tipo de algodoeiro	72
Tabela 5. Resumo das análises dos algodoeiros segundo o bioma, demonstrando (H_o) heterozigosidade observada, (H_e) heterozigosidade esperada e (F_{IS}) coeficiente de endogamia intrapopulacional.....	72
Tabela 6. Diversidade total (H_T), divergência genética dentro das populações (H_S), divergência entre as populações (D_{ST}), proporção da diversidade total que está entre as populações (G_{ST}) e coeficiente de endogamia intrapopulacional (G_{IS}) em análises considerando as três espécies do gênero <i>Gossypium</i> e as três regiões consideradas.	72
Tabela 7. Distância genética entre algodoeiros classificados de acordo com o tipo do algodoeiro (abaixo da diagonal) e a microrregião em que foram coletados (acima da diagonal).....	72

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Identificação dos 72 acessos de <i>Gossypium</i> caracterizados morfológicamente e das testemunhas utilizadas.	91
---	----

Tabela 2. Marcadores morfológicos avaliados, considerando-se 43 caracteres do algodoeiro.....	92
Tabela 3. Caracterização morfológica dos acessos de <i>G. barbadense</i> e da testemunha MT Marrom, com base em descritores qualitativos.....	93
Tabela 4. Caracterização morfológica dos acessos da espécie <i>G. hirsutum</i> r. <i>marie galante</i> e da testemunha CNPA 5M, com base em descritores qualitativos.....	94
Tabela 5. Caracterização morfológica dos acessos da espécie <i>G. hirsutum</i> r. <i>latifolium</i> e das testemunhas Cedro e 7MH , com base em descritores qualitativos	97

CARACTERIZAÇÃO *IN SITU*, MOLECULAR E MORFOLÓGICA DE ACESSOS DE *Gossypium* DO ESTADO DE PERNAMBUCO

RESUMO

O algodoeiro (*G. hirsutum* L.) possui a mais importante fibra têxtil natural no mundo. Os remanescentes de *Gossypium* no Estado de Pernambuco correm sérios riscos de desaparecerem em decorrência de fatores ecológicos e agrícolas. O estudo das espécies *in situ*, em relação suas características genéticas e morfológicas, contribui potencialmente à implantação de medidas de manejo e preservação de espécies naturalizadas. O presente trabalho teve por objetivo caracterizar a variabilidade genética de acessos de *G. hirsutum* e *G. barbadense* do Agreste, Sertão e Zona da Mata do Estado de Pernambuco, por meio de marcadores morfológicos e moleculares. No estudo *in situ*, avaliou-se os 82 acessos durante expedições em 29 municípios nos anos 2005 e 2006, investigando-se por entrevistas e observações, sobre caracteres morfológicos, fenológicos e de conservação. Os usos das plantas identificados foram: medicinal, asséptico, ornamental e confecção de pavios de lamparina. Os riscos de erosão genética constatados foram: mudança e abandono de hábitos culturais, pastejo e depredação do ambiente. Na análise molecular, utilizou-se quinze pares de primers microssatélites para avaliar freqüências alélicas, diversidade genética e distância entre os genótipos pelas estatísticas de Nei. A heterozigosidade média esperada (H_e), que correspondem a diversidade genética, foi 0,321, sendo mais alta para o algodoeiro mocó (0,481). Considerando-se os três biomas estudados, no Sertão e no Agreste, locais em que predominou algodoeiro mocó, tiveram os maior valore de H_e , 0,548 e 0,444, respectivamente. O coeficiente de endogamia média foi de 0,806, tendo sido mais elevado em *G. barbadense* (0,968). O agrupamento revelou um híbrido interespecífico entre *G. barbadense* e *G. hirsutum* (PE 0553). Na caracterização morfológica *ex situ*, avaliou-se 38 caracteres morfológicos e nove caracteres de fibra, de 72 acessos de *Gossypium*. Dos três tipos de algodoeiros caracterizados, constatou-se maior diversidade morfológica nos acessos de algodoeiro mocó. Os acessos PE0553 (*G. barbadense*), PE0516 (algodoeiro herbáceo) e PE0524 (algodoeiro mocó) foram os mais divergentes morfológicamente, apresentando maior variabilidade nos descritores avaliados. A maioria dos acessos dos três tipos de algodoeiros revelaram índices satisfatórios de características intrínsecas de fibra, sendo que os algodoeiros herbáceos foram superiores em relação ao índice de uniformidade de fibra, reflectância,

resistência e percentagem de fibra. As informações obtidas na caracterização molecular e morfológica mostraram elevada diversidade genética nos acessos de *Gossypium*, no Estado de Pernambuco, que deve ser conservada para servir de fonte de genes para os programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: *Gossypium*, variabilidade genética, marcadores, conservação de germoplasma.

IN SITU, MOLECULAR AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Gossypium* ACCESSES OF PERNAMBUCO STATE

ABSTRACT

Cotton (*G. hirsutum* L.) has the most important natural textile fiber in the world. The *Gossypium* remainders in Pernambuco state are in risk of disappearing due to ecological and agricultural process. The study of species *in situ*, about they genetic and morphological characteristics gives support in order to find and implement preservation options. The aims of this work was characterize the genetic variability of *G. hirsutum* e *G. barbadense* accesses of Sertão, Agreste and Zona da Mata of Pernambuco state by morphological and molecular marks. On the *in situ* study were evaluated 82 accesses in the 29 counties during expedition in 2005 and 2006 by interview and observation about morphological and phenological characters, and condition of conservation. The identified plants uses were: medical, ornamental and for confection of lamp wick. The genetic erosion risk observed were: change and loss of cultural human habit, animal pastry and environmental depredate. In the molecular study was used fifteen pair of microsatellites primers in order to evaluate the allelic frequency, genetic diversity and genetic distance by Nei statistical. The average of heterozygosis expected (H_e) that correspond the genetic diversity was 0.321, it was biggest for upland cotton (0.481). For the three studied biomes on the Sertão and the Agreste where predominate of the upland cotton the H_e had highest value, 0.548 e 0.444, respectively. The average of inbreeding index was 0.806, highest for *G. barbadense* (0.968). Cluster shoed an interspecific hybrid between *G. barbadense* and *G. hirsutum* (PE 0553). On the morphological characterization *ex situ* were evaluated 38 morphological characters and nine fiber characters of 72 *Gossypium* accesses PE0553 (*G. barbadense*), PE0516 (upland cotton) and PE0524 (moco cotton) were the most morphological divergent and showed

more variability for studied characters. The majority of accesses of three types of cotton showed good index for fiber being what herbaceous cotton were better about fiber uniformity, reflectance, resistance and percentage of fiber. The information obtained on morphological and molecular characterization *Gossypium* genus on Pernambuco state showed high genetic diversity that should be conserving in order gives genes to breeding programs.

Key words: *Gossypium*, genetic variability, marks, germoplasm conservation

CAPÍTULO I

Revisão Bibliográfica

1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Gossypium* possui quatro espécies de interesse econômico, sendo duas de origem americana, *G. hirsutum* L. e *G. barbadense* L., e outras duas, originadas da África e Ásia, *G. arboreum* L. e *G. herbaceum* L. (WENDEL e CRONN, 2003). A espécie *G. hirsutum* está distribuída em quase todos os países produtores de algodão e representa mais de 90% da produção mundial (VIANA *et al.*, 2006).

Os programas de melhoramento do algodoeiro visam à contínua melhoria da produtividade e qualidade da fibra, além de caracteres de interesse específicos, tais como: resistência a doenças e pragas, adaptação a diferentes altitudes e às características do sistema de produção (FREIRE *et al.*, 2007).

A preocupação em explorar e preservar a variabilidade genética do algodoeiro brasileiro existe desde as expedições feitas nas principais áreas de ocorrência no Brasil, visando coletar germoplasma, realizadas por pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) na década de 1960 e da Embrapa, no período de 1975 a 1979 (NEVES *et al.*, 1968 e FREIRE *et al.*, 1990).

A grande diversidade do gênero *Gossypium* no Nordeste brasileiro, foi relatada por Neves *et al.* (1965) e Neves *et al.* (1968), que fizeram referências à ocorrência da espécie nativa *G. mustelinum* Miers ex Watt, da *G. barbadense* L., cultivada sob a denominação de rim-de-boi, e da *G. hirsutum* raça *marie galante*, mais conhecida pela denominação de algodoeiro mocó. Além da diversidade existente dentro de cada espécie, foram identificados híbridos interespecíficos, principalmente oriundos do cruzamento natural entre *G. barbadense* e *G. hirsutum*. Tal cruzamento fez parte da evolução do algodoeiro no Nordeste brasileiro, ampliando a diversidade genética e tornando mais complexa a classificação dos acessos que compõem o germoplasma.

No Estado de Pernambuco, o cultivo do algodoeiro predominou no Agreste e no Sertão, onde era realizado, principalmente, com algodoeiro mocó que, devido a sua condição perene e de elevada tolerância à seca, possui grande adaptabilidade ao Semi-Árido do Nordeste. A área cultivada sofreu gradativa redução a partir de 1983, com a introdução do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) (MOREIRA *et al.*, 1994), inseto-praga, conhecido há mais de 90 anos nos Estados Unidos, endêmico na América Central, que encontrou condições climáticas e de alimentação favoráveis à sua sobrevivência nas regiões tropicais (SANTOS, 1989).

Por não serem explorados economicamente, os algodoeiros remanescentes no Estado de Pernambuco correm sérios riscos de desaparecer em decorrência de fatores ecológicos e agrícolas. Devido estes algodoeiros constituírem importantes reservatórios genéticos para uso imediato e futuro, sua preservação deve ser incentivada (BARROSO *et al.*, 2005).

Ações de conservação genética são baseadas na diversidade genética de populações em níveis intraespecíficos e interespecíficos. O estudo das espécies *in situ* e *ex situ*, de suas características morfológicas, agronômicas e genéticas, contribui potencialmente à implantação de medidas de manejo e preservação de espécies naturalizadas.

A conservação da máxima quantidade dos recursos genéticos é fundamental à preservação de qualquer espécie. Tais recursos incluem toda a variação herdável que ocorre nos indivíduos que a compõe (MORAN e HOPPER, 1987). No entanto, para que a potencialidade do germoplasma seja explorada, é imprescindível caracterizá-lo.

A caracterização morfológica é realizada com base em vários descritores e permite estimar a variabilidade genética da população (RAMOS e QUEIROZ, 1999). Estes marcadores são obtidos em plantas adultas inteiras e sofrem influência de fatores ambientais, dificultando a classificação (PADILHA *et al.*, 2002).

Os marcadores moleculares de DNA identificam um padrão genético (*fingerprinting*) próprio de cada genótipo, não dependendo do ambiente, do estado fitossanitário ou da idade da planta (STAUB *et al.*, 1996). São utilizados no estudo da diversidade em genética de populações, seqüenciamento do genoma de espécies, construção de mapas genéticos, seleção assistida, clonagem, filogenia, proteção varietal, análise de paternidade, fluxo gênico, dentre outros. A caracterização molecular de germoplasma proporciona vantagens em relação à morfológica, principalmente, quanto à diversidade alélica que pode ser obtida.

Dentre os diversos marcadores moleculares, destacam-se os microssatélites SSR's (*Simple Sequence Repeats*), ou STMS (*Sequence Tagged Microsatellite Sites*), por terem seqüências repetidas de um a seis nucleotídeos e que são distribuídas pelo genoma dos indivíduos. As regiões de SSR são delimitadas por seqüências conservadas de DNA, para as quais são desenhados *primers* específicos (GUIMARÃES *et al.*, 2004) e complementares à seqüência única que flanqueia o microssatélite. Estes marcadores possuem alto polimorfismo, são

codominantes, facilmente reproduzíveis e de clara interpretação, com possibilidade de automação da análise, além de não necessitar de hibridização, nem utilizar meios radioativos (CRESTE *et al.*, 2001). Eles vêm se destacando tanto para o uso em caracterização varietal, quanto para fins de proteção e conservação de germoplasma (FORD-LLOYD *et al.*, 1997).

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar a variabilidade genética de acessos de *G. hirsutum* e *G. barbadense* do Agreste, Sertão e Zona da Mata do Estado de Pernambuco, por meio de marcadores morfológicos e moleculares do tipo microssatélites, além de delinear uma metodologia de preservação.

1.1 Origem e fenologia do algodoeiro

Especialistas acreditam que o gênero *Gossypium* seja muito antigo, e que os tetraplóides se originaram há aproximadamente 2,5 milhões de anos, nas Américas. Saunders (1961) relata que o centro de origem do gênero é a África Central. A origem dos algodoeiros cultivados é de difícil determinação e há espécies diplóides e poliplóides com diferentes constituições de genomas.

As espécies diplóides ($2n = 2x = 26$) foram classificadas em três grupos geográficos: australianas, com 17 espécies (genoma C, G e K); americanas, com 13 espécies (11 no México, duas no Peru e nas Ilhas Galápagos) (genoma D) e afro-arábicas, com 13 espécies (genomas A, B, E e F). Neste último grupo, encontram-se as espécies cultivadas *G. arboreum* e *G. herbaceum*. As espécies alotetraplóides ($2n = 4x = 52$) são seis: duas são cultivadas (*G. hirsutum* e *G. barbadense*) e as demais são encontradas no Havaí, no Brasil, nas Ilhas Galápagos e no México (genoma AD) (PENNA, 2005).

Os algodoeiros em cultivo no mundo pertencem a quatro espécies do gênero *Gossypium*, sendo duas alotetraplóides: *G. hirsutum* L. e *G. barbadense* L., e duas diplóides: *G. arboreum* L. e *G. herbaceum* L. (PENNA, 2005).

A espécie *G. hirsutum* é representada no Brasil por duas raças: *G. hirsutum* r. *latifolium* Hutch e *G. hirsutum* r. *marie galante* (Watt) Hutch. A primeira, denominada algodoeiro herbáceo é nativa do México e foi introduzida via Estados Unidos; é amplamente cultivada no Brasil e está presente quase que exclusivamente na forma de cultivares. A segunda raça, conhecida como algodoeiro mocó, é originária das Antilhas, foi trazida para o Brasil pelos holandeses ou africanos, durante o período

colonial, e apresenta uma ampla distribuição, do México ao semi-árido Nordeste do Brasil (BARROSO *et al.*, 2005).

A espécie *G. barbadense* possui centro de origem no Norte do Peru e no Sul do Equador, sendo endêmica na América do Sul (BRUBAKER *et al.*, 1999). No Brasil, é encontrada em quase todos os Estados do país, sendo relatada na forma domesticada, em áreas indígenas e na forma de cultivo de fundos-de-quintais (BARROSO *et al.*, 2005).

Com relação ao sistema reprodutivo, o algodoeiro é considerado uma espécie intermediária, pois as taxas de autopolinização são variáveis e superiores aos 5% das alógamas, mas inferiores aos 95% das autógamias (FREIRE *et al.*, 2002). As taxas de polinização cruzada variam muito e são dependentes de atividades dos insetos. Nos algodoeiros arbóreos cultivados no Nordeste (predominantemente algodoeiros “Mocó” – *G. hirsutum*, raça *marie galante*), as taxas de polinização cruzada são normalmente altas (PENNA, 2005).

Conforme o ciclo vegetativo, o algodoeiro pode ser denominado de Grupo I – herbáceo, algodão proveniente de cultivares anuais, produzido e cultivado em diversas regiões do País; Grupo II - mocó ou seridó, algodão oriundo de cultivares perenes, produzido e cultivado na região setentrional. O ciclo do algodoeiro herbáceo pode ser dividido em cinco fases: a primeira compreende do plantio à emergência, durando em média de 4 a 10 dias; a segunda termina com o início da fase reprodutiva, caracterizada pelo aparecimento dos primeiros botões florais, o que geralmente acontece entre os 30 e 35 dias após a emergência; a terceira caracteriza-se pelo aparecimento das primeiras flores, que surgem em torno dos 45 dias; na quarta fase ocorre a abertura dos primeiros capulhos, aos 90 dias e a quinta fase inclui a colheita, quando as maçãs estão completamente abertas, o que ocorre em média, aos 126 dias nas cultivares mais precoces (SOUZA e BELTRÃO, 1999).

1.2 Aspectos botânicos do algodoeiro

O algodoeiro é uma planta dicotiledônea, com pilosidade, ciclo e porte variáveis, pertencente à família *Malvaceae* e ao gênero *Gossypium*, que é um dos oito gêneros que compõem a tribo *Gossypieae* (FRYXELL, 1968).

Na semente dormente o eixo primário consiste da radícula, do hipocótilo e do epicótilo, que contém uma folha inicial e a produção de origem receptacular das

células meristemáticas. Toda a diferenciação da estrutura vegetativa acima dos cotilédones ocorre subsequente à germinação (MAUNEY, 1984). No algodoeiro desenvolvido o caule é proeminentemente ereto e apresenta-se constituído de uma série de nós e internódios. As sementes podem ser nuas (sem línter) ou com línter de diversas colorações (branco, verde, marrom), podendo ter línter denso ou apenas nas pontas das sementes. O algodoeiro mocó tem as sementes freqüentemente nuas, enquanto a espécie *G. barbadense* apresenta grande diversidade neste aspecto, possuindo sementes com ou sem línter, ou línter de várias cores (MAUNEY, 1984). A semente (caroço) dos algodoeiros herbáceos representa aproximadamente 65% do peso da produção, e a fibra, 35%. Estas sementes são ricas em óleo (18 a 25%) e contêm de 20 a 25% de proteína bruta (RICHETTI e MELO FILHO, 1998).

No algodoeiro, o recorte dos lóbulos das folhas não é visualizado na primeira folha verdadeira, a forma lobada só se expressa no clímax do 6º para o 10º nó. As folhas do algodoeiro podem apresentar nectários no dorso e glândulas de pigmento, com depósitos tóxicos de gossipol (MAUNEY, 1984).

O início da formação de fibra em algodoeiros herbáceos ocorre após a antese (OOSTERHUIS e JUNSTEDT, 1999). Segundo o método utilizado para determinação do comprimento da fibra classifica-se em dois subgrupos: Comercial (C), caracterizado pela determinação manual do comprimento da fibra e Extensão (E), caracterizado pelo comprimento de 2,5% das fibras apresentadas em um ensaio fibrógrafo. Classifica-se o algodão em cinco classes para cada subgrupo: extra-longo (C= > 36mm, E= > 32mm), longo (C= 32 a 36mm, E= 29 a 32mm), médio (C= 28 a 32mm, E= 25 a 29mm), curto (C= 24 a 28mm, E= 21 a 25mm), muito curto (C= < 24mm, E= < 21mm) (SANTANA e BELTRÃO, 1999). Atualmente a pluma é classificada pelo instrumento HVI e obedece a padrões internacionais.

Segundo Freire *et al.* (2002), todas as espécies do gênero *Gossypium* possuem flores completas. A fecundação ocorre logo após a antese, podendo ser decorrente de autopolinização e/ou polinização cruzada. No campo, a viabilidade do pólen se estende até o final da tarde, mas pode permanecer viável até 24 horas se armazenado em temperaturas de 2 a 3º C. Devido ao seu tamanho, relativamente grande (81 a 143 microns) e à formação de grumos, o transporte de pólen pelo vento não tem sido reportado no gênero *Gossypium*. Portanto, para que haja fecundação cruzada é necessária a presença de insetos polinizadores, principalmente da família

Hymenopterae, compreendendo as abelhas melíferas (*Aphis melífera*) e outras silvestres, pertencentes a diversos gêneros (PIRES *et al.*, 2006).

1.3 Importância econômica

O algodoeiro (*G. hirsutum* L.) é uma das espécies vegetais de maior utilidade, cuja fibra possui múltiplas aplicações (tecelagem, confecção de feltro, celulose, películas fotográficas e chapas para radiografia) e é responsável por 45% do vestuário da humanidade. É também importante fonte de óleo e de proteínas, co-produtos extraídos de suas sementes, com larga aplicação na indústria de alimentos e na fabricação de biocombustíveis (BELTRÃO, 2007).

A cultura do algodoeiro está distribuída em mais de setenta países, em todos os continentes do mundo. Apresenta importante papel na economia brasileira, conquistando lugar de destaque na cadeia de agronegócios do País (NEHMI *et al.*, 2004). No mundo, é considerado a quinta oleaginosa, e no Brasil é a segunda, perdendo apenas para a soja (*Glycine max* L. Merril).

Desde a época da colonização até a atualidade, a cultura do algodão tem desfrutado de uma história extremamente rica no Brasil. Quando os portugueses chegaram, os índios já cultivavam o algodoeiro, fiando e fazendo tecidos. Durante os séculos XVII e XVIII, o algodão foi cultivado em pequenas roças e em quase todos os Estados da Federação. Com uma área plantada em 1969, de mais de 3,6 milhões de hectares, o algodão na região Nordeste, foi chamado de “Ouro Branco”. Na revolução industrial, o algodão foi propulsor, com a invenção do descaroçador de serras, estabelecendo-se a fase de exportação de algodão do Maranhão para a Europa, logo após, a cultura migrou para Pernambuco e demais Estados do Nordeste. Com a introdução do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) em 1983, o cultivo dessa malvácea foi reduzido drasticamente e a região passou de produtora, para grande importadora (BELTRÃO, 2003).

Segundo dados do IBGE (2007), a cotonicultura brasileira que produziu 1.477.030 toneladas em 1999 (algodão em caroço), evoluiu ao longo dos anos e atingiu 2.898.721 toneladas, em 2006.

1.4 Melhoramento do algodoeiro

O melhoramento do algodoeiro no Brasil teve início em 1921, quando foi reativado no Ministério da Agricultura, o Serviço Federal do Algodão. Em 1924, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) iniciou trabalhos de melhoramento genético do algodoeiro. Em 1930, já havia uma adequada rede de pesquisa e de melhoramento do algodoeiro no Brasil, sob a coordenação do Serviço Federal e dos Serviços Estaduais de Algodão, principalmente em Campinas e nos Estados de Pernambuco, Maranhão, Rio Grande do Norte, Ceará, Sergipe e Minas Gerais. A maioria das estações experimentais nestes locais funcionou até a década de oitenta, quando o bicudo-do-algodoeiro foi introduzido no Brasil, levando ao declínio do cultivo do algodoeiro arbóreo e à desativação da maioria dos programas de melhoramento desta cultura no Nordeste. Somente funcionaram sem interrupção o programa da Embrapa Algodão, antes desenvolvido na Estação Experimental de Surubim-PE, que foi transferido para a Estação Experimental de Barbalha-CE, e o da Seção de Algodão do IAC, em Campinas-SP (FREIRE *et al.*, 2007).

Em 1989, foi estabelecido um convênio entre a Embrapa Algodão e a Itamarati Norte, com o objetivo de gerar tecnologia para a exploração do algodoeiro, incluindo a introdução e avaliação de cultivares e o melhoramento do algodoeiro de fibras médias e longas. A partir de 1995, novas empresas de melhoramento passaram a investir em pesquisa com algodoeiro, principalmente no Cerrado, como a Coodetec, em parceria com o Cirad da França, além de outras empresas privadas como a Bayer Agrosience, que associou-se a CSD-Csiro da Austrália, e a Delta and Pine Land Co, que associou-se ao Grupo Maeda, criando a MDM e por fim a Monsanto (FREIRE *et al.*, 2007).

O principal método de melhoramento usado no algodoeiro é a seleção genealógica, embora também sejam empregados seleção massal, seleção recorrente e retrocruzamentos, a depender da população e do objetivo a ser alcançado. Trabalhos contínuos de melhoramento genético têm sido realizados por instituições públicas: Embrapa, IAC e IAPAR e por empresas privadas: Monsanto, Bayer e Fundação MT (MORELLO, 2007).

1.5 Conservação de germoplasma

A palavra germoplasma refere-se à coleção de genótipos de uma espécie, ou seja, 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).

Na conservação *in situ*, o germoplasma é mantido em seu ambiente natural, local de origem ou de domesticação, compreendido por reservas biológicas, parques naturais ou áreas de preservação permanente. Na conservação *ex situ*, os espécimes são mantidos fora do seu habitat natural, sendo preservados em condições controladas, em bancos de germoplasma, *in vitro* ou *in vivo*. Nas coleções de germoplasma *ex situ*, cada elemento é chamado de acesso, termo empregado para qualificar toda a amostra que representa a variação genética de uma população ou indivíduo obtido por coleta e/ou intercâmbio (VILELA-MORALES *et al.*, 1997). Estas coleções podem ser formadas por plantas, anteras, sementes, tecidos, células ou estruturas mais simples, com o objetivo de manter disponível o máximo da diversidade genética da espécie.

O uso dos acessos depende do conhecimento do valor de cada genótipo. A valoração é realizada pela caracterização, que é a atividade primordial na geração de conhecimentos sobre germoplasma conservado em bancos e ou coleções. Além de fornecer subsídios ao melhoramento genético, a caracterização permite um melhor manejo do germoplasma mantido *ex situ* (VICENTE *et al.*, 2005).

Na conservação de espécies de importância econômica, como o algodoeiro, ou de espécies que estão inseridas em biomas que devem ser preservados, os parâmetros genéticos populacionais estimados com base em marcadores, podem ser úteis na detecção de populações que apresentam diferentes magnitudes de variabilidade genética e que, portanto, requerem diferentes estratégias para sua conservação *in situ* e *ex situ* (NEWTON *et al.*, 1999).

1.6 Diversidade e estrutura genética

A diversidade genética é a porção hereditária de uma variação possível de ser

observada e mensurada (VILELA-MORALES *et al.*, 1997), enquanto as estimativas de distâncias genéticas baseadas em características morfológicas, quantitativas e moleculares são medidas clássicas de diversidade genética.

O desenvolvimento de marcadores morfológicos e de DNA impulsionou os estudos de diversidade genética dentro e entre populações, possibilitou a determinação mais acurada da conservação e ordem de genes em espécies de gêneros diferentes (sintenia), como também auxiliou os estudos genômicos, com a identificação de genes específicos (BRONDANI *et al.*, 2003).

Independentemente do tipo de caracterização, as técnicas de análises multivariadas envolvendo componentes principais, agrupamentos, variáveis canônicas, distâncias euclidianas e de Mahalanobis, têm sido úteis na interpretação dos dados (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Em coleções de germoplasma, essas técnicas quantificam a diversidade, identificam genótipos desejáveis, grupos de similaridade que possam constituir-se duplicatas e estabelecem os caracteres mais informativos para serem utilizados no melhoramento genético (CRUZ *et al.*, 2004). Por meio da avaliação da diversidade genética existente em uma espécie, também é possível promover o resgate de alelos raros, para serem introgrididos no germoplasma elite, possibilitando a obtenção de novas combinações alélicas. A magnitude da diversidade é influenciada por fatores como o número de locos em segregação, o número de alelos em cada loco, o efeito dos alelos no fenótipo, a distribuição dos locos nos cromossomos e a interação entre alelos de diferentes locos (BARROSO e HOFFMANN, 2003).

Em teoria, quanto menor a variabilidade genética, menores são os ganhos genéticos com a seleção (FALCONER, 1987). A perda de diversidade genética faz parte da história evolucionária a partir da domesticação de grande parte das espécies vegetais cultivadas, seja por interferência do homem ou por seleção natural, portanto, faz-se necessário o estudo detalhado das espécies, particularmente aquelas em risco de extinção.

A estrutura genética das espécies refere-se à distribuição da variabilidade entre e dentro de populações e subpopulações. Nesta distribuição os alelos e os genótipos ocorrem de maneira heterogênea no espaço e no tempo, sendo resultado da ação de forças evolutivas como a mutação, migração, seleção e deriva genética, que atuam dentro do contexto de cada espécie em população natural (HAMRICK, 1982). Esta estrutura heterogênea de populações e subpopulações não é formada

de maneira aleatória, pois, diversos fatores podem afetar a distribuição da variabilidade genética, tais como: o tamanho da população, o modo de reprodução (sexual, assexual), o sistema de reprodução (autofecundação, cruzamento, misto), o fluxo gênico (dispersão de sementes e pólen) e os tipos de ambientes em que a espécie ocorre (HAMRICK, 1982).

No que se refere à quantificação da estrutura genética de populações naturais, três métodos estatísticos têm sido empregados: a diversidade genética de Nei (NEI, 1973, 1977 e 1987), que compara os níveis de heterozigosidade entre e dentro das populações e obtém uma estimativa de divergência; a estatística F (WRIGHT, 1951 e 1965), que permite determinar a distribuição da variabilidade genética entre as populações (F_{ST}) e os níveis médios de endogamia populacional (F_{IS}) e total (F_{IT}) e a análise de variância das freqüências gênicas pelos coeficientes de coancestralidade de Cockerham (Θ) (COCKERHAM, 1969), que possibilitam a avaliação da divergência em diferentes níveis de hierarquia (populações, indivíduos e organismos diplóides).

Nei (1973) descreveu que a heterozigosidade (H) é uma medida de diversidade genética independente de freqüências genotípicas, aplicada em estudos de espécies autógamas e alógamas. O grau de diferenciação entre subpopulações é estimado pela heterozigosidade total (H_T), sendo $H_T = H_S + D_{ST}$. Estes componentes são traduzidos em: H_S = média ponderada dos valores de H calculados para subpopulações e representa a variabilidade genética dentro de populações. D_{ST} = componente de variabilidade atribuível à diferenciação entre subpopulações e é calculado como $D_{ST} = H_T - H_S$. A razão entre D_{ST} e H_T expressa a proporção da variabilidade total explicada por diferenças genética entre as subdivisões da população: $G_{ST} = D_{ST} / H_T$.

1.7 Caracterização morfológica

Charles Darwin foi um dos primeiros a utilizar a morfologia para obter conclusões importantes sobre a teoria da seleção natural, pela observação de caracteres morfológicos internos e externos dos vegetais, tais como tamanho, disposição, cor, forma e posição dos elementos estruturais da planta (AMORIM, 1996).

A caracterização morfológica é uma atividade essencial no manejo de

coleções de germoplasma, pois consiste em tomar dados para descrever, identificar e diferenciar acessos de determinadas espécies, classes ou categorias (VICENTE *et al.*, 2005). A caracterização de genótipos é realizada com base em descritores agronômicos e morfológicos, que são caracteres herdáveis, facilmente visíveis, mensuráveis ou medidos e que são expressos em todos os ambientes (IPGRI, 1996). Um bom descritor deve permitir a distinção entre os diferentes acessos de uma mesma cultura, ambientalmente estável, mono ou oligogênico e de acessível manipulação pelo melhorista (HOWES, 1981; CHAPMAN, 1989). Nesta caracterização tem sido freqüente o emprego de estatísticas univariadas para quantificar a diversidade, em alguns casos esta metodologia pode apresentar baixa precisão no aproveitamento dos dados, devido à interação entre genótipos x ambientes (BARROS, 1991).

Vários mutantes de *G. hirsutum* e *G. barbadense* de herança mono ou oligogênica, em sua maioria, regulam a expressão de caracteres morfológicos e de resposta a doenças. Na primeira herança, destacam-se os genes que atuam sobre a forma da folha e de órgãos derivados, sobre a cor (da planta, flor, pluma e do pólen), a pilosidade e a presença ou ausência de glândulas externas e internas (PENNA, 2005).

As características tecnológicas de fibra do algodoeiro são avaliadas pelo sistema HVI (*High Volume Instruments*), que mede as principais características físicas definidas pelo USDA (Departamento Norte-Americano de Agricultura) tanto para o mercado de algodão quanto para o melhoramento genético. Este procedimento de análise de fibras de algodão é padronizado pela norma internacional ASTM D-4605 (FONSECA e SANTANA, 2002).

As informações geradas pelos descritores fenotípicos são de fundamental importância na determinação da variabilidade genética de bancos de germoplasma e no planejamento de programas de melhoramento genético. A descrição morfológica e a quantificação da diversidade têm sido estimada no gênero *Gossypium*, a exemplo dos trabalhos de Freire *et al.* (1998), Carvalho *et al.* (2003), Suinaga *et al.* (2005) e Ulloa *et al.* (2006).

1.8 Caracterização molecular

Marcadores moleculares, que podem ser definidos como todo e qualquer fenótipo molecular oriundo de um gene expresso ou de um segmento específico de DNA, têm sido amplamente utilizados na caracterização genética de populações naturais de plantas e animais, por permitir a obtenção de um grande número de informações, com um esforço relativamente pequeno (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998). Estes marcadores são muito importantes no auxílio na administração de bancos de germoplasma e programas de melhoramento que objetivem a ampliação da base genética.

Na análise da diversidade alélica, se o alelo oferecer vantagem a uma determinada população, a seleção natural ocasionará um aumento nas freqüências desta população, conduzindo a uma maior adaptabilidade. Quando o alelo revela-se desfavorável, reduz o vigor da população e deve-se eliminá-lo nas futuras gerações. É pressuposto dos modelos de estudo de estrutura de populações que os alelos utilizados sejam neutros. Alelos que não exercem vantagem competitiva, no ambiente ao qual estão inseridas, são considerados neutros, do ponto de vista evolutivo. Assim, em estudos de estrutura de populações prefere-se trabalhar com alelos neutros. A proporção de alelos neutros encontrados nos marcadores moleculares é maior que aquela de características morfológicas, pois freqüentemente constituem-se de seqüências não expressas (TELLES *et al.*, 2003).

Marcadores moleculares podem ser utilizados em estudos de genética de populações, mapeamento de genes, análises de similaridade, distância genética, DNA *fingerpriting* e para facilitar a seleção genotípica. A escolha do marcador molecular a ser utilizado vai depender da estrutura genética de cada espécie, do seu modo de reprodução, do tamanho do seu genoma e, sem dúvida, da relação custo/benefício (LOPES, 2002).

Diversas técnicas da biologia molecular estão disponíveis para a detecção de variabilidade genética ao nível de DNA, ou seja, para a detecção de polimorfismo genético. A primeira técnica de visualização de fragmentos de DNA foi descrita por Southern (1975), da qual se originou a técnica conhecida por RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphisms*), que consiste na detecção de polimorfismo de comprimento de fragmentos de DNA entre os indivíduos analisados. Após o

surgimento da técnica da PCR (*Polymerase Chain Reaction*), com o trabalho de Mullis e Faloona (1987), aliou-se o poder de informação gerada por marcadores moleculares e a rapidez da técnica baseada em ciclos contínuos de desnaturação e amplificação das fitas de DNA. Estes ciclos são mediados pela enzima DNA polimerase em pontos específicos do genoma, determinado pelo anelamento de *primers* (seqüências de nucleotídeos de tamanhos pequenos, variando geralmente entre 10 a 30 bases) específicos de seqüências complementares a estes pontos.

Atualmente, existe uma grande diversidade de marcadores moleculares utilizados no melhoramento de plantas e em estudos genéticos, todos eles baseados nos princípios da hibridação e da PCR. Caixeta *et al.* (2006) descrevem os principais tipos de marcadores moleculares os: Isoenzimáticos, RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphisms*), RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), STS (*Sequence Tagged Sites*), SCAR (*Sequence Characterized Amplified Regions*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphisms*), Microssatélites ou SSR (*Simple Sequence Repeats*) e mais recentemente foram desenvolvidos os marcadores SNPs (*Single Nucleotide Polymorphisms*).

1.8.1 Marcadores moleculares no algodoeiro

O algodoeiro (*G. hirsutum* L.) é uma das culturas que mais têm se beneficiado com a nova biotecnologia. Duas linhas principais de pesquisa nesta área foram desenvolvidas: a genômica, que realiza estudos do DNA do próprio algodão, para identificar e facilitar o manuseio de genes e seqüências regulatórias, as quais controlam a expressão de diferentes características, sendo que o maior número de trabalhos na atualidade visa à seleção assistida por marcadores moleculares; e a engenharia genética, que introduz fragmentos de DNA contendo genes e seqüências regulatórias ou de interesse, que determinarão a expressão de características originalmente ausentes em algodoeiro, ou cujo nível de expressão não é considerado satisfatório (BARROSO E HOFFMANN, 2007).

O estudo do genoma do algodão é importante porque permite obter uma visão geral de sua arquitetura genética e fornece informações que podem ser utilizadas para encontrar genes envolvidos no controle de características importantes, como resistência a doenças, produtividade e qualidade da fibra, bem como determinar suas inter-relações. Os marcadores moleculares são utilizados para realizar diversos

tipos de análises genéticas, incluindo a diversidade entre populações e cultivares, como também a identificação varietal. Um dos usos mais nobres e intensos em algodoeiro é a associação entre marcadores e características de importância agrônômica. Esta associação decorre da presença de um marcador fisicamente ligado a um gene que controla uma determinada característica. Atualmente, os marcadores moleculares empregados com maior frequência no gênero *Gossypium* são microssatélites e AFLP (LACAPE *et al.*, 2007).

O algodoeiro por ser uma das principais culturas produtoras de fibras do mundo vem sendo bastante estudado ao nível de DNA. Liu *et al.* (2000) desenvolveram alguns marcadores de microssatélites para algodão, identificando regiões específicas nos cromossomos, responsáveis por características agrônômicas e de qualidade da fibra. Outros trabalhos com marcadores SSR em algodoeiro foram realizados por Nguyen *et al.* (2004), Batista (2005), Bertini *et al.* (2006), Costa Neto (2006), Almeida (2007) e Lacape *et al.* (2007).

1.8.2 Marcadores microssatélites ou SSR

Os marcadores moleculares do tipo microssatélites apresentam como características amplificar locos, freqüentemente multialélico, de herança codominante e de fácil detecção pela PCR (PINTO *et al.*, 2001). O DNA alvo é do tipo seqüências simples repetidas (SSRs) ou microssatélites, consiste de pequenas seqüências, com 1 a 6 nucleotídeos de comprimento, repetidas ao longo do genoma, podendo ocorrer tanto em regiões codificadoras quanto em regiões não codificadoras. Os alelos diferem porque mostram números distintos de repetições em tandem, oriundos de *crossing-over* desigual durante a meiose ou erros durante a replicação, como por exemplo a formação de alças nas regiões repetitivas que levam a mutações do tipo inserção ou deleção (via *strand slippage*), durante a duplicação do DNA. Os primeiros trabalhos publicados com estes marcadores foram desenvolvidos em milho e em espécies arbóreas, sendo os dinucleotídeos AG e AC repetidos em grande abundância (CONDIT e HUBELL, 1991).

Segundo Brondani *et al.* (2003), os marcadores SSR têm sido amplamente utilizados em análises genéticas, uma vez que se baseia na detecção da variação existente em locos de seqüências repetidas (di-nucleotídeos AG/TC ou tri-nucleotídeos ATT/TAA, por exemplo). As seqüências que flanqueiam estes locos

são mais conservadas, permitindo que *primers* específicos a elas sejam sintetizados e utilizados para amplificar especificamente esta região via PCR. No genoma dos vegetais, o dinucleotídeo mais repetido é o AT, seguido pelos AG e AC; nas monocotiledôneas, espera-se um microsatélite a cada 65 Kb, enquanto nas dicotiledôneas esta relação é de um a cada 21 Kb (POWELL *et al.*, 1996).

Existem dois modos de serem obtidos os marcadores SSR: primeiro, por meio do desenvolvimento de bibliotecas genômicas enriquecidas para seqüências microsatélites, sequenciamento dos clones contendo o DNA repetitivo e, finalmente, o desenho dos *primers* complementares às seqüências flanqueadores do DNA repetitivo; o segundo, através da informação gerada por projetos de sequenciamento genômico de uma espécie. Estes marcadores são altamente informativos, permitindo detectar polimorfismo molecular com grande eficácia (BRONDANI *et al.*, 2003).

Esses marcadores vêm sendo empregados com sucesso na discriminação de acessos conservados em bancos de germoplasma (KRAIC *et al.*, 2002), no mapeamento genético, em genética de populações e na caracterização da diversidade e diferenciação genética (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998; MILACH, 1998; CHARCOSSET e MOREAU, 2004).

A maior dificuldade do uso rotineiro e universal dos microsatélites como marcadores genéticos, está no desenho dos *primers*. Entretanto, em virtude de seus altos níveis de variação alélica, estes marcadores representam uma alternativa bastante atrativa (CRUZAN, 1998). Em algodoeiro, vários microsatélites já foram desenvolvidos, diminuindo o custo e o tempo necessário para o sequenciamento.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. C. de. **Caracterização genética e *in situ* de *Gossypium barbadense* na região Norte do Brasil**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte.

AMORIM, I. L. de. **Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântulas e mudas de espécies florestais da região de Lavras-MG**. 1996. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BARROS, L. de M. **Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), tipos comum e anão precoce, por meio de técnicas multivariadas**. 1991. 256 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V. **Métodos de predição do comportamento de populações de melhoramento**. Campina Grande, PB: Embrapa - CNPA, 2003. 38p. (Embrapa – CNPA, Documentos, 108).

BARROSO, P. A. V.; FREIRE, E. C.; AMARAL, J. A. B.; SILVA, M. T. **Zonas de exclusão de algodoeiros transgênicos para preservação de espécies de *Gossypium* nativas ou naturalizadas**. Campina Grande, PB: Embrapa - CNPA, 2005. 7p. (Embrapa – CNPA, Comunicado Técnico, 242).

BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V. Algodoeiros geneticamente modificados. In: FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília, DF. ABRAPA, 2007. p. 141-173.

BATISTA, C. E. A. **Conservação, diversidade e estrutura genética de populações de *Gossypium mustelinum* presentes no semi-árido Nordestino**. 2005. 54f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2005.

BELTRÃO, N. E. de M. **Breve história do algodão no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2003. (Embrapa Algodão. Documentos, 117). 20p.

BELTRÃO, N. E. de M. Algodão e a agroenergia. **Cotton Business**, v.1, n. 3, p. 26-28, 2007.

BERTINI, C. H. C. de M; SCHUSSTER, I.; SEDIYAMA, T.; BARROS, E. G. de.; MOREIRA, M. A. Characterization and genetic diversity analysis of cotton cultivars using microsatellites. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 29, n. 2, p. 321-329, 2006.

BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; RANGEL, P. H. N. **Utilização de marcadores moleculares em programas de ampliação da base genética de espécies**

cultivadas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa - Arroz e Feijão, 2003. 36p. (Embrapa – Arroz e Feijão, Documentos, 155).

BRUBAKER, C. L.; BOURLAND, F. M.; WENDEL, J. F. The origin and domestication of cotton. In: SMITH, C. W.; COTHEN, J. T. **Cotton: Origin, History, Technology and Production**. New York, 1999. p. 23-32.

CAIXETA, E. T.; OLIVEIRA, A. C. B de; BRITO, G. G. de; SAKIYAMA, N. S. **Tipos de marcadores moleculares**. In: BORÉM e CAIXETA. Marcadores moleculares. Viçosa, MG. UFV, 2006. p. 10-78.

CARVALHO, L. P. de; LANZA M. A.; FALLIERI, J.; SANTOS, J. W. dos. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.

CHAPMAN, C. **Principles of germplasm evaluation**. In: STALKER, H. T.; CHAPMAN, C. (Eds.). Scientific management of germplasm: characterization, evaluation and enhancement. Rome: IBPGR, 1989. p. 55-63.

CHARCOSSET, A.; MOREAU, L. Use of molecular markers for the development of new cultivars and the evaluation of genetic diversity. **Euphytica**, Wageningen, v. 137, n. 1, p. 81-94, 2004.

COCKERHAM, C. C. Variance of gene frequencies. **Evolution**, Boulder, v. 23, p. 72-84, 1969.

CONDIT, R.; HUBBELL, S.P. Abundance and DNA sequence of two-base repeat regions in tropical tree genomes. **Genome**, Ottawa, v.34, n. 1, p. 66-71, 1991.

COSTA NETO, I. Diversidade genética em população de algodoeiro mocó (*G. hirsutum* L. r. *marie galante* Hutch) 2006. 45f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2006.

CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; SILVA, S. O.; FIGUEIRA, A. Detection of single sequence repeat polymorphisms in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. **Plant Molecular Biology Reporter**, Athens, v. 19, p. 299-306, 2001.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Diversidade genética. In: CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. (Ed.). **Modelos biométricos aplicados ao melhoramentogenético** Viçosa: UFV, 2003. v. 2, cap. 6, p. 338-434.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, J. A.; CARNEIRO, P. C. S. Divergência genética. In: CRUZ, C. D.; REGAZZI, J. A.; CARNEIRO, P. C. S. (Ed.). **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2004. v. 1, Cap. 8, p. 377-413.

CRUZAN, M. B. Genetic markers in plant evolutionary ecology. **Ecology**, Durham. Disponível em: www.findarticles.com. 1998. Acesso em: 20/06/2006.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 279 p.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3ª ed. Embrapa-CENARGEN, Brasília, 1998. 220p.

FORD-LLOYD, B.V.; KAEMMER, D.J.W.; KAHL, G.J.W.; LAGODA, P.J.L. Molecular marker assisted of the *Musa* genome complex. In: **INIBAP anual report 1996**. INIBAP: Montpellier (FRA), 1997, p. 24-28.

FONSECA, R. G. da; SANTANA, J. C. F. de. **Resultados de Ensaio HVI e Suas Interpretações (ASTM D-4605)**. Campina Grande, PB: Embrapa - CNPA, 2002. 13p. (Embrapa – CNPA, Circular Técnica, 66).

FREIRE, E. C.; MOREIRA, J. A. N.; MIRANDA, A. R.; PERCIVAL, P. E.; STEWART, J. M. **Identificação de novos sítios de ocorrência de *Gossypium mustelinum* no Brasil**. Campina Grande, PB, Embrapa - CNPA, 1990. (Pesquisa em Andamento). 7 p.

FREIRE, E. C.; MOREIRA, J. de A. N.; SANTOS, J. W. dos.; ANDRADE, F. P. de. Relações taxonômicas entre algodoeiros mocó e *Gossypium mustelinum* do Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 10, p. 1555-1561, 1998.

FREIRE, E. C.; BARROSO, P. A. V.; PENNA, J. C. V.; BORÉM, A. Fluxo gênico: Análise do caso de algodão no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília – DF, n. 29, p. 104-113, 2002.

FREIRE, E. C.; MORELLO, C. de L.; FARIAS, F. J. C. de. Melhoramento do algodoeiro no Cerrado. In: FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília, DF. ABRAPA, 2007. p. 267-317.

FRYXELL, P. A. Classification of *Gossypium* L. A redefinition of the tribe *Gossypieae*. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 129, p. 296-308, 1968.

GRAY, A. Genetics diversity and its conservation in natural populations of plants. **Biodiversity Letters**, Oxford, n. 3, p. 71-80, 1996.

GUIMARÃES, C.T.; PADILHA, L.; SOUZA, I. R. P.; PAIVA, E. **“Fingerprinting” Molecular de linhagens de milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2004. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado Técnico, 92).

HAMRICK, J.L. Plant population genetics and evolution. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 69, n. 10, p. 1685-1693, 1982.

HOWES, C. Guidelines for developing descriptors lists. **Plant Genetic Resources Newsletter**, Rome, n. 45, p. 26-32, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção do algodão. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2007. Disponível no site: www.ibge.com.br

IBPGR - 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.

IPGRI – **International Plant Genetic Resources Institute**. Roma, 1996. 55 p.

KRAIC, J.; GREGOVÁ, E.; JOMOVÁ, K.; IIUDCOVICOVÁ, M. Microsatellite markers discriminating accessions within collections of plant genetic resources. **Cellular e Molecular Biology Letters**, Wroclaw, v.7, n. 2B, p.745-751, 2002.

LACAPE, J. M.; DESSAUW, D.; RAJAB, M.; NOYER, J. L.; HAU, B. Microsatellite diversity in tetraploid *Gossypium* germplasm: assembling a highly informative genotyping set of cotton SSRs. **Molecular Breeding**, Dordrecht, n. 19, p. 45-58, 2007.

LOPES, R.; LOPES, M. T. G.; FIGUEIRA, A. V. de O.; CAMARGO, L. E. A.; FUNGARO, M. H. P.; CARNEIRO, M. C.; VIEIRA, M. L. C. Marcadores moleculares dominantes (RAPD e AFLP). **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília – DF, n. 29, p. 56-60, 2002.

LIU, S.; CANTRELL, R. G.; MACCARTY, J. C.; STEWART, J. M. Simple sequence repeat based assessment of genetic diversity in cotton race stock accessions. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 1459-1469. 2000.

MAUNEY, J. R. Anatomy and morphology of cultivated cottons. In: KOHEL, R. J.; LEWIS, C. F. **Cotton**. Madison: American Society of agronomy, 1984, p. 59-80.

MILACH, S. C. K. Principais tipos de marcadores moleculares e suas características. In: MILACH, S. C. K. **Marcadores moleculares em plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. p. 17-28.

MORAN, G. F.; HOPPER, S. D. Conservation of the genetic resources of rare and widespread eucalypts in remnant vegetation. In: SAUNDERS, D. A.; ARNOLD, G. W.; BURBRIDGE, A. A.; HOPKINS, A. J. M. (Ed.). **Nature conservation: The role of remnants of native vegetation**. Surrey: Beaty and Sons, 1987, 410 p.

MOREIRA, J. A. N.; BELTRÃO, N. E. M; FREIRE, E. C. **Organografia do algodoeiro mocó e sua relação com o crescimento e a produção**. Campina Grande, PB, Embrapa - CNPA, 1994. 66p.

MORELLO, C. de L. Melhoramento genético do algodoeiro no setor público, contribuições e desafios. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Embrapa-SE6, 2007. p. 1-5.

MULLIS, K.; FALOONA, F. Specific synthesis of DNA *in vitro* via a polymerase catalyzed chain reaction. **Methods in Enzymology**, San Diego, v. 55, p. 335-350, 1987.

NEHMI, I. M. D; FERRAZ, J. V; NEHMI FILHO, V. A; SILVA, M. L. M da. **Agrianual 2005**, São Paulo: Oeste, 2004, 545p.

NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America**, Washington, v. 70, n. 12, p. 3321-3323, 1973.

NEI, M. 1977. F-statistic and analysis of gene diversity in subdivided populations. **Annals of Human Genetics**, London, v. 41, p. 225-233, 1977.

NEI, M. **Molecular Evolutionary Genetics**. Columbia University Press, New York, NY. 1987. p. 583-590.

NEVES, O. S.; CAVALERI, P. A.; GRIDI-PAPP, I. L.; FUZATO, M. G. Algodoeiro Selvagem no Nordeste do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 24, p. 19-25, 1965.

NEVES, O.S.; GRIDI-PAPP, I.L.; CAVALERI, P.A.; SILVA, N.M.; SHIMIDT, W.; CORRÊA, D.M. Distribuição geográfica atual dos algodoeiros perenes no Brasil – Primeiro levantamento parcial. **Bragantia**, Campinas, v. 27, p. 437-475, 1968.

NEWTON, A.C.; ALLNUTT, T.R.; GILLIES, A.C.M.; LOWE, A. J. e ENNOS, R.A. Molecular phylogeography, intraspecific variation and the conservation of tree species. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, n.14, p.140-145, 1999.

NGUYEN, T. B.; GIBAND, M.; BROTTIER, P.; RISTERUCCI, A. M.; LACAPE, J. M. Wide coverage of the tetraploid cotton genome using newly developed microsatellite markers. **Theoretical and Applied Genetics**, Madison, v.109, p.167-175, 2004.

OOSTERHUIS, D. M.; JUNSTEDT, J. Morphology and anatomy of the cotton plant. In: **Cotton: Origin, History, Technology and Production**. New York, 1999. p. 175-206

PADILHA, L.; GUIMARÃES, C. T.; VIEIRA, M. G. G. C.; CRESTE, I. R. P.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X.; GAMA, E. E. G.; PAIVA, E. Microssatélites fluorescentes na diferenciação de linhagens de milho. In: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Sete Alagoas, **Anais...** p.1-5, 2002.

PENNA, J. C. V. **Melhoramento do algodão**. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Editora UFV, Viçosa, 2005, p. 15-53.

PINTO, L. R.; VIEIRA, M. L. C.; SOUZA, A. P. de; SOUZA JÚNIOR, C. L. de. Isoenzimas e Microssatélites em Plantas. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n. 20, p. 16-19, 2001.

PIRES, C.; SILVEIRA, F. A. da; CARDOSO, C. F.; OLIVEIRA, G. M. de; PEREIRA, F. F. O.; SOUZA, V. V. de; NAKASU, E. Y. T.; PAES, J. S. de O.; TELES, E.; SILVIE, P.; RODRIGUES, S.; MIRANDA, J.; SCOMPARINI, A.; BASTOS, C.; OLIVEIRA, G. dos S.; OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, J. B.; BARROSO, P. A. V.; SUJII, E.; FONTES, E. **Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp), em diferentes regiões do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa - CENARGEN, 2006. (Embrapa CENARGEN. Boletim de Pesquisa, 148). 38p.

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

POWELL, W.; MORGANTE, M.; DOYLE, J.J.; McNICOL TINGEL, S.V.; RAFALSKI, A.J. Genepool variation in genus *Glycine* subgenus soja revealed by polymorphic nuclear and chloroplast microsatellites. **Genetics**, Austin, v.144, n. 2, p. 793-803, 1996.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A. Caracterização morfológica: experiência do BAG de cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido, com acessos de abóbora e moranga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, p. 9-12, 1999.

REIS, M. S. Dinâmica da movimentação dos alelos: subsídios para conservação e manejo de populações naturais de plantas. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, n. 19, p. 37-47, 1996.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. de. **Algodão: Informações técnicas**. Campo Grande, Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. 267p. (Circular Técnica, 7).

SANTANA, J. C. F. de; BELTRÃO, N. E. de M. **Padronização e classificação de algodão no Brasil**. Campina Grande, PB: Embrapa - CNPA, 1999. 25p. (Embrapa – CNPA, Circular Técnica, 32).

SANTOS, J. W. dos. Recomendações técnicas para a convivência com o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis Boheman*, 1843), no Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 1989. 20p. (Circular Técnica, 64).

SAUNDERS, J.H. **The wild species of Gossypium and their evolutionary history**. London: Oxford University Press. 1961. 410p.

SOUZA, J. G. de; BELTRÃO, N. E. de M. Fisiologia. In: **O agronegócio do algodão no Brasil**. Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, DF, 1999. p. 89-116.

SOUTHERN, E. M. Detection of specific sequences among DNA fragments separated by gel electrophoresis. **Journal of Molecular Biology**, London, v. 98, n. 3, p. 503-517, 1975.

STAUB, J.E.; GABERT, A.; WEHNER, T.C. Plant variety protection: A consideration of genetic relationship. **Hort Science**, Alexandria, v. 31, n. 7, p. 1086-1091, 1996.

SUINAGA, F. A.; BASTOS, C. S.; RANGEL, L. E. P. Multivariate analysis of genetic divergence in cotton. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 931-937, 2005.

SUNNUCKS, P. Efficient genetic markers for population biology. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, n. 15, p. 199-203, 2000.

TELLES, M. P. C.; VALVA, F. D.; BANDEIRA, L. F.; COELHO, A. S. G. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. -Annonaceae) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

ULLOA, M.; STEWART, J. McD.; GARCIA, E. A. C.; GODOY, S. A.; GAYTAN, A. M.; ACOSTA, S. N. Cotton genetic resources in the western of Mexico: *in situ* conservation status and germplasm collection for *ex situ* preservation. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 53, p. 653-668, 2006.

VIANA, S. B. A.; BEZERRA, J. R. C.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; MARQUES, A.; SOUZA NETO, M. N. de. Manejo de Água no Algodoeiro Herbáceo no Oeste Baiano, Safra 2003/2004. In: SILVA FILHO, J. L. da.; PEDROSA, M. B.; SANTOS, J. B. dos. **Pesquisas Realizadas com o Algodoeiro no Estado da Bahia – Safra 2004/2005**. Campina Grande, PB: Embrapa - CNPA, 2006. 122p. (Embrapa – CNPA, Documentos, 146).

VICENTE, M.C. de; GUZMÁN, F.A.; ENGELS, J.; RAMANATHA RAO, V. Genetic Characterization and its use in decision making for the conservation of crop germplasm. In: THE ROLE OF BIOTECHNOLOGY, 2005, Turin. **Proccedings...** Turin, 2005. p.121-128.

VILELA-MORALES, E.A.; VALOIS, A. C. C.; NASS, L.L. **Recursos genéticos vegetales**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-Cenargen, 1997. 78 p.

WENDEL, J. F.; CRONN, R. C. Polyploidy and the evolutionary history of cotton. **Advances in Agronomy**, San Diego, n.78, p. 140-231, 2003.

WRIGHT, S. The genetical structure of populations. **Annals of Eugenics**, London, v. 15, p. 323-354. 1951.

WRIGHT, S. The interpretation of population structure by F-statistic with special regard to systems of mating. **Evolution**, Baulder, v.19, p.395-420. 1965.

CAPÍTULO II

Prospecção e caracterização *in situ* de acessos de *Gossypium* no Estado de Pernambuco

Artigo a ser submetido para publicação na Revista Bragantia.

PROSPECÇÃO E CARACTERIZAÇÃO *IN SITU* DE POPULAÇÃO DE *GOSSYPIUM* NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Carla Sibere Nogueira Ribeiro¹; Edson Ferreira da Silva²; Joaquim Nunes da Costa³; Paulo Augusto Vianna Barroso⁴.

¹Bióloga, Mestranda em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas” da UFRPE, Bolsista do CNPq. E-mail: carlasibere@gmail.com

²Biólogo, DSc. Professor Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: edson@db.ufrpe.br

³Engenheiro Agrônomo, MSc. Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande-PB. E-mail: jnunes@cnpa.embrapa.br

⁴Engenheiro Agrônomo, DSc. Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande-PB. E-mail: pbarroso@cnpa.embrapa.br

RESUMO

A variabilidade e quantidade de plantas de algodoeiro nativas ou naturalizadas no Estado de Pernambuco vêm sendo reduzida paulatinamente, e sua prospecção e quantificação *in situ* da variabilidade genética remanescente é imprescindível para o conhecimento, preservação e disponibilização deste germoplasma. Os objetivos deste trabalho foram determinar a distribuição e forma como os algodoeiros estão sendo mantidos no Estado de Pernambuco e coletar espécimes para conservação *ex situ*. Para isso, realizaram-se expedições em 2005 e 2006, nas quais foram coletadas estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas, e investigou-se, por entrevistas e observações, os caracteres morfológicos e de conservação, em municípios no Sertão, Agreste e Zona da Mata. Foram realizadas 82 coletas de plantas das espécies *G. barbadense* L., *G. hirsutum* r. *latifolium* (herbáceo) e *G. hirsutum* r. *marie galante*, (arbóreo ou mocó), em 29 municípios. A maioria das plantas de *G. barbadense* situava-se em residências rurais, predominantemente na forma de cultivo de fundos-de-quintal. Os algodoeiros herbáceos foram encontrados como plantas espontâneas em margens de estradas, enquanto o maior número de algodoeiros mocós ocorreu como cultivo de fundo-de-quintal, em residências rurais, bem como plantas espontâneas. Foram identificadas as seguintes formas de utilização: medicinal, asséptico, ornamental e para a confecção de pavios

de lamparina. Os riscos de erosão genética constatados foram causados por mudança de hábitos culturais e abandono, pastejo e depredação do ambiente. A conservação da variabilidade genética dos acessos de *Gossypium* deve ser realizada, principalmente em bancos de germoplasma *ex situ*.

Palavras-chave: germoplasma, variabilidade, métodos de conservação.

PROSPECTION AND CHARACTERIZATION *IN SITU* OF *GOSSYPIUM* ACCESSES IN PERNAMBUCO STATE

The quantity of cotton plants native and naturalized in Pernambuco state are decreasing. The prospection and quantification of genetic variability of *Gossypium* accesses *in situ* is fundamental in order to develop an efficient methodology for germoplasma conservation. The aims of this work were to determine how the cottons are maintained in Pernambuco state and collect specimens for conservation *ex situ*. There expeditions were conducted during 2005 and 2006, in order to collect seeds and cotton leaves and, by interviews and observations, morphological characters and conservation at the counties in Sertão, Agreste and Zona da Mata regions were investigated. There were collected 82 *Gossypium* accesses of *G. barbadense* L., *G. hirsutum* r. *latifolium* (upland) e *G. hirsutum* r. *marie galante* (arboreo or moco) in 29 counties. The majority of the *G. barbadense* plants were located in the farmer residences, predominantly in backyards, the upland cottons were found along the roads and most of the moco cottons was maintained on backyards but occurred also as spontaneous plants. The most common uses identified for the plants were: medical, ascetical, ornamental and for confection of wicks. The genetic erosion risks observed were: change and give up of cultural human habit, animal pastry and environmental depredate. The conservation of genetic variability of *Gossypium* accesses should be mainly *ex situ* at germoplasm bank.

Key words: germoplasms, variability, genetic conservation

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos centros de origem e de diversidade de algodoeiros tetraplóides do gênero *Gossypium* e possui um rico acervo genético proveniente de genótipos nativos e naturalizados, cujo o adequado aproveitamento pode proporcionar aumentos de produtividade, reduções de custo e a solução de parte dos problemas fitossanitários desta cultura. A modernização e expansão da cultura algodoeira é um importante fator de risco para a manutenção das populações selvagens e asselvajadas que ocorrem em todo o Brasil, conforme relatado por Neves et al. (1968). Para a preservação deste patrimônio genético, é imprescindível a realização de coletas e delimitação de áreas de preservação (FREIRE et al., 2000).

Três espécies de algodoeiro ocorrem no Brasil: *Gossypium hirsutum* L., *G. mustelinum* Miers e *G. barbadense* L. A espécie mais difundida é *G. hirsutum*, na qual duas raças botânicas são encontradas: *G. hirsutum* r. *latifolium* ou algodoeiro herbáceo, encontrada principalmente na forma de cultivares e variedades obsoletas e *G. hirsutum* r. *marie galante*, conhecida por algodoeiro arbóreo ou mocó, e presente principalmente na região Nordeste, na forma de populações asselvajadas ou ferais. A espécie *G. mustelinum* é a única nativa, sendo endêmica da região Nordeste, especificamente do semi-árido e encontrada apenas na forma selvagem. Já a espécie *G. barbadense* distribuiu-se em quase todo o território nacional, tendo sido introduzida pelos indígenas, em períodos pré-colombianos (BARROSO et al., 2005).

O cultivo do algodoeiro no Estado de Pernambuco é antigo, havendo períodos em que verificou-se o plantio de diferentes tipos. O mais antigo é o *G. barbadense*, que foi parcialmente substituído por algodoeiros mocós e herbáceos (PEARSE, 1921; VELOSO, 1978; BRAGA SOBRINHO e FREIRE, 1983). A última fase da cotonicultura no Estado entrou em declínio após a introdução do inseto-praga bicudo-do-algodoeiro, (*Anthonomus grandis* Boheman), em 1983 (MOREIRA et al., 1994).

Em decorrência do abandono do cultivo comercial do algodoeiro no Estado de Pernambuco, atualmente há poucas populações remanescentes que podem servir como fonte de genes para o melhoramento genético desta cultura. Importantes expedições de coleta do gênero *Gossypium* no Brasil foram realizadas entre 1962 e 1965, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em que foram levantados algodoeiros de ciclo perene, existentes em regiões da bacia do Rio São Francisco, Estados nordestinos, litoral paulista e adjacências, Mato Grosso, sul de Goiás e Triângulo Mineiro (NEVES et al., 1968). No período de 1975 a 1979, pesquisadores da Embrapa realizaram expedições ao Nordeste brasileiro para coletar acessos visando explorar a variabilidade genética das espécies de algodoeiro existentes na região (FREIRE et al., 1990), porém, o número de acessos provenientes de Pernambuco mantido em bancos de germoplasma é relativamente pequeno, devendo ser insuficiente para garantir a manutenção da diversidade existente.

Para reduzir a perda de diversidade é necessário estabelecer estratégias de conservação, com base na realização de diagnóstico sobre o estado de preservação da espécie. Este trabalho teve por objetivo determinar a distribuição de algodoeiros no Estado de Pernambuco, e a forma como eles estão sendo mantidos, bem como, coletar espécimes para conservação *ex situ*.

MATERIAL E MÉTODOS

Duas expedições foram realizadas por pesquisadores da Embrapa Algodão e da UFRPE para localizar e coletar acessos de algodoeiros (sementes e folhas), em setembro de 2005 e dezembro de 2006. A primeira expedição abrangeu municípios do Agreste e do Sertão e a segunda, percorreu a Zona da Mata.

O esforço de coleta concentrou-se em margens de estradas, fundos de quintais, lavouras abandonadas e ativas conforme experiências vivenciadas em expedições anteriores. Para cada acesso encontrado foi aplicado um questionário (Quadro 1) junto ao proprietário

das plantas, que abrangia dados geográficos (localização geográfica e tipo de propriedade); dados de população (tipo de algodoeiro, vegetação predominante, tipo de população, mancha na flor, tipo das sementes e presença de línter nas sementes); dados morfológicos e fenológicos (altura, idade das plantas, época de florescimento e frutificação) e dados de conservação (usos e riscos possíveis). Os dados obtidos a campo foram tabulados e sistematizados por meio de gráficos.

RESULTADOS

Foram coletados 82 acessos de *Gossypium* em 29 municípios do Estado de Pernambuco (Tabela 1), sendo que o maior número de acessos foi coletado no município de Flores, com 9 plantas. Nos municípios de Exu, Caruaru e Brejo da Madre de Deus localizou-se 7 plantas e em Bodocó estavam mantidas 5 plantas. Nos municípios de Tabira, Ouricuri e Custódia foram encontradas 4 plantas. Em Arco Verde, Tuparetama, São José do Egito, São José do Belmonte e Salgueiro situavam-se 3 plantas. Em Sertânia, Escada, Ribeirão e Sirinhaem foram verificadas a presença de 2 plantas. Nos demais municípios foram coletadas apenas 1 planta.

Na coleta foram encontrados três tipos de algodoeiro, sendo mais freqüente o algodoeiro mocó (74,4% dos acessos), seguido do *G. barbadense* (18,3%) e do algodoeiro herbáceo (7,3%) (Figura 1). Na região do Sertão encontraram-se algodoeiros mocós, herbáceos e *G. barbadense*, enquanto no Agreste, só foram identificados algodoeiros mocós e, na Zona da Mata, as 12 plantas coletadas pertenceram à espécie *G. barbadense*.

Com relação aos algodoeiros mocós, foram localizadas 22 plantas espontâneas, 21 em residências rurais, 15 em pequenas propriedades e, apenas 3 em residências urbanas. A maioria das plantas da espécie *G. barbadense* foram encontradas em residências rurais (10 plantas), tendo sido menos freqüente em residências urbanas (3 plantas), em pequena propriedade (1 planta), e como planta espontânea localizada em margem de estrada (1 planta).

A maioria das coletas de algodoeiro herbáceo foi identificada como planta espontânea (4 plantas), com apenas uma planta sendo encontrada em residência rural e outra em pequena propriedade.

Com relação ao tipo de população (Figura 2), observou-se que a espécie *G. barbadense* é mantida, predominantemente, em fundos de quintais (14), sendo apenas uma planta encontrada em margem de estrada. Entre os algodoeiros herbáceos, o maior número de plantas foi encontrado em margens de estradas (4), sendo que apenas uma planta foi encontrada em fundo de quintal e uma outra, em lavoura abandonada. No que se refere aos algodoeiros mocós, constatou-se a ocorrência de 29 plantas em fundos de quintais, 21 plantas em margens de estradas e 11 em lavouras abandonadas.

Apenas as características morfológicas consideradas chaves para a identificação do tipo de algodoeiro foram anotadas *in situ*. No que se refere ao tipo de semente, na espécie *G. barbadense*, 11 acessos possuíam as sementes de cada loja do fruto unidas, formando estrutura conhecida como rim-de-boi. A presença de sementes rim-de-boi é a característica que identifica a raça *brasiliense* da espécie, muito frequente no país e que foi domesticada na Amazônia brasileira, a adesão das sementes foi fraca em quatro acessos (PE0544, PE0553, PE0677 e PE0681) e forte nos demais. Apenas quatro plantas de *G. barbadense* possuíam as sementes separadas, características da raça *barbadense*, conhecida como quebradinho. Verificou-se que nos algodoeiros mocós e herbáceos, todas as plantas apresentaram sementes separadas.

Na avaliação da presença ou ausência de línter, fibras curtas que recobrem as sementes, verificou-se que na espécie *G. barbadense*, 8 acessos não possuíam línter, 6 possuíam línter apenas na extremidade das sementes e apenas um tinham línter em toda a semente, o qual era colorido, abundante e extremamente curto, dando aspecto aveludado a esta. Nenhuma planta de algodoeiro mocó possuía línter, enquanto nas de herbáceo o línter sempre estava presente, sendo colorido em três plantas e branco em outras.

Várias plantas não apresentavam flores no momento em que as coletas foram realizadas. As plantas que possuíam flores, geralmente localizavam-se em fundos de quintais, e recebiam suprimento adicional de água. Entre as plantas de algodoeiro mocó com flores, 10 possuíam mancha vermelha de intensidade média nas pétalas, 7 possuíam mancha vermelha forte e 7 possuíam mancha vermelha fraca. Nos algodoeiros herbáceos, todas as plantas que possuíam flores, não apresentavam manchas nas pétalas. Das 15 plantas coletadas da espécie *G. barbadense*, apenas um tinha flor e apresentava mancha vermelha forte nas pétalas.

A espécie *G. barbadense* foi a que apresentou plantas mais altas, possuindo 93% das plantas com dois a três metros de altura. As plantas de algodoeiros herbáceos, foram as mais baixas, situando-se todas entre 0,5 e um metro. O algodoeiro mocó apresentou a maior diversidade em relação à altura, com 48% das plantas com 1 a 2 metros, 40% com 2 a 3 metros e 12% maiores que 3 metros, o que está relacionado, principalmente, com a idade das plantas.

Os algodoeiros mais jovens foram os herbáceos, cuja maioria dos acessos foi de idade menor que 1 ano (Figura 3). Algodoeiros mocós e *G. barbadense* foram mais longevos. Quatro plantas tinham mais de 20 anos de idade, e provavelmente foram plantadas antes da introdução do bicudo-do-algodoeiro em Pernambuco. Porém, a maioria dos algodoeiros mocós tinha entre 2 e 4 anos, demonstrando a necessidade de uma renovação relativamente frequente das plantas para que o número de indivíduos *in situ* permaneça estável. A distribuição das plantas de *G. barbadense* foi a mais estável, havendo de uma a três plantas em todas as classes etárias até 20 anos (Figura 3).

Os usos identificados a campo foram como planta medicinal, para realização de assepsias e limpezas (de modo similar ao algodão adquirido em farmácias), como planta ornamental e na confecção de pavios para lamparinas (Figura 4). Porém, a maioria dos acessos coletados não era utilizada pelos proprietários. A maior proporção de uso foi observada em *G. barbadense*, empregado principalmente, como planta medicinal. Em relação

à *G. hirsutum*, nenhum uso foi identificado para as plantas de algodoeiro herbáceo, já nos algodoeiros mocós observou-se o uso medicinal e assepsias, embora com baixa frequência.

Os riscos de extinção das plantas ou do tipo de cultivo que permite sua manutenção *in situ*, foram identificados na coleta e estão apresentados na Figura 5. O mais importante para algodoeiros mocós e *G. barbadense* é a mudança ou abandono de hábitos culturais. Este risco está fortemente associado à manutenção de plantas de algodoeiro em fundos de quintal. Para as plantas dos algodoeiros mocó e herbáceo encontradas na margem de rodovias ou em lavouras abandonadas, a depredação do meio ambiente constitui o principal risco para a manutenção *in situ*.

DISCUSSÃO

O algodoeiro mais freqüente em Pernambuco foi o algodoeiro mocó, fato que pode ser explicado pelo seu cultivo em larga escala até o final dos anos 80 e início dos anos 90. A maior freqüência de algodoeiros mocós também foi observada em outros Estados da região Nordeste (COSTA et al., 2007; VIDAL NETO et al., 2007). A manutenção ocorre em maior escala em fundos de quintal, embora grande parte das plantas não seja empregada atualmente. No passado, os algodoeiros mocós em fundos de quintal eram usados para a confecção de pavios para lamparinas. Com a expansão da eletricidade na zona rural e na periferia das cidades, tal uso foi abandonado e as plantas são mantidas por pessoas mais velhas, apenas pela tradição em possuir uma planta de algodoeiro no quintal.

O único tipo de algodoeiro encontrado na Zona da Mata foi *G. barbadense* que, conforme relatos, é a mais antiga espécie de algodoeiro cultivada em Pernambuco (PEARSE, 1921; VELOSO, 1978; BRAGA SOBRINHO e FREIRE, 1983). Com a introdução de genótipos mais produtivos de algodoeiros mocós e herbáceos nas regiões do Agreste e Sertão, a importância de *G. barbadense* declinou, ocasionando redução da quantidade de plantas existentes na referida região. Na Zona da Mata, a expressão da cotonicultura foi pequena,

particularmente devido ao intenso cultivo de cana-de-açúcar (BRAGA SOBRINHO e FREIRE, 1983). A inexistência de lavouras de algodoeiro e os altos índices pluviométricos deve ter sido o fator mais importante para a conservação mais intensa de *G. barbadense* na Zona da Mata pernambucana. A predominância de plantas de *G. barbadense* em fundos de quintal, usados prioritariamente na produção de medicamentos caseiros, foi verificada no Estado do Mato Grosso (BARROSO et al., 2005), Amapá (ALMEIDA, 2007), Sergipe (COSTA et al., 2007), Alagoas (VIDAL NETO et al., 2007), e também no México (ULLOA et al., 2006).

Os algodoeiros herbáceos fora de lavouras comerciais ocorrem, principalmente, em margem de estradas, proveniente da dispersão durante o transporte de algodão em caroço para ser beneficiado e para serem usados na alimentação animal. O cultivo do algodoeiro ocorre, atualmente, em pequena escala no Estado, abrangendo apenas 3,1 mil hectares em 2007 (CONAB, 2008). Embora haja tecnologias que permitam o controle do bicudo, não há movimentos no sentido de reorganização da cadeia cotonicultora em Pernambuco. Segundo relatos dos produtores, as principais razões para o desestímulo ao plantio são o baixo preço, R\$1,00/Kg de algodão em caroço, e a falta de compradores. A desorganização da cotonicultura após o colapso que se seguiu a introdução do bicudo fez com que muitas usinas de beneficiamento fossem desativadas ou transferidas para a região dos cerrados. Alguns agricultores, que ainda produziam algodão, relataram que a margem de lucro era pequena, devido à necessidade de vender o produto em cidade distante, por não haver mais comprador no município de origem.

A ausência de plantas jovens indica estar havendo redução das populações. Apenas sete plantas jovens foram observadas e estavam localizadas no município de Sirinhaem. No caso de plantas mantidas em fundo de quintal, o número reduzido de plantas jovens decorre da limpeza periódica dos quintais. Para as plantas encontradas em ambientes naturais, a

pequena quantidade de plantas jovens indica que a renovação é difícil e que a morte das plantas existentes pode ocasionar o desaparecimento neste local.

Os algodoeiros encontrados nas margens das estradas ocorrem, de modo geral, como plantas individualizadas, provavelmente decorrentes de sementes ou de capulhos que caíram de cargas transportadas pelas rodovias ou por alguma outra forma de dispersão antrópica, e que estão sujeitas a cortes sistemático, realizados por ocasião da limpeza de acostamentos ou da faixa de proteção, ou mesmo serem queimados em eventuais incêndios. Em plantações abandonadas, a eliminação das plantas poderá ocorrer por necessidade de implantação de outra cultura, ou devido ao pastejo de animais. Para plantas presentes em fundo de quintal, questões ambientais ou agrícolas são pouco importantes para a preservação das plantas *in situ*. Neste caso, o maior risco é a mudança de hábitos culturais e de tradições, principalmente o abandono do uso como planta medicinal, e o enfraquecimento dos aspectos associados a culturas e tradições, que podem ocasionar a eliminação das plantas.

Os dados obtidos nesta investigação podem servir como subsídio para se estabelecer estratégias de conservação *in situ*, visto que foram constatadas espécies de *Gossypium* em ambientes espontâneos. Porém, para que este método torne-se eficiente, faz-se necessário um maior conhecimento e valorização popular com relação à importância social, econômica e cultural do algodoeiro. A conservação *ex situ* em bancos de germoplasma é a alternativa mais adequada à preservação a longo prazo da variabilidade dos algodoeiros presentes no Estado de Pernambuco.

CONCLUSÕES

Há remanescentes de algodoeiro em todo o Estado de Pernambuco, sendo mais freqüente *G. hirsutum* (mocó e herbáceo) no Agreste e Sertão, e *G. barbadense* na Zona da Mata; sendo que a maioria dos espécimes foi encontrada em fundo de quintal e margem de estrada;

Os riscos de erosão genética variam de acordo com o tipo de população, sendo de cunho ambiental em plantas localizadas na margem de estradas e em lavouras abandonadas; para plantas em fundo de quintal, o enfraquecimento de tradições e hábitos associados aos algodoeiros é o maior problema;

A conservação da variabilidade genética dos acessos de *Gossypium* deve ser realizada, principalmente em bancos de germoplasma *ex situ*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Algodão, ao Probio/MMA e ao CNPq pelo incentivo e apoio financeiro.

Tabela 1. Identificação dos 82 acessos do gênero *Gossypium*, caracterizando: Município, espécie e microrregião da coleta ao Estado de Pernambuco

Acesso	Município	Espécie	Microrregião	Acesso	Município	Espécie	Microrregião
Pe0501	Caruaru	Alg. mocó	Agreste	Pe0542	Moreilândia	Alg. mocó	Sertão
Pe0502	Caruaru	Alg. mocó	Agreste	Pe0543	Exu	Alg. mocó	Sertão
Pe0503	Caruaru	Alg. mocó	Agreste	Pe0544	Exu	<i>G. barbadense</i>	Sertão
Pe0504	Caruaru	Alg. mocó	Agreste	Pe0545	Exu	Alg. mocó	Sertão
Pe0505	Caruaru	Alg. mocó	Agreste	Pe0546	Exu	<i>G. barbadense</i>	Sertão
Pe0506	Caruaru	Alg. mocó	Agreste	Pe0547	Exu	Alg. mocó	Sertão
Pe0507	Caruaru	Alg. mocó	Agreste	Pe0548	Exu	Alg. mocó	Sertão
Pe0508	Toritama	Alg. mocó	Agreste	Pe0549	Exu	Alg. mocó	Sertão
Pe0509	Sta Cruz Capiberibe	Alg. mocó	Agreste	Pe0550	Bodocó	Alg. mocó	Sertão
Pe0510	Brejo da Madre	Alg. mocó	Agreste	Pe0551	Bodocó	Alg. mocó	Sertão
Pe0511	Brejo da Madre	Alg. mocó	Agreste	Pe0552	Bodocó	Alg. mocó	Sertão
Pe0512	Brejo da Madre	Alg. mocó	Agreste	Pe0553	Bodocó	Alg. mocó	Sertão
Pe0513	Brejo da Madre	Alg. mocó	Agreste	Pe0554	Bodocó	<i>G. barbadense</i>	Sertão
Pe0514	Brejo da Madre	Alg. mocó	Agreste	Pe0555	Oricuri	Alg. mocó	Sertão
Pe0515	Brejo da Madre	Alg. mocó	Agreste	Pe0556	Oricuri	Alg. mocó	Sertão
Pe0516	Brejo da Madre	Alg. herbáceo	Agreste	Pe0557	Oricuri	Alg. mocó	Sertão
Pe0517	Arco Verde	Alg. herbáceo	Agreste	Pe0558	Oricuri	Alg. mocó	Sertão
Pe0518	Arco Verde	Alg. herbáceo	Agreste	Pe0559	Parnamirim	Alg. mocó	Sertão
Pe0519	Arco Verde	Alg. herbáceo	Agreste	Pe0560	Salgueiro	Alg. mocó	Sertão
Pe0520	Iguaraci	Alg. mocó	Sertão	Pe0561	Salgueiro	Alg. mocó	Sertão
Pe0521	Tuparetama	Alg. mocó	Sertão	Pe0562	S. José Belmonte	Alg. mocó	Sertão
Pe0522	Tuparetama	Alg. mocó	Sertão	Pe0563	Flores	Alg. mocó	Sertão
Pe0523	Tuparetama	Alg. mocó	Sertão	Pe0564	Flores	Alg. mocó	Sertão
Pe0524	São José do Egito	Alg. mocó	Sertão	Pe0565	Custódia	Alg. mocó	Sertão
Pe0525	São José do Egito	Alg. mocó	Sertão	Pe0566	Custódia	Alg. mocó	Sertão
Pe0526	São José do Egito	Alg. mocó	Sertão	Pe0567	Custódia	Alg. mocó	Sertão
Pe0527	Tabira	Alg. mocó	Sertão	Pe0568	Custódia	Alg. mocó	Sertão
Pe0528	Tabira	Alg. mocó	Sertão	Pe0569	Sertânia	Alg. mocó	Sertão
Pe0529	Tabira	Alg. herbáceo	Sertão	Pe0570	Sertânia	Alg. mocó	Sertão
Pe0530	Tabira	Alg. mocó	Sertão	Pe0671	Paulista	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0531	Afogados	Alg. herbáceo	Sertão	Pe0672	Igarassu	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0532	Flores	Alg. mocó	Sertão	Pe0673	Araçoiaba	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0533	Flores	Alg. mocó	Sertão	Pe0674	Paudalho	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0534	Flores	Alg. mocó	Sertão	Pe0675	Escada	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0535	Flores	Alg. mocó	Sertão	Pe0676	Escada	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0536	Flores	Alg. mocó	Sertão	Pe0677	Ribeirão	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0537	Flores	Alg. mocó	Sertão	Pe0678	Ribeirão	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0538	Flores	Alg. mocó	Sertão	Pe0679	Sirinhaem	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0539	S. José Belmonte	Alg. herbáceo	Sertão	Pe0680	Sirinhaem	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0540	S. José Belmonte	Alg. mocó	Sertão	Pe0681	Ipojuca	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0541	Salgueiro	Alg. mocó	Sertão	Pe0682	Cabo	<i>G. barbadense</i>	Zona da Mata

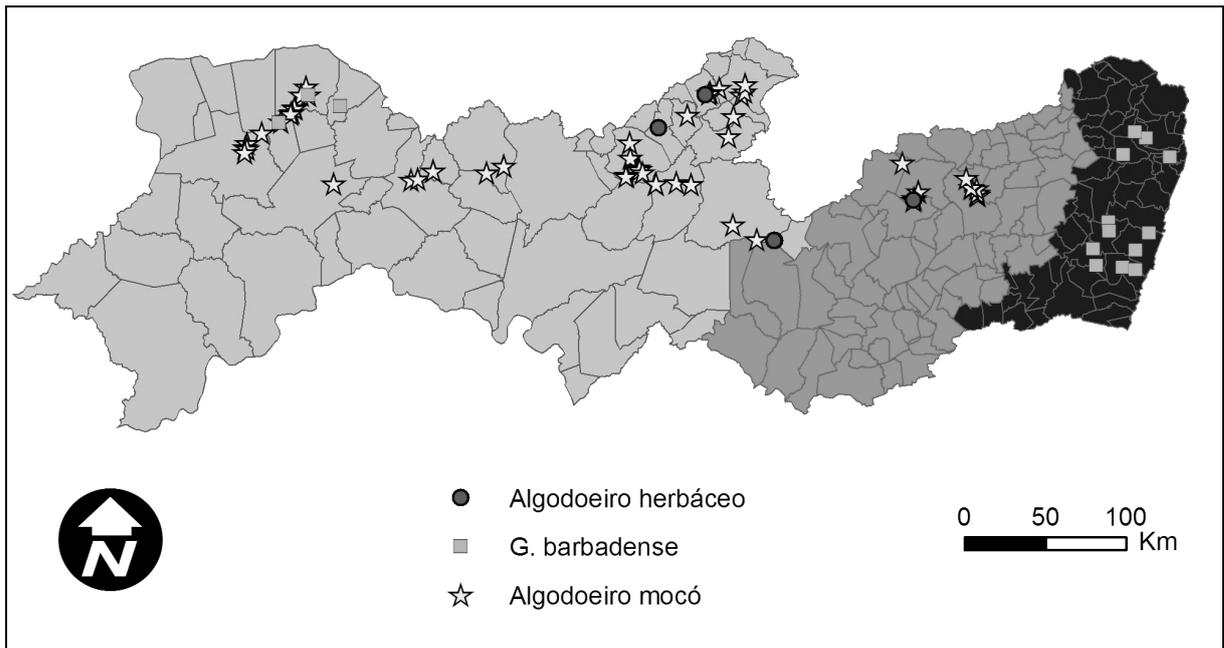


Figura 1. Localização geográfica espacial das espécies do gênero *Gossypium*, nos municípios do Estado de Pernambuco.

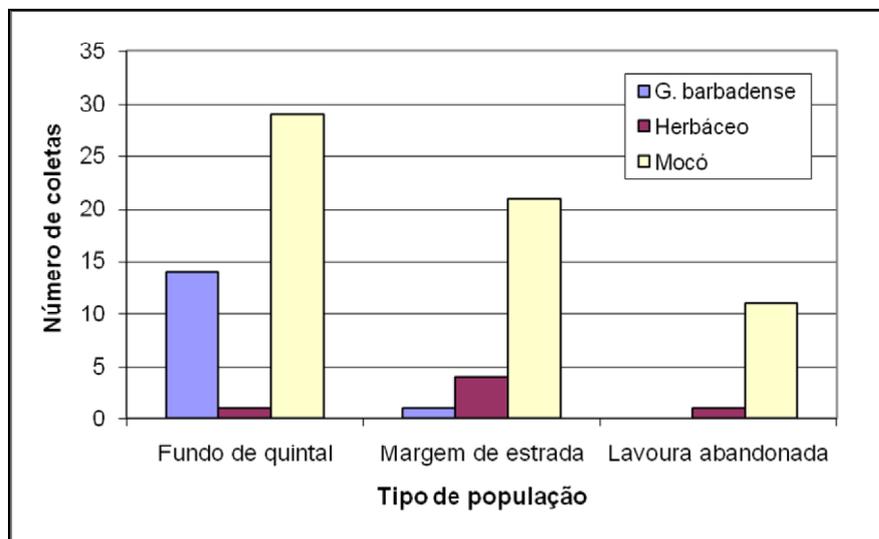


Figura 2. Número de coletas do gênero *Gossypium*, segundo a espécie e o tipo de população.

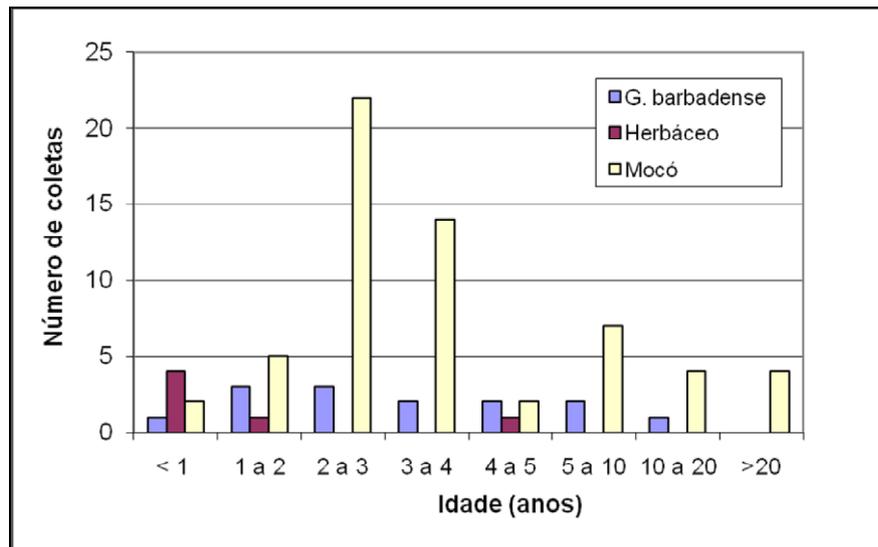


Figura 3. Número de coletas do gênero *Gossypium*, segundo a espécie e a idade declarada.

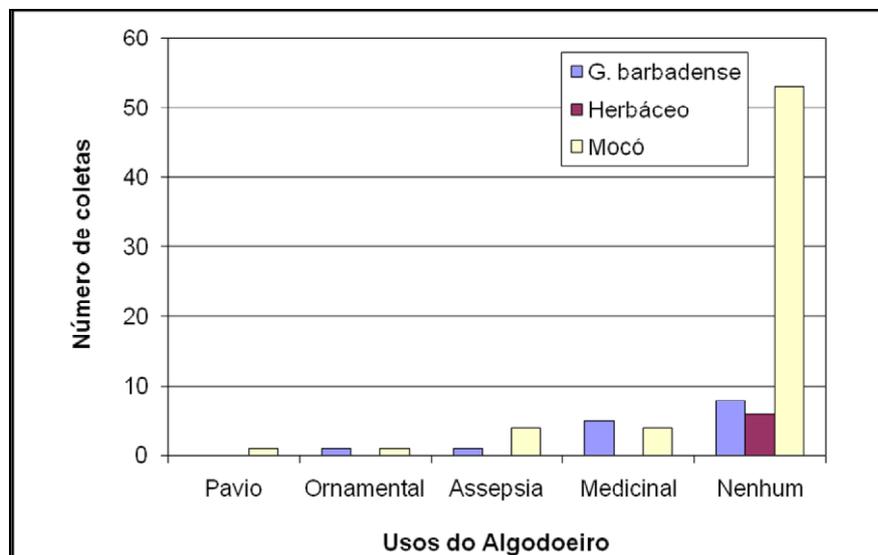


Figura 4. Usos das espécies de *Gossypium* e seu respectivo número de coletas.

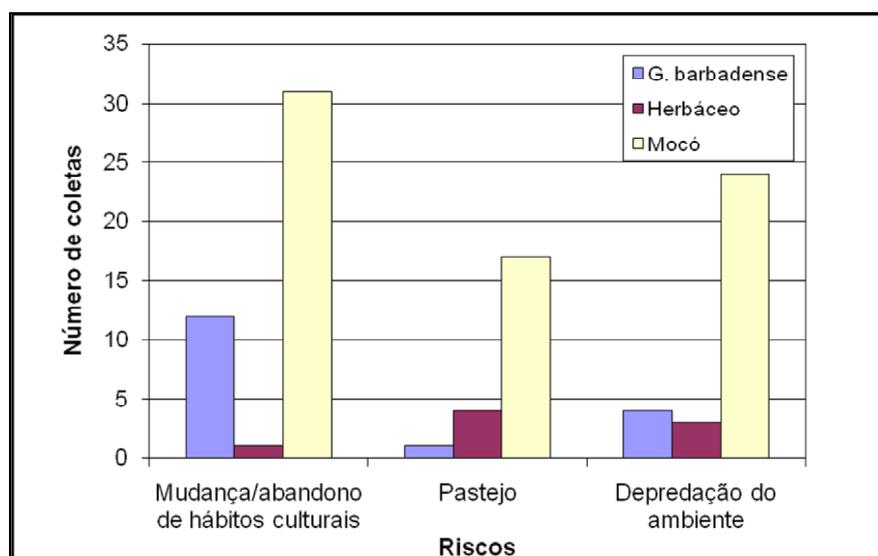


Figura 5. Riscos possíveis dos ambientes de coleta por espécie do gênero *Gossypium*, e o número de coletas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. C. de. **Caracterização genética e *in situ* de *Gossypium barbadense* na região Norte do Brasil.** 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte.

BARROSO, P. A. V.; COSTA, J. N. da; CIAMPI, A. Y.; RANGEL, L. E. P.; HOFFMANN, L.V. **Caracterização *in situ* de populações de *G. barbadense* do Estado do Mato Grosso.** Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2005. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 244). 8p.

BRAGA SOBRINHO, R.; FREIRE, E. C. **Distribuição dos algodoeiros no Nordeste do Brasil.** Campina Grande: Embrapa - CNPA, 1983. (Embrapa Algodão. Documentos, 19). 38p.

CONAB. **Quinto levantamento da safra 2007/2008, Fevereiro/08.** Disponível em www.conab.gov.br. Acesso em 29/02/2008.

COSTA, J. N. da; VIDAL NETO, F. das C.; BARROSO, P. A. V.; ARAÚJO, G. P. de; SANTOS, C. B. dos; BORGES, F. R. M. Prospecção e caracterização *in situ* de populações de espécies do gênero *Gossypium*, nativas ou naturalizadas no Estado de Sergipe. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Embrapa-MG29, 2007. p. 1-7.

FREIRE, E. C.; MOREIRA, J. A. N.; MIRANDA, A. R.; PERCIVAL, P. E.; STEWART, J. M. **Identificação de novos sítios de ocorrência de *Gossypium mustelinum* no Brasil.** Campina Grande: Embrapa - CNPA, 1990. (Pesquisa em Andamento). 7 p.

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

FREIRE, E. C. **Distribuição, coleta, uso e preservação das espécies silvestres de algodão no Brasil**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2000. (Embrapa Algodão. Documentos, 78). 22p.

MOREIRA, J. A. N.; BELTRÃO, N. E. M; FREIRE, E. C. **Organografia do algodoeiro mocó e sua relação com o crescimento e a produção**. Campina Grande, PB, Embrapa - CNPA, 1994. 66p.

NEVES, O.S.; GRIDI-PAPP, I.L.; CAVALERI, P.A.; SILVA, N.M.; SHIMIDT, W.; CORRÊA, D.M. Distribuição geográfica atual dos algodoeiros perenes no Brasil – Primeiro levantamento parcial. **Bragantia**, Campinas, v. 27, p. 437-475, 1968.

PEARSE, A. S. **Brazilian Cotton**. [S. l.: s.n], 1921. 231p.

ULLOA, M.; STEWART, J. McD.; GARCIA-C, E. A.; GODOY-A, S.; GAYTAN-M, A.; ACOSTA-N, S. Cotton genetic resources in the western states of Mexico: *in situ* conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Baulder, v.53, p.653-668, 2006.

VELOSO, U. D. **Esboço histórico da Estação Experimental de Surubim Pernambuco**. Recife, 1978. 43p.

VIDAL NETO, F. das C.; COSTA, J. N. da; BARROSO, P. A. V.; BORGES, F. R. M.; SANTOS, C. B. dos; ARAÚJO, G. P. de. Coleta e caracterização *in situ* de populações de espécies do gênero *Gossypium*, nativas ou naturalizadas no Estado de Alagoas. In: Congresso

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

Brasileiro do Algodão, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Embrapa-MG34, 2007. p. 1-7.

CAPÍTULO III

Diversidade genética de espécies de *Gossypium* no Estado de Pernambuco

Artigo a ser submetido para publicação na Revista Bragantia.

DIVERSIDADE GENÉTICA DE ESPÉCIES DE *Gossypium* NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Carla Sibere Nogueira Ribeiro¹; Edson Ferreira da Silva²; Lúcia Vieira Hoffmann³; Paulo Augusto Vianna Barroso⁴.

¹Bióloga, Mestranda em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas” da UFRPE, Bolsista do CNPq. E-mail: carlasibere@gmail.com

²Biólogo, DSc. Professor Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: edson@db.ufrpe.br

³Engenheira Agrônoma, DSc. Pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande-PB. E-mail: hoff@cnpa.embrapa.br

⁴Engenheiro Agrônomo, DSc. Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande-PB. E-mail: pbarroso@cnpa.embrapa.br

RESUMO

A caracterização da diversidade e estrutura genética das populações naturais ou naturalizadas de espécies cultivadas fornece subsídios para conservação dos recursos genéticos. Neste sentido, os marcadores moleculares microssatélites tem sido bastante utilizados como metodologia de genotipagem. Este trabalho objetivou caracterizar a variabilidade e estrutura genética de acessos de algodoeiro em Pernambuco, por meio de marcadores microssatélites. Avaliaram-se 72 acessos, das espécies *Gossypium hirsutum* e *G. barbadense*, coletados em 29 municípios do Sertão, Agreste e Zona da Mata. As frequências alélicas, a heterozigozidade e as estatísticas de Nei foram estimadas pelos programas GDA e FSTAT. A distância entre genótipos foi calculada pelo programa MICROSAT e os genótipos foram agrupados segundo Neighbor Joining. Quinze pares de *primers* SSR amplificaram 16 locos, gerando um total de 62 alelos dos quais 21 foram alelos exclusivos. A heterozigozidade média esperada (H_e), que correspondem a diversidade genética, foi 0,321, tendo sido mais alta para o algodoeiro mocó (0,481). Considerando-se os três biomas estudados, no Sertão, local em que predominou algodoeiro mocó, o valor de H_e foi maior (0,548). O coeficiente de endogamia média foi de 0,806, tendo sido mais alto em *G. barbadense* (0,968). A proporção da diversidade genética entre os tipos de algodoeiro e entre as regiões foram de 0,457 e 0,307, respectivamente. O

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

agrupamento revelou um híbrido interespecífico entre *G. barbadense* e *G. hirsutum* (Pe 05 53). Há elevada diversidade genética do gênero *Gossypium in situ* no Estado de Pernambuco, devendo-se preservar estes acessos em bancos de germoplasma *ex situ*.

Palavras-chave: algodoeiro, microssatélites, recursos genéticos.

GENETIC DIVERSITY IN SPECIES OF *Gossypium* GENUS ON PERNAMBUCO STATE

The characterization of the diversity and the genetic structure of nature or natured populations of cultivated species give support for genetic resource conservation. On this way, the microsatellites markers have been used in order to obtain the genotype fingerprinting. The objective of this work was to characterize the variability and genetic structure of cotton accesses from Pernambuco state by microsatellites markers. Seventy two *G. hirsutum* and *G. barbadense* accesses of species collected on 29 counties of Sertão, Agreste and Zona da Mata regions were evaluated. The allelic frequencies, heterozygosity and Nei's statistical were estimated by GDA and FSTAT program. The genetic distance among genotypes was estimated by MICROSAT program and the genotypes were grouped according Neighbor Joining. Fifteen SSR *primers* pairs amplified 16 loci which presented 62 alleles, among these 21 were exclusive alleles. The average of expected heterozygosity (H_e), which correspond to the genetic diversity was 0.321, it was highest for moco cotton (0.481). For the three studied biomes on the Sertão, where was mostly predominant of the moco cotton, the H_e had highest value, 0.548. The average of inbreeding index was 0.806, highest for *G. barbadense* (0.968). The diversity among kid of cottons and among regions was 0.457 and 0.307, respectively. It was observed an interspecific hybrid between *G. barbadense* e *G. hirsutum* (Pe 05 53). There is higher genetic diversity in *Gossypium* genus *in situ* on Pernambuco state and its conservation in germoplams bank *ex situ* is the best option.

Key words: cotton, microsatelites, genetic resource.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*G. hirsutum* L. var. *latifolium*) encontra-se entre as dez maiores fontes de riqueza, no setor agropecuário do Brasil (HOOGERHEIDE et al., 2007), e é uma das culturas que mais apresentou transformações em seu sistema de cultivo nos últimos 20 anos (SILVA FILHO, 2007).

No Estado de Pernambuco, o cultivo do algodoeiro iniciou-se com a espécie *G. barbadense*, posteriormente os produtores a substituíram por algodoeiros mocós (*G. hirsutum* r. *marie galante*) e herbáceos (*G. hirsutum* r. *latifolium*). Após várias décadas de cultivo, a introdução do inseto-praga bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) conduziu a cultura a gradativo processo de redução da área, culminando com o quase desaparecimento de lavouras comerciais no início dos anos 90 (MOREIRA et al., 1994). Algodoeiros pertencentes às duas espécies estão distribuídos no Estado de Pernambuco em fundos de quintal, em lavouras abandonadas e em margens de estradas (RIBEIRO, 2008).

Acredita-se que tais algodoeiros sejam importantes fontes de variabilidade genética e que esteja ocorrendo uma gradual diminuição do número de indivíduos a campo. Dada a impossibilidade de conservação de todos os materiais *in situ* e *ex situ*, é preciso determinar como a variabilidade genética está estruturada entre e dentro de espécies e de regiões, visando estabelecer prioridades para a manutenção. O estudo da diversidade pode ser realizado usando diferentes metodologias. A mais comum na atualidade, é realizada com auxílio de marcadores moleculares, dentre estes se destacam os marcadores SSR ou microssatélites. Várias pesquisas utilizando tais marcadores têm sido realizadas em populações naturais, incluindo espécies de algodoeiro (WENDEL et al., 1994; BATISTA, 2005; ALMEIDA, 2007, LACAPE et al., 2007). A disponibilidade e abundância desses marcadores ao longo do genoma, sua natureza polimórfica, co-dominância e multialelismo tornam os microssatélites bastante apropriados ao estudo da diversidade genética e no planejamento de estratégias de conservação de remanescentes do gênero *Gossypium*.

O Estado de Pernambuco possui três Regiões com biomas bastante distintos, em decorrência das diferenças de índices pluviométricos e definições de estações de chuvas, que são Zona da Mata, Agreste e Sertão. A Zona da Mata apresenta altos índices pluviométricos e estações chuvosas bem definidas e em termos de agricultura predomina o cultivo de cana-de-açúcar. Já no Agreste, e principalmente, no Sertão os índices pluviométricos são irregulares, predominando-se culturas de subsistência. Tais particularidades das três regiões podem interferir na estrutura e distribuição da variabilidade genética de *Gossypium*.

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar a variabilidade e a estrutura genética de 72 acessos de *G. hirsutum* e *G. barbadense* provenientes do Agreste, Sertão e Zona da Mata de Pernambuco, por meio de marcadores microssatélites, visando a fornecer subsídios para a adequada preservação do germoplasma, em condições *ex situ* e *in situ*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados referentes à caracterização molecular foram obtidos no Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Algodão (CNPQ), em Campina Grande – PB, utilizando-se marcadores microssatélites, a partir de amostras de sementes de plantas coletadas *in situ*.

A coleta do material vegetal para esta pesquisa foi realizada em viagens de prospecção, realizada por pesquisadores da Embrapa Algodão e da UFRPE, em 2005 e 2006, abrangendo 29 municípios situados nas regiões do Sertão, Zona da Mata e Agreste do Estado de Pernambuco (Tabela 1). Para o estudo da variabilidade genética foram utilizados 72 acessos. As sementes coletadas *in situ* foram plantadas em condições controladas de casa de vegetação para a obtenção de folhas jovens, que foram utilizadas na extração do DNA.

O DNA foi purificado segundo o método CTAB (VIDAL et al., 2003), com pequenas modificações: Ao invés de adicionar 600 µL de clorofórmio-álcool isoamílico 24:1 (CIA) uma vez, adicionou-se duas vezes e, não foi realizada a adição de 60 µL de solução 10% CTAB, 1,4M NaCl (solução gelatinosa de precipitação). A estimativa da concentração, da

qualidade e da integridade do DNA foi realizada por eletroforese em gel de agarose 0,8% (p/v), tamponado com TBE (89 mM de Tris, 2 mM de EDTA, 89 mM de borato de sódio, pH 8,3), pela comparação com quantidades conhecidas de DNA fago λ íntegro. Após ser corado com Sybr Gold (2 mg/mL), o DNA foi visualizado em transluminador sob luz ultravioleta (UV).

No estudo da diversidade foram empregados 15 pares de *primer* (Tabela 2), os quais foram desenvolvidos no *Brookhaven National Laboratory* e no CIRAD (LIU et al., 2000; NGUYEN et. al., 2004). A escolha dos *primers* foi realizada após serem testados um conjunto de 41 pares, em acessos de algodoeiros herbáceos, mocós e *G. barbadense* L. Os critérios usados na escolha foram o polimorfismo, ausência de bandas inespecíficas, padrão de alelos que permitisse a fácil e segura genotipagem, localização no genoma e maior conteúdo de informação genética por loco.

As reações de PCR foram realizadas em um volume total de 20 μ L. Cada reação continha tampão PCR (10mM de Tris-HCl, pH 8,3, 50mM de KCl e 0,1% de Triton X-100), 0,2mM de dNTP, 1 unidade Taq DNA polimerase, 0,4mM de cada par de primer, água e 20 a 25ng de DNA genômico. Adicionou-se cloreto de magnésio em quantidade adequada ao par de primer, variando de 2,0 a 3,5mM. Estes componentes foram adicionados de acordo com LIU et al., (2000).

Para as reações de amplificação dos marcadores gerados com os *primers* BNL utilizou-se programa tipo *touch down*, constando de desnaturação inicial a 95°C por 2 minutos, seguido por 10 ciclos iniciais de 94°C por 15 seg, anelamento inicialmente a 65°C por 30 seg, reduzindo 1°C a cada ciclo, e uma extensão a 72°C por 1 minuto. Este ciclo foi repetido 35 vezes com a temperatura de anelamento de 55°C. Ao final, realizou-se uma extensão final a 75°C por 6 minutos (LIU et al., 2000). As reações PCR usando os *primers* Cir foram realizadas de acordo com o seguinte programa: desnaturação inicial a 94°C por 5 minutos, seguido de 35 ciclos com a temperatura de desnaturação a 94°C por 30 segundos,

temperatura de anelamento de acordo com cada par de primer (50°C, 51°C ou 55°C) por 1 minuto e extensão a 72°C por 1 minuto. Seguiu-se extensão final a 72°C por 8 minutos (NGUYEN et. al., 2004). Antes de aplicar a reação, adicionou-se 10 µL de tampão de carregamento (formamida 95%, 10 mM de EDTA e 0,05% de azul de bromofenol, 0,05% de xileno cianol) e aqueceu-se em desnaturador a 95°C por 5 minutos.

Os produtos de amplificação foram submetidos à eletroforese em gel denaturante de poliacrilamida 6% contendo 7M de uréia e corados com nitrato de prata, de acordo com procedimento descrito por CRESTE et al. (2001).

A diversidade genética foi estimada de acordo com NEI (1977). As frequências alélicas, o número de alelos por loco (A), a heterozigozidade observada (H_o) e esperada (H_e) e as estatísticas de Nei (H_T , H_S , D_{ST} , G_{ST} e G_{IS}), foram estimadas utilizando os programas GDA (LEWIS e ZAYKIN, 2000) e FSTAT (GOUDET, 2001). Duas análises da estrutura genética foram realizadas, uma considerando o tipo de algodoeiro e outra de acordo com as microrregiões em que as plantas foram coletadas.

A distância entre os pares de genótipos foi calculada com base na proporção de alelos comuns (BOWCOCK et al., 1994), usando o programa MICROSAT (MINCH, 1998) e os genótipos foram agrupados segundo o método Neighbor Joining (SAITOU e NEI, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 15 pares de *primers* polimórficos amplificaram 16 locos SSR. Apenas um loco foi monomórfico, tendo sido observado 94% de locos polimórficos considerando todos os algodoeiros. Perfis de amplificação dos *primers* BNL1434, Cir249 e Cir085b estão ilustrados na Figura 1. Foram amplificados 62 alelos no total, havendo 34 alelos presentes em *G. barbadense*, 25 em algodoeiro herbáceo e 56 em algodoeiro mocó. Os locos mais polimórficos foram os gerados pelos *primers* BNL1434, BNL1705 e CIR148, com 6 alelos cada. O número médio de alelos por loco foi 2,5, sendo mais elevado em algodoeiros mocós

(3,6), intermediário para *G. barbadense* (2,2) e mais baixo em algodoeiros herbáceos (1,6). Estas estimativas são compatíveis com outros estudos realizados com algodoeiros brasileiros (BATISTA, 2005; BERTINI et al., 2006; ALMEIDA, 2007).

Considerando-se três diferentes tipos de algodoeiro (mocó, herbáceo e *G. barbadense*) identificaram-se 21 alelos exclusivos (Tabela 3). O algodoeiro com maior número de alelos exclusivos foi o mocó, com 15 alelos, seguida por *G. barbadense* com 5 alelos exclusivos e por algodoeiros herbáceos com apenas um alelo. A maioria dos alelos exclusivos ocorreu em baixas frequências. Porém, os locos CIR203 e BNL3255 apresentaram alelos exclusivos de *G. barbadense* em frequências muito elevadas (100% e 96,7%, respectivamente). Estes alelos podem ser usados para a distinção molecular entre *G. barbadense* e *G. hirsutum*. Também identificaram-se alelos que ocorreram em baixa frequência, exclusivamente em uma das três regiões estudadas, conforme mostra a Tabela 3.

A heterozigosidade média esperada (H_e), que representa a diversidade genética, foi de 0,321 para *Gossypium* no Estado de Pernambuco (Tabela 4). Entre os três tipos de algodoeiros distribuídos no Estado, o mocó apresentou a maior diversidade ($H_e = 0,481$), seguido *G. barbadense* e os algodoeiros herbáceos com 0,269 e 0,214, respectivamente. O algodoeiro mocó possui contribuições genéticas de todos os algodoeiros que ocorrem no Brasil, incluindo algodoeiros herbáceos, *G. barbadense* e do único algodoeiro nativo do país, *Gossypium mustelinum* (FREIRE e MOREIRA, 1991; MOREIRA et al., 1995; FREIRE et al., 1998). Para os demais algodoeiros (herbáceos e *G. barbadenses*), as estimativas de diversidade genética foram similares às obtidas para *G. barbadense* coletados na região norte do País (ALMEIDA, 2007).

Os algodoeiros cultivados são classificados como portadores de sistema reprodutivo misto, em que as sementes são formadas por fecundações cruzadas e/ou autofecundações. Porém, de acordo com o nível de endogamia e a taxa aparente de fecundação cruzada, *G. barbadense* e os algodoeiros herbáceos presentes em Pernambuco se reproduzem,

basicamente, por autofecundações (Tabela 4). Segundo ALMEIDA (2007), a reprodução predominantemente por autofecundação em *G. barbadense* não pode ser explicada pela anatomia das flores de *G. barbadense*, grandes e com características muito atrativas a insetos polinizadores, ou pela existência de mecanismos que favoreçam a autofecundação. As causas mais prováveis são a manutenção das plantas em baixa densidade geográfica, o pequeno número de plantas mantidas em cada localidade e a presença de barreiras físicas que impedem a livre circulação dos polinizadores (ALMEIDA, 2007; RIBEIRO, 2008). Para os algodoeiros herbáceos, a anatomia floral, particularmente a presença do estigma da mesma altura ou pouco acima das anteras, favorece a ocorrência de taxas de cruzamentos mais baixas em relação aos outros algodoeiros que ocorrem no Brasil. Porém, as taxas verificadas estão abaixo das relatadas na literatura (FREIRE et al., 2002; BARROSO et al., 2005a e b), sendo provável que fatores como o distanciamento entre pontos de ocorrência e a pequena variabilidade existente entre plantas presentes em cada ponto amostral sejam as causas da elevada endogamia verificada. As estimativas de endogamia e de taxa aparente de fecundação cruzada para os algodoeiros mocós também indicam elevados índices de autofecundação. Contudo, em menor intensidade que os algodoeiros herbáceos e *G. barbadenses*, provavelmente, por possuir maior capacidade de realizar cruzamentos (MANGUEIRA, 1971; QUEIROGA et al., 1993).

Verifica-se que a diversidade genética total entre os tipos de algodoeiros foi alta, $G_{ST}=0,457$ (Tabela 6), resultados que concordam com o elevado número de alelos exclusivos observados e por parte destes alelos ocorrerem com frequências elevadas. Segundo as estimativas de distância genética (NEI, 1977) apresentadas na Tabela 7, *G. barbadense* está mais relacionado com os algodoeiros mocós, provavelmente em função do maior nível de trocas genéticas ocorridas durante a longa simpatria entre estes. A diversidade genética entre regiões também foi elevada ($G_{ST}=0,307$) devido à presença exclusiva de *G. barbadense* na

Zona da Mata, evidenciada pelas distâncias genéticas entre os algodoeiros presentes em cada região.

A partir da análise dos algodoeiros classificados de acordo com a região, também foi possível identificar que todos os *G. barbadense* coletados na Zona da Mata foram homozigotos (Tabela 5). Portanto, a pequena proporção de heterozigotos nesta espécie (Tabela 4) foi observada nos acessos coletados no Sertão, onde as condições de isolamento sexual eram menos severas. Apesar de serem apenas três tipos de algodoeiros, os acessos do Sertão contribuíram ao aumento do número de locos polimórficos, o número de alelos por loco e a diversidade genética. Por meio das análises de agrupamento de cada um dos indivíduos incluídos neste estudo, verificou-se um grupo formado por todos os acessos de *G. barbadense* (identificado pela letra C na Figura 2), à exceção de PE0553. Este indivíduo se agrupou de modo intermediário entre os algodoeiros mocós e *G. barbadense*, indicando ser um possível descendente do cruzamento entre estes dois algodoeiros. A observação dos alelos presentes em cada loco permitiu verificar a presença de alelos característicos de algodoeiros mocós em homozigose e heterozigose (dados não mostrados). Os dois outros exemplares de *G. barbadense* provenientes do Sertão foram similares aos genótipos coletados na Zona da Mata, tanto na análise de agrupamento quanto nos alelos que possuíam.

A conservação *in situ* de *G. barbadense* pode ser mais facilmente executada na Zona da Mata devido à elevada diversidade presente na região e à maior quantidade de genótipos sendo mantidos em fundos de quintal. Conforme já descrito em outros trabalhos (RIBEIRO, 2008; BARROSO et al., 2005c; ALMEIDA, 2007), a adequada conservação de *G. barbadense* somente ocorrerá caso os usos associados à espécie sejam preservados, principalmente como planta medicinal. Com a popularização da assistência médica e a melhoria dos serviços prestados às populações de renda mais baixa, principais responsáveis pela manutenção da espécie, está em curso uma diminuição da quantidade de plantas preservadas *in situ*. Dadas as dificuldades de manutenção *in situ* de *G. barbadense* existentes

em Pernambuco, o modo mais adequado para a conservação da variabilidade é por meio da coleta e introdução em coleções de germoplasma *ex situ*.

Situação similar ocorre com os algodoeiros mocós. Segundo RIBEIRO (2008), eles são encontrados em beiras de estradas, em lavouras abandonadas e em fundos de quintal. Quando em fundos de quintal, seus usos e riscos são os mesmos descritos para *G. barbadense* e, portanto, deve-se priorizar a conservação *ex situ*. No caso de lavouras abandonadas e de plantas em margens de estradas, RIBEIRO (2008) alertou que a quantidade de plantas está em declínio e que a conservação somente pode ser realizada apropriadamente caso seja realizada *ex situ*. Sugere-se que novas expedições para coleta sejam realizadas às regiões do Sertão e do Agreste. Para uma conservação *in situ* deve-se priorizar a região do Sertão, que possui maior diversidade e maior número de plantas. Porém, a dificuldade em conscientizar a população, inviabiliza uma adequada conservação *in situ*.

Os algodoeiros herbáceos dispersos em Pernambuco ocorrem em pequena quantidade e só foram encontrados nas margens de estradas (RIBEIRO, 2008). O algodoeiro mocó não possui diversidade armazenada em bancos de germoplasma, já os algodoeiros herbáceos foram produzidos em programas de melhoramento. Logo, a sua variabilidade proveio de bancos de germoplasma. Portanto, os algodoeiros herbáceos têm pouca importância, para a manutenção *in situ* ou para o enriquecimento de coleções *ex situ*.

A hibridação interespecífica natural entre algodoeiros arbóreos cultivados no semi-árido nordestino foi verificada por meio de características morfológicas e foi relativamente freqüente no período em que diferentes tipos de algodoeiros foram cultivados lado a lado (NEVES et al., 1968; BOULANGER, 1980; FREIRE e MOREIRA, 1991).

Os dados históricos sobre a hibridação e a constatação de um híbrido interespecífico natural neste trabalho (Pe 05 53) indicam que a simpatria entre algodoeiros pode resultar em fluxo gênico. O impacto deste fluxo gênico dependerá de vários fatores, como a existência de populações importantes sobre o ponto de vista genético e ecológico, das características

adaptativas que podem ser adicionadas e da intensidade com que o fluxo gênico ocorre (ELLSTRAND, 2003; BARROSO e FREIRE, 2003; JOHNSTON et al., 2006). Na atualidade, o principal temor em relação ao fluxo gênico diz respeito à transferência de transgenes a partir de cultivares geneticamente modificadas. A probabilidade de que ocorra fluxo gênico via pólen diretamente de lavouras transgênicas para algodoeiros mocós e *G. barbadense* em Pernambuco é remota, visto que a quase toda pequena área cultivada com algodoeiro herbáceo no Estado (menos de 3.300ha em 2006, segundo o IBGE) é realizada com sementes convencionais distribuídas por órgãos vinculados ao governo do Estado. A maior probabilidade de dispersão de sementes ocorre durante o transporte de caroços para ser usado na alimentação animal. Na Zona da Mata, principal local em que *G. barbadense* foi encontrado, não foi observado algodoeiros herbáceos. Embora o fluxo gênico com transgenes possa acrescentar um novo componente à difícil manutenção *in situ* de algodoeiros mocós em Pernambuco, sua magnitude será pequena e os principais problemas enfrentados continuarão a ser de cunho ambiental e social, não relacionados ao fluxo gênico.

CONCLUSÕES

A elevada diversidade genética do gênero *Gossypium*, mantida *in situ* no Estado de Pernambuco, valida a importância da conservação *ex situ* deste germoplasma;

O Sertão e a Zona da Mata são as regiões preferenciais para a conservação de algodoeiros mocós e *G. barbadense*, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Algodão e ao CNPq pelo incentivo e apoio financeiro.

Tabela 1. Descrição dos 72 acessos do gênero *Gossypium*, utilizados na caracterização molecular, segundo a espécie e o bioma

Acesso	Espécie	Bioma	Acesso	Espécie	Bioma
Pe0501	Alg. mocó	Agreste	Pe0541	Alg. mocó	Sertão
Pe0503	Alg. mocó	Agreste	Pe0542	<i>G.barbadense</i>	Sertão
Pe0504	Alg. mocó	Agreste	Pe0543	Alg. mocó	Sertão
Pe0505	Alg. mocó	Agreste	Pe0544	<i>G.barbadense</i>	Sertão
Pe0506	Alg. mocó	Agreste	Pe0545	Alg. mocó	Sertão
Pe0507	Alg. mocó	Agreste	Pe0548	Alg. mocó	Sertão
Pe0508	Alg. mocó	Agreste	Pe0549	Alg. mocó	Sertão
Pe0509	Alg. mocó	Agreste	Pe0550	Alg. mocó	Sertão
Pe0510	Alg. mocó	Agreste	Pe0552	Alg. mocó	Sertão
Pe0511	Alg. mocó	Agreste	Pe0553	<i>G.barbadense</i>	Sertão
Pe0512	Alg. mocó	Agreste	Pe0554	Alg. mocó	Sertão
Pe0513	Alg. mocó	Agreste	Pe0555	Alg. mocó	Sertão
Pe0514	Alg. mocó	Agreste	Pe0556	Alg. mocó	Sertão
Pe0515	Alg. mocó	Agreste	Pe0557	Alg. mocó	Sertão
Pe0516	Alg. herbáceo	Agreste	Pe0558	Alg. mocó	Sertão
Pe0517	Alg. herbáceo	Sertão	Pe0560	Alg. mocó	Sertão
Pe0518	Alg. herbáceo	Sertão	Pe0561	Alg. mocó	Sertão
Pe0520	Alg. mocó	Sertão	Pe0562	Alg. mocó	Sertão
Pe0521	Alg. mocó	Sertão	Pe0563	Alg. mocó	Sertão
Pe0522	Alg. mocó	Sertão	Pe0564	Alg. mocó	Sertão
Pe0523	Alg. mocó	Sertão	Pe0565	Alg. mocó	Sertão
Pe0524	Alg. mocó	Sertão	Pe0566	Alg. mocó	Sertão
Pe0525	Alg. mocó	Sertão	Pe0569	Alg. mocó	Sertão
Pe0526	Alg. mocó	Sertão	Pe0570	Alg. mocó	Sertão
Pe0527	Alg. mocó	Sertão	Pe0671	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0528	Alg. mocó	Sertão	Pe0672	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0529	Alg. herbáceo	Sertão	Pe0673	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0530	Alg. mocó	Sertão	Pe0674	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0531	Alg. herbáceo	Sertão	Pe0675	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0532	Alg. mocó	Sertão	Pe0676	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0535	Alg. mocó	Sertão	Pe0677	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0536	Alg. mocó	Sertão	Pe0678	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0537	Alg. mocó	Sertão	Pe0679	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0538	Alg. mocó	Sertão	Pe0680	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0539	Alg. mocó	Sertão	Pe0681	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata
Pe0540	Alg. mocó	Sertão	Pe0682	<i>G.barbadense</i>	Zona da Mata

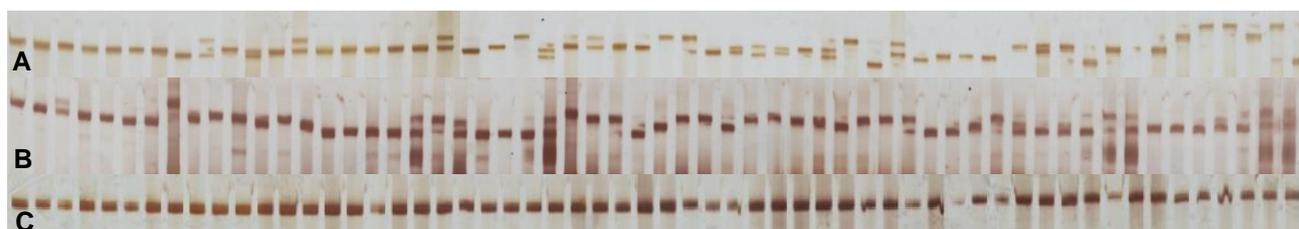


Figura 1. Perfis de três géis de poliacrilamida, revelando locos de microssatélites com as espécies de algodoeiro: Mocó, herbáceo e *G. barbadense*. A) BNL1434, com seis alelos por loco. B) Cir246, com três alelos por loco. C) Cir085b, com 1 alelo por loco.

Tabela 2. Descrição dos pares de *primers* utilizados para amplificar marcadores moleculares em algodoeiro

Primer	Cromossomo	Motivo	Primer	Cromossomo	Motivo
BNL1434	2	AG13	Cir249	4	CA8N3AT7
BNL3103	25	TC14	Cir085	26	AC7
BNL2960	10	GA10	Cir148	12	TG8
BNL3398	3	AC18 + AT5	Cir203	6	TG11N1TGS
BNL3084	D03	GA12	Cir062	5	AC7
BNL3255	4	GC6ATAC14	Cir212	3	TG20
BNL1705	D02	AG27	Cir373	5	AC9
BNL3835	12	TG18			

Tabela 3. Alelos exclusivos segundo o loco, o tipo de algodoeiro e a região

Locos	Número do alelo exclusivo	Frequência segundo a espécie	Espécie	Frequência segundo a região	Região
BNL3835	4	0,240	Alg. mocó	-	-
BNL1434	3	0,250	Alg. mocó	-	-
BNL1434	5	0,020	Alg. mocó	0,024	Sertão
BNL1705	5	0,135	Alg. mocó	-	-
BNL1705	6	0,019	Alg. mocó	0,022	Sertão
BNL2960	4	0,071	<i>G. barbadense</i>	0,083	Zona da Mata
BNL3255	3	0,306	Alg. mocó	-	-
BNL3255	4	0,061	Alg. mocó	-	-
BNL3255	5	0,967	<i>G. barbadense</i>	-	-
Cir062	1	0,020	Alg. mocó	0,022	Sertão
Cir085a	2	0,019	Alg. mocó	0,022	Sertão
Cir085a	4	0,019	Alg. mocó	0,022	Sertão
Cir148	1	0,200	Alg. herbáceo	0,067	Agreste
Cir148	3	0,608	Alg. mocó	-	-
Cir148	5	0,137	Alg. mocó	-	-
Cir148	6	0,067	<i>G. barbadense</i>	0,023	Sertão
Cir203	3	0,112	Alg. mocó	-	-
Cir203	4	1,000	<i>G. barbadense</i>	-	-
Cir212	1	0,267	<i>G. barbadense</i>	0,333	Zona da Mata
Cir373	3	0,140	Alg. mocó	-	-
Cir373	4	0,030	Alg. mocó	-	-

Tabela 4. Heterozigosidade observada (H_0), heterozigosidade esperada (H_e), coeficiente de endogamia intrapopulacional (F_{IS}) e taxa aparente de cruzamento (t), segundo o tipo de algodoeiro

População	Nº médio Indivíduos*	% locos Polimórficos	Alelos por loco	Alelos polimórficos por loco**	H_0	H_e	F_{IS}	T
<i>G. barbadense</i>	14,93	75	2,2	2,50	0,009	0,269	0,968	0,016
Alg. herbáceo	4,93	50	1,6	2,12	0,030	0,214	0,877	0,066
Alg. mocó	50,73	94	3,6	3,67	0,150	0,481	0,689	0,184
Média	23,53	94***	2,5	2,76	0,063	0,321	0,806	

* Média de genótipos amplificados

** Considera apenas os locos polimórficos

Considera o total de *primersTabela 5.** Resumo das análises dos algodoeiros segundo o bioma, demonstrando (H_0) heterozigosidade observada, (H_e) heterozigosidade esperada e (F_{IS}) coeficiente de endogamia intrapopulacional

População	Nº médio Indivíduos*	% locos Polimórficos	Alelos por loco	Alelos polimórficos por loco**	H_0	H_e	F_{IS}
Sertão	43,73	94	3,87	3,87	0,123	0,548	0,777
Zona da Mata	12,00	44	1,60	2,28	0,000	0,221	1,000
Agreste	14,86	88	3,06	3,21	0,174	0,444	0,616
Média	23,53	94	2,84	3,12	0,099	0,404	0,759

* Média de genótipos amplificados

** Considera apenas os locos polimórficos

Tabela 6. Diversidade total (H_T), divergência genética dentro das populações (H_S), divergência entre as populações (D_{ST}), proporção da diversidade total que está entre as populações (G_{ST}) e coeficiente de endogamia intrapopulacional (G_{IS}) em análises considerando as três espécies do gênero *Gossypium* e as três regiões consideradas

População	H_T	H_S	D_{ST}	G_{ST}	G_{IS}
Espécies	0,586	0,318	0,268	0,457	0,814
Biomias	0,586	0,406	0,180	0,307	0,761

Tabela 7. Distância genética entre algodoeiros classificados de acordo com o tipo do algodoeiro (acima da diagonal) e a microrregião em que foram coletados (abaixo da diagonal)

	<i>G. barbadense</i>	Alg. Herbáceo	Alg. mocó
<i>G. barbadense</i>			
Alg. herbáceo	1,424		
Alg. mocó	0,864	0,546	
	Sertão	Zona da Mata	Agreste
Sertão	-		
Zona da Mata	0,811	-	
Agreste	0,052	0,989	-

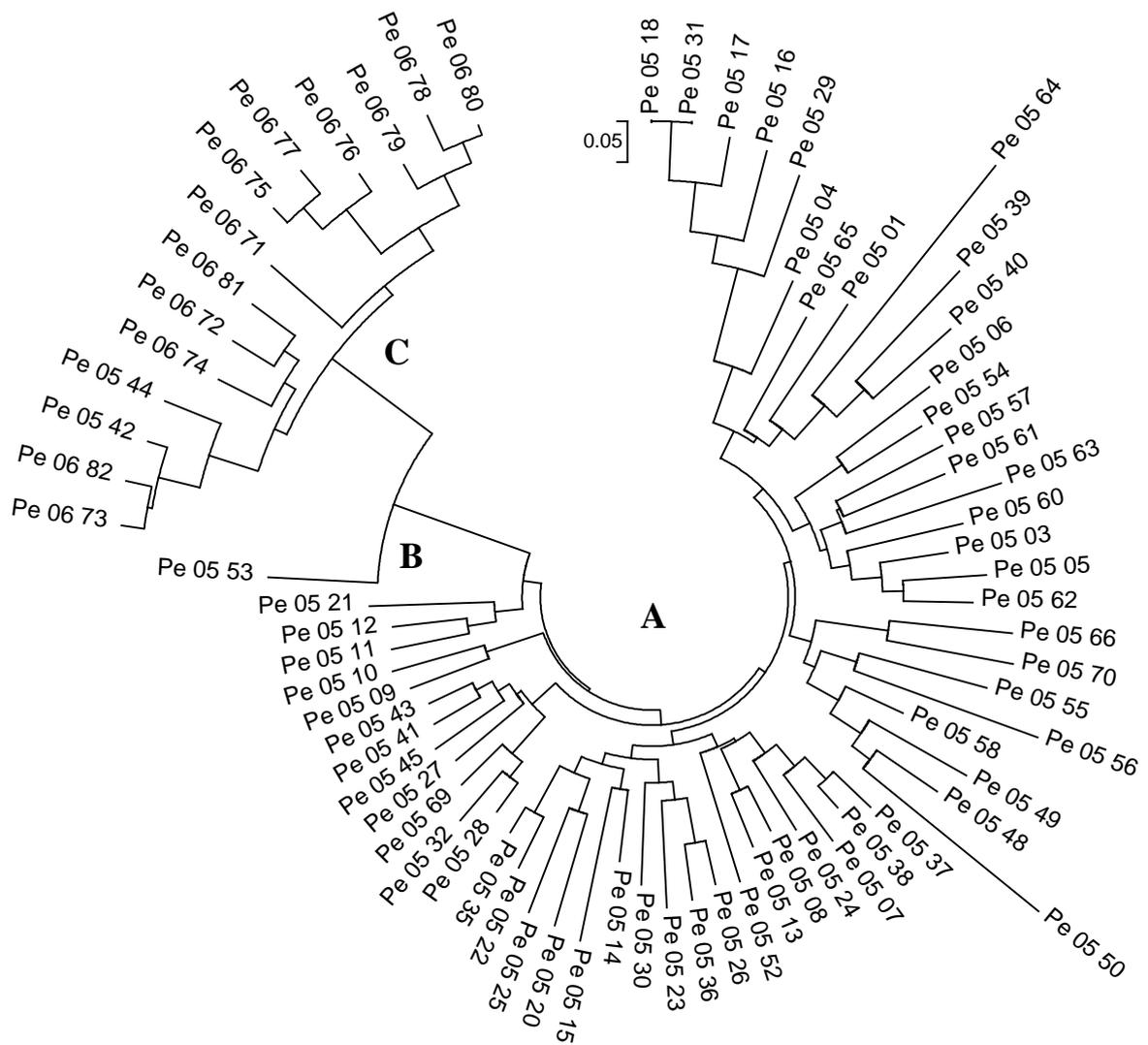


Figura 2. Padrão de estruturação genética de 72 acessos de *Gossypium* do Estado de Pernambuco, determinado pelo agrupamento Neighbor-joining, com base nas distâncias genéticas de Saitou e Nei (1987). A) Grupo da espécie *G. hirsutum*. B) Acesso Pe 05 53, possível híbrido interespecífico. C) Grupo da espécie *G. barbadense*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. C. de. **Caracterização genética e *in situ* de *Gossypium barbadense* na região Norte do Brasil**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte.

BARROSO, P. A. V.; FREIRE, E. C. Fluxo gênico em algodão no Brasil. *In*: PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R. **Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas: o algodão resistente a insetos como estudo de caso**. Brasília, Embrapa Cenargen. 2003. p.163-193.

BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V.; MORELLO, C. de L.; MIRANDA, J. E.; FREIRE, E. C.; BEZERRA, W.; FERNANDES, J. I. Contenção do cruzamento entre genótipos de algodão por barreiras I - Estado de Goiás. *In*: Congresso Brasileiro de Algodão,5., 2005a, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa-252, 2005a. p. 1-7.

BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V.; BRUNETTA, P.; BRUNETTA, E.; FREIRE, E. C.; BATISTA, C. E. de A.; COSTA NETO, I. Contenção do cruzamento entre genótipos de algodão por barreiras II- Estado do Mato Grosso. *In*: Congresso Brasileiro de Algodão,5., 2005b, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa-253, 2005b. p. 1-7.

BARROSO, P. A. V.; COSTA, J. N. da; CIAMPI, A. Y.; RANGEL, L. E. P.; HOFFMANN, L.V. **Caracterização *in situ* de populações de *G. barbadense* do Estado do Mato Grosso**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2005c. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 244). 8p.

BATISTA, C. E. A. **Conservação, diversidade e estrutura genética de populações de *Gossypium mustelinum* presentes no semi-árido Nordeste**. 2005. 54f. Monografia

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

(Graduação em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba.

BERTINI, C. H. C. de M.; SCHUSSTER, I.; SEDIYAMA, T.; BARROS, E. G. de.; MOREIRA, M. A. Characterization and genetic diversity analysis of cotton cultivars using microsatellites. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 29, n. 2, p. 321-329, 2006.

BOWCOCK, A. M.; RUIZ-LINARES, A.; TOMFOHRDE, J.; MINCH, E.; KIDD, J. R.; CAVALLI-SFORZA, L. L. High resolution of human evolution with polymorphic microsatellites. **Nature**, London, v. 368, p. 455-457, 1994.

BOULANGER, J. **Seleção do algodoeiro no nordeste do Brasil em 1978, a zona semi-árida**. Recife:SUDENE,1980. 156p.

CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; SILVA, S. O.; FIGUEIRA, A. Detection of single sequence repeat polymorphisms in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. **Plant Molecular Biology Reporter**, Athens, v.19, p. 299-306, 2001.

ELLSTRAND, N. C. Current knowledge of gene flow in plants: implications for transgene flow. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 358, p. 1163-1170, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área cultivada com algodoeiro herbáceo no Estado de Pernambuco em 2006. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2006.

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

JOHNSTON, J. A.; MALLORY-SMITH, C.; BRUBAKER, C. L.; GANDARA, F.; ARAGÃO, F. J. L.; BARROSO, P. A. V.; QUANG, V. D.; CARVALHO, L. P. de; KAGEYAMA, P.; CIAMPI, A. Y.; FUZATTO, M.; CIRINO, V. and FREIRE, E. C. Assessing gene flow from Bt cotton in Brazil and its possible consequences. In: HILBECK et al. (eds.) **Environmental risk assessment of genetically modified organisms**, v.2, Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil. Brasília. CAB International, 2006, p. 261-299.

FREIRE, E. C.; BARROSO, P. A. V.; PENNA, J. C. V.; BORÉM, A. Fluxo gênico: Análise do caso de algodão no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, DF, n. 29, p. 104-113, 2002.

FREIRE, E. C.; MOREIRA, J. A. N.; SANTOS, J. W.; ANDRADE, F. P. Relações taxonômicas entre os algodoeiros mocó e *Gossypium mustelinum* do Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.10, p.1555-1561,1998.

FREIRE, E.C.; MOREIRA, J.de A. N. Relações genéticas entre algodoeiro mocó e diferentes espécies de raças de algodoeiro. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.14, n.2,393-411,1991.

GOUDET, J. **FSTAT: a program to estimate and test gene diversities and fixation indices** (Software). Version 2.9.3, 2001. <http://www.unil.ch/izea/software/fstat.html>.

HOGERHEID, E. S. S.; VENCOSKY, R.; FARIAS, F. J. C.; ARANTES, E. M.; E. C. FREIRE. Análise de trilha das características tecnológicas e produtividade da fibra de algodão. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 4., 2007, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: CBMP 038, 2007. p. 1-3.

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

LACAPE, J. M.; DESSAUW, D.; RAJAB, M.; NOYER, J.L.; HAU, B. Microsatellite diversity in tetraploid *Gossypium* germoplasm: assembling a highly informative genotyping set of cotton SSRs. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v.19, p. 45-58, 2007.

LEWIS, P.; ZAYKIN, D. **Genetic data analysis: computer program for the analyses of allelic data**, (Software). Version 1.0 (d12), 2000. <http://alleyn.eeg.uconn.edu/gda>.

LIU, S.; CANTRELL, R. G.; McCARTY, J. C. Jr.; STEWART, J. McD. Simple Sequence Repeat-based assessment of genetic diversity in cotton race stock accessions. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 1459-1469, 2000.

MANGUEIRA, O. B. **Taxa de alogamia na cultura do algodoeiro "Mocó" (*Gossypium hirsutum* L. var. *marie-galante* Hutch)**. Recife: IPA, 1971. (IPA. Boletim Técnico, 50). 22p.

MINCH, E. **MICROSAT**. Version 1.5. University of Standford, 1998.

MOREIRA, J. A. N.; BELTRÃO, N. E. M; FREIRE, E. C. **Organografia do algodoeiro mocó e sua relação com o crescimento e a produção**. Campina Grande, PB, Embrapa - CNPA, 1994. 66p.

MOREIRA, J. A. N.; FREIRE, E. C.; SANTOS, J. W.; VIEIRA, R. M . Use Of Numerical Taxonomy To Compare Moco Cotton With Other Cotton Species And Races. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 18, n. 1, p. 99-103, 1995.

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America**, Washigton, US, v. 70, n. 12, p. 3321-3323, 1973.

NEI, M. F-statistic and analysis of gene diversity in subdivided populations. **Annals of Human Genetics**, London, v. 41, p. 225-233, 1977.

NEVES, O. S.; GRIDI-PAPP, I. L.; CAVALERI, P. A.; SILVA, N. M.; SHIMIDT, W.; CORRÊA, D.M. Distribuição geográfica atual dos algodoeiros perenes no Brasil – Primeiro levantamento parcial. **Bragantia**, Campinas, v. 27, p. 437-475, 1968.

NGUYEN, T. B.; GIBAND, M.; BROTTIER, P.; RISTERUCCI, A. M.; LACAPE, J. M. Wide coverage of the tetraploid cotton genome using newly developed microsatellite markers. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.109, p.167-175, 2004.

QUEIROGA, V. de P.; MENEZES NETO, J.; MATOS, V. P. Determinação da taxa de dispersão do pólen, em algodoeiro arbóreo, com o uso do azul de metileno. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 40, n. 230, p. 413-417, 1993.

RIBEIRO, C. S. N. **Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium* do Estado de Pernambuco**. 2008. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Melhoramento Genético de Plantas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

SAITOU, N.; NEI, M. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. **Molecular Biology and Evolution**, Chicago, v. 4, p. 406-425, 1987.

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

SILVA FILHO, J. L. da; PEDROSA, M. B.; SANTOS, J. B. dos. **Pesquisas com algodoeiro no Estado da Bahia - Safra 2005/2006**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2007. (Embrapa Algodão. Documentos, 164). 172p.

VIDAL, M. S.; COUTINHO, T. de C.; HOFFMANN, L.V. **Comparação entre protocolos de extração de DNA de algodão para emprego em ensaios com marcadores moleculares**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2003. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 74). 5p.

WENDEL, J. F.; ROWLEY, R.; STEWART, J. McD. Genetic diversity in and phylogenetic relationships of the Brazilian endemic cotton, *Gossypium mustelinum* (Malvaceae). **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 192, p. 49-59. 1994.

CAPÍTULO IV

Caracterização e variabilidade morfológica de população naturalizada de *Gossypium*

Artigo a ser submetido para publicação na Revista Bragantia.

CARACTERIZAÇÃO E VARIABILIDADE MORFOLÓGICA DE POPULAÇÃO NATURALIZADA DE *Gossypium*

Carla Sibere Nogueira Ribeiro¹; Edson Ferreira da Silva²; Gildo Pereira de Araújo³; Francisco das Chagas Vidal Neto⁴; Paulo Augusto Vianna Barroso⁵.

¹Bióloga, Mestranda em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas” da UFRPE, Bolsista do CNPq. E-mail: carlasibere@gmail.com

²Biólogo, DSc. Professor Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: edson@db.ufrpe.br

³Biólogo, Assistente de Operações I da Embrapa Algodão. E-mail: gildo@cnpa.embrapa.br

⁴Engenheiro Agrônomo, DSc. Pesquisador da Embrapa Algodão. E-mail: vidal@cnpa.embrapa.br

⁵Engenheiro Agrônomo, DSc. Pesquisador da Embrapa Algodão. E-mail: pbarroso@cnpa.embrapa.br

RESUMO

O estudo da diversidade morfológica de genótipos de *Gossypium* é essencial para a utilização do germoplasma em programas de melhoramento. Objetivou-se caracterizar acessos de *G. hirsutum* e *G. barbadense*, quanto a caracteres morfológicos e estimar a variabilidade genética existente. Avaliaram-se 72 acessos de algodoeiro, provenientes de coleta realizada no Estado de Pernambuco. O experimento foi conduzido em blocos aumentados de Federer e avaliou-se 38 caracteres morfológicos do algodoeiro e nove caracteres de fibra, analisadas pelo equipamento HVI (*High Volume Instrument*). Utilizou-se a distância euclidiana e, com o programa STATISTICA, obteve-se o dendograma, e análises de componentes principais. O agrupamento dos genótipos foi realizado pelo método Neighbor Joining (MEGA4). Dos três tipos de algodoeiros caracterizados, constatou-se maior diversidade morfológica nos acessos de algodoeiros mocós. Os acessos PE0553 (*G. barbadense*), PE0516 (algodoeiro herbáceo) e PE0524 (algodoeiro mocó) foram os mais divergentes morfológicamente, apresentando maior variabilidade nos descritores avaliados. A maioria dos acessos dos três tipos de algodoeiros revelaram índices satisfatórios de características intrínsecas de fibra, sendo que os algodoeiros herbáceos foram superiores em relação ao índice de uniformidade de fibra, reflectância, resistência e percentagem de fibra. A diversidade morfológica observada e os resultados

satisfatórios das características intrínsecas de fibra justificam a conservação dos acessos de *Gossypium* em bancos de germoplasma do algodoeiro, visando a utilização em programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: descritores, algodoeiro, tecnologia de fibra, diversidade.

**CARACTERIZATION AND VARIABILITY MORPHOLOGICAL OF
NATURALIZED *Gossypium* FROM PERNAMBUCO STATE**

ABSTRACT

The study of morphological diversity of *Gossypium* genotypes is fundamental in order to use the germoplasm in plant breeding programs. The aims of this work were to characterize accesses of *G. hirsutum* and *G. barbadense* about morphological characters and evaluate the genetic variability. There studied 72 cotton accesses collected on Pernambuco State. The experiment was designed on Augmented Blocks of Federer and 38 morphological characters and nine fiber characters were evaluated by HVI (*High Volume Instrument*). Euclidian distance was calculated by STATISTICA program gave the cluster and principal components analysis. The genotypes grouping was made by Neighbor Joining (MEGA4). Among the there cotton types characterized, the most diverse was moco cotton. The accesses PE0553 (*G. barbadense*), PE0516 (upland cotton) and PE0524 (moco cotton) were the most morphological divergent and showed highest variability for the characters evaluated. The majority of accesses of three types of cotton showed satisfactory indexes for intrinsic cotton fiber characteristics, and upland cotton presented the greater uniformity, reflectance, strength and percentage of fiber. The morphological diversity observed and the satisfactory results about fiber quality suggest it is important to maintain this germoplasm in order to use it on breeding programs.

Key words: descriptors, cotton, marks, fiber technology, diversity.

INTRODUÇÃO

O gênero *Gossypium* possui quatro espécies de algodoeiros cultivados, sendo duas alotetraplóides: *Gossypium hirsutum* L., *G. barbadense* L., e duas diplóides, *G. arboreum* L. e *G. herbaceum* L. (PENNA, 2005). No Brasil, os estudos têm se concentrado nas espécies alotetraplóides.

A espécie *G. hirsutum* é representada por duas raças: *G. hirsutum* r. *latifolium* e *G. hirsutum* r. *marie galante*. A primeira, denominada algodoeiro herbáceo, é nativa do México e foi introduzida no Brasil via Estados Unidos da América, e a segunda é conhecida como algodoeiro mocó, originária das Antilhas e foi trazida para o país pelos holandeses ou africanos, durante o período colonial (BARROSO et al., 2005). A espécie *G. barbadense* é endêmica na América do Sul e possui centro de origem no Norte do Peru e no Sul do Equador (BRUBAKER et al., 1999).

O algodoeiro possui a mais importante fibra têxtil no mundo e é a segunda maior fonte de óleo vegetal. O aperfeiçoamento da qualidade dos tecidos e o desenvolvimento de produtos com alta tecnologia têm sido bastante procurados pelas indústrias têxteis, exigindo melhorias constantes nas características da fibra; assim, os caracteres agronômicos de interesse do produtor, juntamente com as características tecnológicas da fibra do algodoeiro são objetos das seleções para o melhoramento (MACHADO et al., 2003).

O sucesso de qualquer programa de melhoramento ou de conservação depende do conhecimento da quantidade de variação presente na espécie de interesse. Caracteres morfológicos e agronômicos são bastante utilizados para a medição da diversidade genética em determinada população de indivíduos. O conhecimento da distância genética entre genótipos de uma população de interesse é importante para um programa de melhoramento genético, pois permite a avaliação dos genótipos e a utilização racional dos recursos genéticos disponíveis (NIENHUIS et al., 1993).

A manutenção adequada e caracterização do germoplasma contribuem para a prevenção de possíveis perdas genéticas, como as que podem acontecer durante as multiplicações dos acessos coletados ou em eventuais devastações por pragas e, possibilitam o estabelecimento dos sítios ou áreas de coletas que contenham maior variabilidade, auxiliando assim no planejamento de novas coletas.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar 72 acessos de *G. hirsutum* e *G. barbadense*, quanto a caracteres morfológicos e estimar a variabilidade genética existente para conservação em bancos de germoplasma.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados referentes à caracterização morfológica foram obtidos na Estação Experimental de Missão Velha, pertencente à Embrapa Algodão (CNPA), situada no Sítio Arraial, município de Missão Velha, sul do Estado do Ceará, que faz parte da Microrregião do Cariri e tem como coordenadas geográficas: latitude de 7°14'59'', longitude 39°08'35'' e altitude de 361m. Localizada no sopé da Chapada do Araripe, caracteriza-se pelo clima ameno, cujas temperaturas médias situam em torno de 32°C (máxima) e 27°C (mínima).

Foram caracterizados 72 acessos de algodoeiro (Tabela 1), provenientes de coleta realizada às regiões do Sertão, Agreste e Zona da Mata do Estado de Pernambuco, nos anos 2005/2006. O experimento foi conduzido sob o delineamento em blocos aumentados de Federer, utilizando-se como tratamentos comuns as cultivares: CNPA 5M, CNPA 7MH, BRS Cedro e o genótipo MT Marrom. As parcelas constaram de uma fileira de 7m, com espaçamento de 2m entre fileiras e densidade de uma planta por metro. O plantio se deu em fevereiro e as avaliações variaram de acordo com o ciclo dos acessos. O ensaio foi realizado na condição de sequeiro, com irrigação complementar nos períodos verânicos.

Avaliaram-se 38 caracteres morfológicos qualitativos da planta, folha, flor, fruto, semente e fibra, os descritores para algodoeiro foram selecionados com base nos descritores

instituídos pelo USDA (*United States Department of Agriculture*) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 2). As nove características tecnológicas de fibra foram avaliadas pelo equipamento HVI (*High Volume Instrument*) e compreenderam: comprimento, índice de uniformidade do comprimento, índice de fibras curtas, resistência, alongamento à ruptura, índice micronaire, reflectância, grau de amarelo e índice de consistência de fiação. Também foi avaliada a característica agrônômica percentagem de fibra.

As médias usadas em todas as análises foram ajustadas e a medida de dissimilaridade utilizada foi a Distância Euclidiana, calculada pela fórmula: $E_{ij} = \sqrt{\sum_k (x_{ki} - x_{kj})^2}$, em que E_{ij} (distância euclidiana entre os genótipos i e j), x_{ki} (média estandardizada do genótipo i no caráter k) e x_{kj} (média estandardizada do genótipo j no caráter k). A partir das distâncias euclidianas e com o auxílio do programa STATISTICA (STATISTICA, 2001), construiu-se o dendograma dos acessos a partir das características morfológicas. As análises de componentes principais de fibra foram estimadas também pelo programa STATISTICA, gerando gráficos box plot. O agrupamento dos genótipos foi feito segundo o método Neighbor Joining, pelo programa MEGA4 (TAMURA et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise dos 72 acessos de *Gossypium*, por meio dos 38 descritores qualitativos, pôde-se constatar a presença de variabilidade morfológica nos três tipos de algodoeiro. Verificou-se que os acessos da espécie *G. barbadense* obtiveram elevada variabilidade morfológica para a maioria dos caracteres avaliados (Tabela 3). Os descritores nectários da planta, pilosidade na face superior da folha, pilosidade na face inferior da folha, número de dentes das brácteas, comprimento dos dentes das brácteas, mancha nas pétalas, línter das sementes e cor do línter revelaram maior diversidade morfológica nos acessos de *G. barbadense*. Os genótipos PE0553, PE0672, PE0673, PE0677 e PE0682 apresentaram a

maior variabilidade encontrada, sendo o acesso PE0553 o mais polimórfico para todos os caracteres avaliados. Identificaram-se características monomórficas (dados não mostrados) nos acessos de *G. barbadense* para os descritores qualitativos: pilosidade do caule (glabro), coloração do caule (verde), cor da folha (verde), cor do pecíolo (verde), nectários da base das brácteas (presentes), cor da corola (sulfurina), posição das maçãs (isoladas), número de lojas dos frutos (3 lojas).

Com relação aos algodoeiros herbáceos, constatou-se que os genótipos de PE0516, PE0517 e PE0519 apresentaram características diferentes dos demais, porém, o acesso PE0516 foi o que se destacou, por apresentar maior quantidade de características divergentes. Os marcadores morfológicos conformação da planta, pilosidade do caule, comprimento dos dentes das brácteas, largura das brácteas, nectários internos das brácteas, número de lojas do fruto e cor do línter apresentaram maior variabilidade nas classes dos descritores analisados (Tabela 5). Vários caracteres morfológicos foram iguais (dados não mostrados) para os genótipos de algodoeiros herbáceos: cor do hipocótilo (roxo), coloração do caule (verde), densidade da folhagem (média), cor das nervuras (verde), cor do pecíolo (verde), nectários (presentes na nervura central), forma da folha (palmada), tamanho da folha (média), cor da corola (amarela), mancha nas pétalas (ausentes), posição do estigma em relação às anteras (acima), comprimento dos filetes (médios), cor do pólen (amarelo claro), distância entre frutos no ramo frutífero (normal), posição das maçãs (isoladas), formato dos frutos (ovalado), tipo de sementes (soltas), cor da fibra (branca) e retenção da pluma pela cápsula (normal).

Apenas seis descritores morfológicos não variaram para os acessos de algodoeiros mocós, a saber: cor da folha (verde), imbricação das pétalas (imbricadas), posição das maçãs (isoladas), tipo de semente (solta), cor da fibra (branca) e retenção da pluma pela cápsula (normal). Para os demais marcadores da caracterização (Tabela 4), verificaram-se elevada diversidade morfológica, os acessos PE0508, PE0509, PE0511, PE0520, PE0524, PE0525,

PE0550 e PE0570 apresentaram a partir de três características dissimilares, sendo PE0524 o genótipo caracterizado como diferente em cinco descritores.

Das três espécies avaliadas, constatou-se maior variabilidade morfológica nos acessos de algodoeiros mocós. Os genótipos PE0553, PE0516 e PE0524 de *G. barbadense*, algodoeiro herbáceo e algodoeiro mocó, respectivamente, mostraram-se bastante divergentes com relação às características morfológicas, revelando potencial para possíveis estudos em programas de hibridação do algodoeiro.

A literatura relata alguns trabalhos similares a esta pesquisa, com acessos de *G. barbadense* e algodoeiros mocós, realizados no Brasil (FREITAS et al., 1999; CARVALHO et al., 2003; SILVA, 2007) e no México (ULLOA, 2006). Porém, a maioria dos trabalhos de caracterização morfológica e de fibra do algodoeiro foram realizados com variedades da espécie *G. hirsutum* r. *latifolium* (COSTA et al., 2001; SUINAGA et al., 2005; CARVALHO et al., 2007; COSTA et al., 2007).

As características tecnológicas de fibra são essenciais na determinação da qualidade e potencialidade de um genótipo de algodoeiro. A utilização dos padrões internacionais de classificação, através do instrumento Alto Volume (*High Volume Instrument*), possibilita a rastreabilidade que o mercado requer. Os dados dos acessos avaliados estão apresentados nos gráficos box plot (Figuras 1 e 2).

Com relação ao comprimento de fibra (Figura 1A), verificou-se que os valores da mediana foram de 27mm para os algodoeiros herbáceos, 29,9mm para algodoeiros mocós e 29,8mm para acessos de *G. barbadense*. A norma ASTM D-4605 estipula que o padrão de comprimento para seleção de fibra é $> 27,5$ mm, constatando-se que os herbáceos não foram de acordo com o critério estabelecido. O índice de uniformidade do comprimento da fibra (Figura 1B) revelou medianas que variaram entre 82% (mocós), 81,5% (*G. barbadense*) e 85% (herbáceos). Os valores obtidos pelos acessos de mocó e *G. barbadense* foram considerados como regulares e a percentagem em herbáceos foi analisada como elevada,

indicando que os genótipos de algodoeiros herbáceos, possuem fibra homogênea. De acordo com FONSECA e SANTANA (2002), quanto maior o índice de uniformidade, menores são as perdas nos processos de fiação.

O índice de fibras curtas (Figura 1C) possui medianas que variaram entre 8% para herbáceos, 9,9% para mocós e 12,1% para *G. barbadense*, revelando valores regulares para os acessos de mocó e *G. barbadense*, e abaixo para os de herbáceo. Para a resistência de fibra (Figura 1D), verificou-se valores das medianas de 30,9gf/tex para os acessos de mocó, 33gf/tex para os de herbáceo e 29,9gf/tex para *G. barbadense*, que são considerados elevados, com base no padrão de seleção (>28 gf/tex). Para a característica de alongamento à ruptura (Figura 1E), obtiveram-se os valores 7,3% para herbáceos, 7,5% para mocós e 9,5% para os acessos de *G. barbadense*, valores considerados satisfatórios para os algodoeiros mocó e herbáceo, e muito elevado em *G. barbadense*, de acordo com o padrão (>7%). Resultados similares destas características intrínsecas de fibra foram verificados por SANTANA et al., (1994) e SANTANA et al., (2000).

Na Figura 2A, constatou-se que as medianas do índice micronaire variaram entre 3,9µg/pol em mocós, 4,8µg/pol em herbáceos a 4,5 µg/pol em *G. barbadenses*, resultados que permitem classificar os acessos de herbáceo e *G. barbadenses* como de finura média, e os de mocó como de fibra fina. As fibras que apresentam baixo valor de índice micronaire podem causar “neps” (emaranhados de fibras) nos fios e tecidos, comprometendo a sua qualidade (SESTREN e LIMA, 2007). Os valores da reflectância (Figura 2B) variaram entre 70,2%, para os acessos de *G. barbadense*, 75% para algodoeiros mocós, e 80,1% para os herbáceos, sendo considerados dentro do padrão (>70%), com destaque para os herbáceos, pois, quanto maior o grau de reflexão, mais branca será a fibra (FONSECA e SANTANA, 2002). Para o grau de amarelamento (Figura 2C) obteve-se os valores: 9,8% (acessos mocós), 9,3% (acessos herbáceos) e 12% (acessos de *G. barbadense*), desclassificando apenas os acessos de *G. barbadense* com base no padrão de seleção estabelecido (<10). Os índice de consistência de

fiação (Figura 2D) foram de 119,9, 131 e 148%, para os acessos de *G. barbadense*, mocó e herbáceo, respectivamente, atingindo o padrão normatizado (>100). Em geral, quanto maior o valor do índice de consistência de fiação, maior será a resistência do fio e melhor o poder de fiabilidade da fibra.

Para a característica agrônômica, percentagem de fibra, (Figura 2E), apenas os acessos de algodoeiros herbáceos alcançaram o valor padrão (>40%). Este resultado foi decorrente do intenso processo de melhoramento pelo qual foram submetidos e está de acordo com o trabalho realizado por Silva (2007), que avaliando acessos de *Gossypium* coletados em nove Estados do Brasil, constatou percentagens de fibra de 26, 31 e 43% para *G. barbadense*, mocós e herbáceos, respectivamente.

Os dados das distâncias médias entre os genótipos de *Gossypium* geraram um dendograma que separou os acessos em dois grupos (Figura 3). O primeiro grupo foi constituído pelos materiais de *G. hirsutum*, incluindo os algodoeiros herbáceos e os algodoeiros mocós (Figura 3A), neste grupo foi revelado um possível híbrido interespecífico, o acesso PE0520, que se agrupou isoladamente e próximo ao grupo dos acessos de *G. barbadense*. As cultivares de algodoeiro herbáceo (Cedro e 7MH) localizaram-se no subgrupo dos herbáceos, próximo ao acesso Pe0529. O segundo grupo (Figura 3B) mostrou a similaridade dos materiais da espécie *G. barbadense*. Entretanto, o acesso Pe0553 posicionou-se marginalmente entre os agrupamentos de *G. barbadense* e *G. hirsutum*, o que demonstra que este acesso, provavelmente, derivou de hibridação interespecífica, apresentando características intermediárias entre as duas espécies, fato confirmado por RIBEIRO (2008) na análise de agrupamento molecular.

A análise gráfica de componentes principais (Figura 4) revelou variabilidade genética, com a formação de três grupos: um identificado por genótipos de *G. hirsutum* r. *marie galante*, outro próximo a este reunindo acessos de *G. hirsutum* r. *latifolium*, e um terceiro, abrangendo os acessos da espécie *G. barbadense*. A distinção entre os dois primeiros grupos

demonstra que há diversidade morfológica dentro de *G. hirsutum*, pois mesmo pertencendo à mesma espécie, algodoeiros mocós e herbáceos possuem diferenças morfológicas em suas estruturas. No grupo dos acessos de *G. barbadense*, verificou-se que o acesso Pe0553 identificado como agrupamento marginal na Figura 3, foi confirmado como um híbrido interespecífico também no gráfico de PCA, por ter se posicionado mais próximo dos *G. hirsutum* (Figura 4).

Os resultados das análises morfológicas e das características intrínsecas de fibra indicam que os acessos de *G. hirsutum* e *G. barbadense* naturalizados possuem alta diversidade, devendo ser conservados em bancos de germoplasma *ex situ*, pois, podem conter alelos úteis para elevar os ganhos com seleção e/ou ampliar a base genética dos programas de melhoramento do algodoeiro.

CONCLUSÕES

Os marcadores morfológicos e de fibra revelaram diferenças entre *G. barbadense* e *G. hirsutum*, e algumas discriminações entre algodoeiros mocós e herbáceos;

A diversidade observada nos acessos de *Gossypium* justifica a sua conservação em bancos de germoplasma *ex situ* do algodoeiro, para futura utilização em programas de melhoramento genético.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Algodão e ao CNPq pelo incentivo e apoio financeiro.

Tabela 1. Identificação dos 72 acessos de *Gossypium* caracterizados morfológicamente e das testemunhas utilizadas

Acesso	Espécie	Acesso	Espécie	Acesso	Espécie
PE0501	Mocó	PE0528	Mocó	PE0556	Mocó
PE0503	Mocó	PE0529	Herbáceo	PE0558	Mocó
PE0505	Mocó	PE0530	Mocó	PE0559	Mocó
PE0506	Mocó	PE0531	Herbáceo	PE0560	Mocó
PE0507	Mocó	PE0532	Mocó	PE0561	Mocó
PE0508	Mocó	PE0535	Mocó	PE0562	Mocó
PE0509	Mocó	PE0536	Mocó	PE0569	Mocó
PE0510	Mocó	PE0537	Mocó	PE0570	Mocó
PE0511	Mocó	PE0538	Mocó	PE0671	<i>G.barbadense</i>
PE0512	Mocó	PE0539	Mocó	PE0672	<i>G.barbadense</i>
PE0513	Mocó	PE0540	Mocó	PE0673	<i>G.barbadense</i>
PE0514	Mocó	PE0541	Mocó	PE0674	<i>G.barbadense</i>
PE0515	Mocó	PE0542	Mocó	PE0675	<i>G.barbadense</i>
PE0516	Herbáceo	PE0543	Mocó	PE0676	<i>G.barbadense</i>
PE0517	Herbáceo	PE0544	Mocó	PE0677	<i>G.barbadense</i>
PE0518	Herbáceo	PE0545	Mocó	PE0678	<i>G.barbadense</i>
PE0519	Herbáceo	PE0546	Mocó	PE0679	<i>G.barbadense</i>
PE0520	Mocó	PE0548	Mocó	PE0680	<i>G.barbadense</i>
PE0521	Mocó	PE0549	Mocó	PE0681	<i>G.barbadense</i>
PE0522	Mocó	PE0550	Mocó	PE0682	<i>G.barbadense</i>
PE0523	Mocó	PE0552	Mocó	5M(Testemunha)	Mocó
PE0524	Mocó	PE0553	Mocó	7MH(Test)	Herbáceo
PE0525	Mocó	PE0554	Mocó	Cedro(Test)	Herbáceo
PE0527	Mocó	PE0555	Mocó	MTMarrom(Test)	<i>G.barbadense</i>

Tabela 2. Marcadores morfológicos avaliados, considerando-se 38 caracteres qualitativos

DESCRITORES/ CLASSES	DESCRITORES/ CLASSES
<i>Da planta</i>	21. Nectários internos nas brácteas
1. Conformação	Ausentes; Insipientes; Presentes
Cilíndrica; Cônica; Arredondada; Indefinida	22. Cor da corola
2. Pilosidade do caule	Creme; Amarela; Sulfurina; Amarela e ápice vermelho
Glabro; Pouco piloso; Piloso; Muito piloso	23. Mancha na pétala
3. Glandulação	Ausente; Insipiente; Fraca; Média; Forte
Ausente; Baixa; Normal; Elevada; Intensa	24. Imbricação da pétala
4. Cor do hipocótilo	Pouco imbricadas; Imbricadas; Muito imbricadas
Verde; Arroxeadado; Roxo	25. Comprimento da pétala
5. Coloração do caule	Curta; Média; Longa
Verde; Arroxeadado; Roxo	26. Posição do estigma em relação às anteras
6. Densidade	Abaixo; Mesma altura; Acima; Muito acima
Esparsa; Média; Densa	27. Comprimento dos filetes
7. Altura	Curto; Médio; Longo
<i>Da folha</i>	28. Cor do pólen
8. Número de lóbulos	Creme; Amarelo claro; Amarelo escuro; Laranja
Três; Cinco; Sete	<i>Do fruto</i>
9. Cor	29. Distância entre frutos no ramo frutífero
Verde; Arroxeadado; Roxo	Cluster; Semi-cluster; Normal; Longo; Muito longo
10. Cor das nervuras	30. Posição das maçãs
Incolor; Verde; Arroxeadado; Roxa	Isoladas; Agrupadas dois a dois
11. Cor do pecíolo	31. Formato
Incolor; Verde; Arroxeadado; Roxa	Redondo; Ovalado; Elíptico
12. Nectários	32. Número de lojas
Ausentes; Nervura central; Nervura central e lateral	33. Comprimento do pedúnculo
13. Forma	<i>Da semente</i>
Palmada; Semi-digitada; Digitada; Lanceolada	34. Tipo de semente
14. Tamanho	Solta; Rim fraco; Rim firme
Pequeno; Médio; Grande	35. Presença de línter
15. Pilosidade face superior da folha	Ausente; Esparso; Denso; Somente na extremidade; Aveludado
16. Pilosidade face inferior da folha	36. Cor do línter
<i>Da flor</i>	Branco; Verde; Marrom; Cinza
17. Número de dentes nas brácteas	<i>Da fibra</i>
Menor que 7; Entre sete e doze; Acima de doze	37. Cor
18. Comprimento do dente das brácteas	Branca; Bege; Marrom claro; Marrom escuro; Marrom avermelhado; Verde
Curto; Médio; Longo	38. Retenção da pluma pela cápsula
19. Largura das brácteas	Fraca; Norma; Forte
Estreita; Normal; Larga	
20. Nectários da base das brácteas	
Ausentes; Insipientes; Presentes	

Tabela 3. Caracterização morfológica dos acessos de *G. barbadense* e da testemunha MT Marrom, com base em descritores qualitativos

Descritor	Acessos de <i>G. barbadense</i>															
	MT MAR	PE 0542	PE 0544	PE 0553	PE 0671	PE 0672	PE 0673	PE 0674	PE 0675	PE 0676	PE 0677	PE 0678	PE 0679	PE 0680	PE 0681	PE 0682
CP	Côn	Ind	Ind	Côn	Ind	Côn	Côn	Ind	Ind	Ind	Côn	Arred	Ind	Ind	Ind	Ind
GP	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Elev	Norm	Baixa							
CH	Verde	Verde	Roxo	Roxo	Verde	Arrox	Roxo	Verde	Roxo	Verde						
DF	Densa	Média	Média	Média	Média	Média	Densa	Média	Média	Média	Densa	Média	Média	Média	Média	Média
NL	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco	Sete	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco	Cinco
CN	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Inc	Verde							
NP	Cen/La	Cen	Cen	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen	Cen/la
FF	Digit	Digit	Digit	Digit	Palm	Digit	Semi	Digit								
TF	Grand	Médio	Grand	Médio	Médio	Médio	Grand									
PFSF	Glab	Glab	Glab	Pouco	Glab	Glab	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Pouco	Glab	Glab
PFIF	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Glab	Glab	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Pouco	Glab	Glab
NDB	7<12	7<12	>7	7<12	7<12	7<12	>7	7<12	7<12	7<12	>7	>7	>7	7<12	>7	7<12
CDB	Longo	Médio	Longo	Médio	Longo	Médio	Longo	Longo	Longo	Longo	Médio	Longo	Médio	Longo	Longo	Médio
LB	Larga	Larga	Larga	Norm	Larga	Norm	Larga	Norm								
MP	Forte	Média	Ausen	Forte	Média	Forte	Média	Média	Forte	Fraca	Média	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte
IP	Muito	Imb	Muito	Muito	Muito	Muito	Muito	Muito	Imb	Imb	Muito	Muito	Muito	Muito	Imb	Imb
CP	Longa	Longa	Longa	Longa	Longa	Média	Longa	Longa	Longa	Longa	Média	Longa	Longa	Longa	Longa	Média
PE	Muito	Muito	Muito	Acima	Muito	Muito	Acima	Muito								
CF	Curto	Curto	Curto	Curto	Curto	Curto	Curto	Curto	Médio	Curto	Longo	Curto	Curto	Curto	Curto	Curto
CPO	Lar	Am	Lar													
DFR	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Longa	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm
FFR	Elípt	Elípt	Elípt	Oval	Elípt	Oval	Elípt	Elípt	Oval							
TS	Rfirm	Rfirm	Rfirm	Solta	Rfirm	Rfirm	Rfirm	Rfraco	Rfirm	Rfirm	Solta	Rfirm	Solta	Rfirm	Rfirm	Rfirm
LS	Extr	Extr	Ausen	Ausen	Extr	Extr	Extr	Ausen	Extr	Extr	Ausen	Extr	Ausen	Extr	Ausen	Extr
CL	Marr	Marr	Ausen	Ausen	Verde	Verde	Marr	Ausen	Verde	Marr	Ausen	Verde	Ausen	Marr	Ausen	Marr
CFI	Marr	Br														
RP	Fraca	Fraca	Fraca	Forte	Fraca	Norm	Fraca	Fraca	Fraca							

*Descritores com variação: CP(Conformação da planta), GP(Glandulação na planta), CH(Cor do hipocótilo), DF(Densidade da folhagem), NL(Número de lóbulos), CN(Cor das nervuras), NP(Nectários da planta), FF(Forma da folha), TF(Tamanho da folha), PFSF(Pilosidade na face superior da folha), PFIF(Pilosidade na face inferior da folha), NDB(Número de dentes das brácteas), CDB(Comprimento dos dentes das brácteas), LB(Largura das brácteas), MP(Mancha na pétala), IP(Imbricação da pétala), CP(Comprimento da pétala), PE(Posição do estigma), CF(Comprimento dos filetes), CPO(Cor do pólen), DFR (Distância entre frutos no ramo frutífero), FFR(Formato do fruto), TS(Tipo de semente), LS(Línter das sementes), CL(Cor do línter), CFI (Cor da fibra), RP(Retenção da pluma pela cápsula). **Características: Ind(Infefinida), Arred(Arredondada), Norm(Normal), Elev(Elevada), Arrox(Arroxeadado), Cen/la(Central e lateral) Cen(Central), Digit(Digitada), Palm(Palamada), Semi (Semi-digitada) Grand(Grande), Imb(Imbricada), Lar(Laranja), Am(Amarelo escuro), Elípt(Elíptico), Extr(Extremidade), Ausen(Ausente), Marr(Marrom), Br (Branca).

Tabela 4. Caracterização morfológica dos acessos da espécie *G. hirsutum* r. *marie galante* e da testemunha CNPA 5M, com base em descritores qualitativos

Descritor	Acessos de Algodoeiro Mocó															
	CNPA 5M	PE 0501	PE 0503	PE 0505	PE 0506	PE 0507	PE 0508	PE 0509	PE 0510	PE 0511	PE 0512	PE 0513	PE 0514	PE 0515	PE 0520	PE 0521
CP	Côn	Arred	Ind	Ind	Cil	Côn	Côn	Cil	Cil	Ind	Ind	Arred	Ind	Côn	Ind	Ind
PC	Pouco	Pouco	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Piloso	Pouco	Piloso	Piloso	Pouco	Glab	Glab	Glab	Pouco	Piloso
GP	Norm	Elev	Norm	Norm	Elev	Norm	Norm	Elev	Norm	Norm	Norm	Elev	Elev	Baixa	Norm	Norm
CH	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Verde	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo
CCA	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Arrox	Verde	Verde	Arrox	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
DF	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Densa	Média							
NL	Três	Três	Três	Cinco	Três	Três	Três	Cinco	Cinco	Cinco	Três	Cinco	Cinco	Sete	Cinco	Três
CN	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
CP	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Arrox	Verde								
NP	Cen	Cen	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen	Cen	Cen/la								
FF	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Digit	Semi	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm
TF	Média	Peq	Peq	Média	Média	Média	Peq	Média								
PFSF	Pouco	Glab	Pouco													
PFIF	Pouco	Glab	Glab	Glab	Glab	Glab	Pouco	Glab	Pouco	Pouco	Pouco	Glab	Glab	Pouco	Pouco	Pouco
NDB	7<12	<7	<7	7<12	<7	7<12	<7	<7	<7	7<12	7<12	7<12	7<12	<7	7<12	<7
CDB	Médio	Curto	Médio	Médio	Médio	Longo	Curto	Curto	Médio	Médio	Médio	Médio	Longo	Médio	Médio	Curto
LB	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Estr	Norm	Norm	Norm	Norm	Larga	Norm	Norm	Norm
NBB	Pres	Pres	Pres	Pres	Pres	Ausen	Pres	Pres	Pres	Pres	Pres	Ausen	Pres	Pres	Pres	Pres
NIB	Ausen	Pres	Ausen	Ausen	Pres	Ausen	Pres	Ausen	Ausen	Ausen	Pres	Ausen	Pres	Ausen	Pres	Ausen
CCO	Amar	Amar	Crem	Amar												
MPE	Forte	Fraca	Forte	Forte	Fraca	Média	Forte	Ausen	Forte	Forte	Média	Forte	Média	Média	Fraca	Média
CPE	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Longo	Médio	Curto						
PE	Acima	Acima	Acima	Muito	Acima	Acima	Muito	Muito	Acima	Mesma	Muito	Acima	Muito	Acima	Acima	Muito
CF	Longo	Médio	Longo	Médio	Médio	Médio	Longo	Médio	Médio	Longo	Longo	Longo	Longo	Médio	Longo	Médio
CPO	Am es	Am es	Am es	Am es	Am es	Am es	Am cl	Am es	Am es	Am cl	Am es	Am cl	Am es	Am es	Am es	Am cl
DFR	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Longa	Norm	Norm
FFR	Oval	Oval	Oval	Oval	Elípt	Elípt	Oval									
LS	Extr	Ausen	Ausen	Espar	Ausen	Ausen	Extr	Extr	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Extr	Ausen	Ausen	Ausen
CL	Marr	Ausen	Ausen	Verde	Ausen	Ausen	Marr	Marr	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Marr	Ausen	Ausen	Ausen

Tabela 4. (Continuação)...

Descritor	Acessos de Algodoeiro Mocó															
	PE 0522	PE 0523	PE 0524	PE 0525	PE 0527	PE 0528	PE 0530	PE 0532	PE 0535	PE 0536	PE 0537	PE 0538	PE 0539	PE 0540	PE 0541	PE 0543
CP	Ind	Ind	Ind	Côn	Côn	Cil	Ind	Ind	Ind	Côn	Ind	Ind	Cil	Côn	Ind	Cil
PC	Pouco	Glab	Pouco	Piloso	Pouco	Glab	Pouco	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Glab	Pouco	Glab	Pouco	Glab
GP	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Elev	Norm							
CH	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo
CCA	Verde	Verde	Arrox	Arrox	Verde											
DF	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Densa	Média							
NL	Cinco	Três	Três	Três	Sete	Três	Cinco	Três	Três	Três	Três	Três	Cinco	Três	Três	Três
CN	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Incolor	Verde	Verde	Verde
CP	Verde	Arrox	Verde	Incolor	Verde	Verde	Verde									
NP	Cen	Cen/la	Cen	Cen	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen
FF	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm
TF	Média	Média	Peq	Média												
PFSF	Glab	Glab	Glab	Glab	Glab	Glab	Pouco	Glab	Pouco	Glab	Glab	Glab	Glab	Glab	Pouco	Glab
PFIF	Glab	Glab	Glab	Pouco	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Glab	Pouco	Glab	Glab	Glab	Glab	Pouco	Pouco
NDB	7<12	7<12	7<12	<7	<7	7<12	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	7<12	<7
CDB	Longo	Médio	Médio	Curto	Médio	Longo	Médio									
LB	Norm	Norm	Norm	Estr	Norm	Larga	Norm									
NBB	Pres	Pres	Present	Ausen	Pres	Pres	Insip	Pres								
NIB	Pres	Pres	Ausen	Ausen	Ausen	Pres	Ausen	Pres	Pres	Pres	Ausen	Ausen	Pres	Pres	Pres	Pres
CCO	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar
MPE	Fraca	Forte	Média	Média	Forte	Forte	Fraca	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte	Média	Forte	Fraca	Forte
CPE	Médio	Médio	Curto	Médio	Médio	Médio	Médio	Longo	Médio							
PE	Acima	Muito	Mesma	Acima	Muito	Acima										
CF	Longo	Longo	Médio	Médio	Longo	Longo	Médio	Longo	Longo	Longo	Longo	Longo	Médio	Longo	Médio	Longo
CPO	Am es	Am es	Am cl	Am cl	Am cl	Am es	Am cl	Am es	Am es	Am cl	Am cl	Am cl	Am es	Am es	Am cl	Creme
DFR	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Longa	Norm
FFR	Oval	Oval	Oval	Oval	Oval	Red	Oval	Oval	Oval	Oval	Oval	Oval	Red	Oval	Oval	Oval
LS	Extr	Ausen	Extr	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Extr	Extr	Ausen	Espar	Ausen	Extr	Extr
CL	Verde	Ausen	Verde	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Marr	Marr	Ausen	Marr	Ausen	Marr	Verde

Tabela 4. (Continuação)...

Descritor	Acessos de Algodoeiro Mocó															
	PE 0545	PE 0546	PE 0548	PE 0549	PE 0550	PE 0552	PE 0554	PE 0555	PE 0556	PE 0558	PE 0559	PE 0560	PE 0561	PE 0562	PE 0569	PE 0570
CP	Ind	Côn	Ind	Ind	Ind	Arred	Arred	Ind	Côn	Cil	Ind	Arred	Côn	Ind	Ind	Arred
PC	Glab	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Pouco	Pouco	Glab	Glab	Pouco	Glab	Pouco	Pouco	Pouco	Glab	Pouco
GP	Norm	Norm	Elev	Norm	Norm	Baixa	Norm	Norm	Baixa	Baixa	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm
CH	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Roxo	Verde	Roxo
CCA	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
DF	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média
NL	Três	Três	Três	Três	Três	Três	Cinco	Cinco	Cinco	Três	Três	Cinco	Três	Três	Três	Sete
CN	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
CPC	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
NP	Cen	Cen	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen/la	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen	Cen/la	Cen/la
FF	Palm	Palm	Palm	Palm	Palm	Semi	Palm									
TF	Média	Média	Média	Média	Gran	Média	Peq	Média	Média							
PFSF	Glab	Glab	Glab	Glab	Pouco	Glab										
PFIF	Pouco	Glab	Glab	Pouco	Pilosa	Glab	Glab	Pouco	Glab	Pouco						
NDB	7<12	<7	<7	7<12	7<12	<7	7<12	7<12	<7	7<12	7<12	7<12	<7	<7	7<12	7<12
CDB	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Longo	Médio	Médio	Médio	Médio	Longo	Médio	Curto	Curto	Médio	Médio
LB	Norm	Norm	Estr	Norm												
NBB	Pres	Insip	Pres	Pres	Pres	Ausen	Pres	Ausen	Ausen	Pres						
NIB	Ausen	Ausen	Pres	Ausen	Pres	Pres	Pres	Pres	Ausen	Pres	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Ausen	Pres
CCO	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Amar	Crem	Amar						
MPE	Fraca	Fraca	Fraca	Média	Forte	Média	Forte	Forte	Forte	Média	Média	Fraca	Forte	Forte	Forte	Média
CPE	Médio	Médio	Médio	Médio	Curto	Médio	Médio	Médio	Longo	Médio						
PE	Acima	Acima	Acima	Acima	Muito	Acima	Muito	Acima	Muito	Acima	Acima	Muito	Muito	Muito	Muito	Muito
CF	Longo	Médio	Longo	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Longo	Médio	Médio	Médio	Longo	Longo	Médio	Médio
CPO	Am cl	Am es	Am cl	Am cl	Am cl	Am cl	Am es	Creme	Am es	Am es	Am cl	Am cl	Am cl	Am cl	Am es	Am es
DFR	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Norm	Longa
FFR	Oval	Oval	Red	Oval	Elípt	Oval	Elípt	Oval	Oval	Red						
LS	Ausen	Ausen	Ausen	Extr	Ausen	Ausen	Extr	Ausen								
CL	Ausen	Ausen	Ausen	Verde	Ausen	Ausen	Marr	Ausen								

*Descritores com variação: CP(Conformação da planta), PC(Pilosidade do caule), GP(Glandulação na planta), CH(Cor do hipocótilo), CCA(Coloração do caule) DF(Densidade da folhagem), NL(Número de lóbulos), CN(Cor das nervuras), CPC (Cor do pecíolo), NP(Nectários da planta), FF(Forma da folha), TF(Tamanho da folha), PFSF(Pilosidade na face superior da folha), PFIF(Pilosidade na face inferior da folha), NDB(Número de dentes das brácteas), CDB(Comprimento dos dentes das brácteas), LB(Largura das brácteas), NBB(Nectários da base das brácteas), NIB(Nectários internos das brácteas), CCO(Cor da corola), MPE(Mancha na pétala), CPE(Comprimento da pétala), PE(Posição do estigma), CF(Comprimento dos filetes), CPO(Cor do pólen), DFR (Distância entre frutos no ramo frutífero), FFR(Formato do fruto), LS(Línter das sementes), CL(Cor do línter). **Características: Ind(Infinita), Arred(Arredondada), Côn(Cônica), Cil(Cilíndrica), Pouco(Pouco pilosa), Glab(Glabra), Norm (Normal), Elev(Elevada), Estr(Estreita), Arroxo(Arroxado), Cen/la(Central e lateral) Cen(Central), Digit(Digitada), Palm(Palamada), Semi(Semi-digitada), Peq(Pequena), Pres(Presente), Ausen(Ausente), Insip(Insipiente), Amar(Amarela), Crem(Creme), Muito(Muito acima), Mesma(Mesma altura), Am es(Amarelo escuro), Am cl(Amarelo claro), Elípt(Elíptico), Extr(Somente na Extremidade), Marr(Marrom), Br (Branco).

Tabela 5. Caracterização morfológica dos acessos da espécie *G. hirsutum* r. *latifolium* e das testemunhas Cedro e 7MH , com base em descritores qualitativos

Descritor	Acessos de algodoeiro herbáceo							
	CEDRO	7MH	PE 0516	PE 0517	PE 0518	PE 0519	PE 0529	PE 0531
CP	Cônica	Cônica	Cilíndrica	Indefinida	Cônica	Cilíndrica	Cônica	Cilíndrica
PC	Piloso	Piloso	Piloso	Piloso	Pouco	Pouco	Piloso	Pouco
GP	Normal	Baixa	Baixa	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
NL	Cinco	Cinco	Sete	Cinco	Cinco	Três	Cinco	Cinco
CN	Verde	Verde	Arroxeadada	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
PFIF	Pilosa	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco	Pouco
NDB	7<12	7<12	7<12	7<12	7<12	7<12	7<12	>12
CDB	Longo	Médio	Longo	Médio	Longo	Médio	Longo	Longo
LB	Normal	Normal	Normal	Estreita	Normal	Normal	Larga	Estreita
NBB	Presentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Presentes
NIB	Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Ausentes
IP	Imbrincada	Imbrincada	Imbrincada	Pouco	Imbrincada	Imbrincada	Imbrincada	Imbrincada
CPE	Média	Média	Média	Média	Média	Curta	Média	Média
NLF	Quatro	Quatro	Quatro	Quatro	Cinco	Cinco	Quatro	Cinco
LS	Denso	Denso	Esparso	Denso	Denso	Denso	Denso	Denso
CL	Marrom	Marrom	Verde	Marrom	Marrom	Marrom	Branco	Marrom

*Descritores com variação: CP(Conformação da planta), PC(Pilosidade do caule), GP(Glandulação na planta), NL(Número de lóbulos), CN(Cor das nervuras), PFIF(Pilosidade na face inferior da folha), NDB(Número de dentes das brácteas), CDB(Comprimento dos dentes das brácteas), LB(Largura das brácteas), NBB(Nectários da base das brácteas), NIB(Nectários internos das brácteas), IP(Imbricação da pétala), CP(Comprimento da pétala), NLF(Número de lojas do fruto), LS(Línter da semente), CL(Cor do línter).

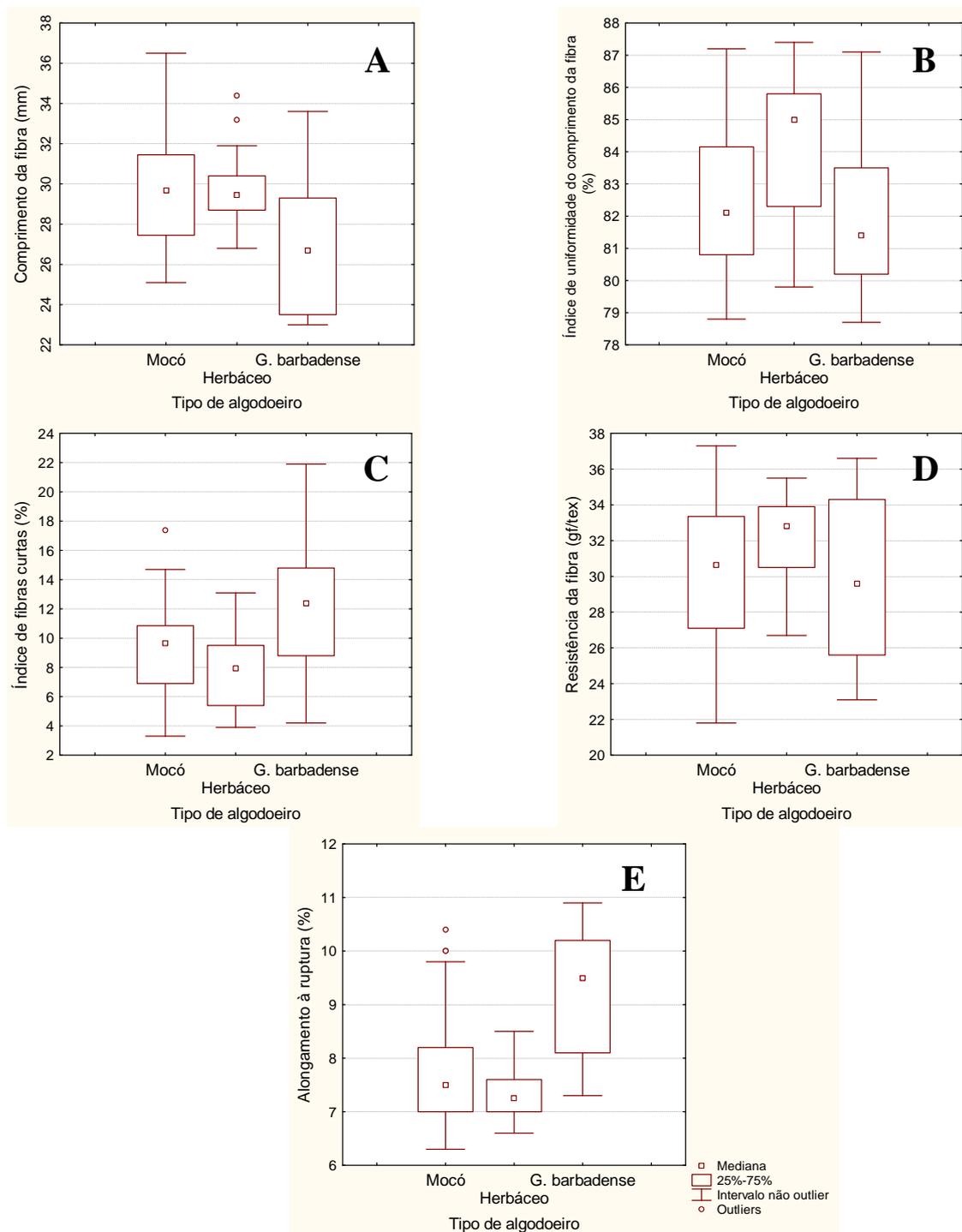


Figura 1. Box plot de características intrínsecas de fibra, segundo o tipo de algodoeiro. A) Comprimento de fibra, B) Índice de uniformidade do comprimento de fibra, C) Índice de fibras curtas, D) Resistência da fibra, E) Alongamento à ruptura.

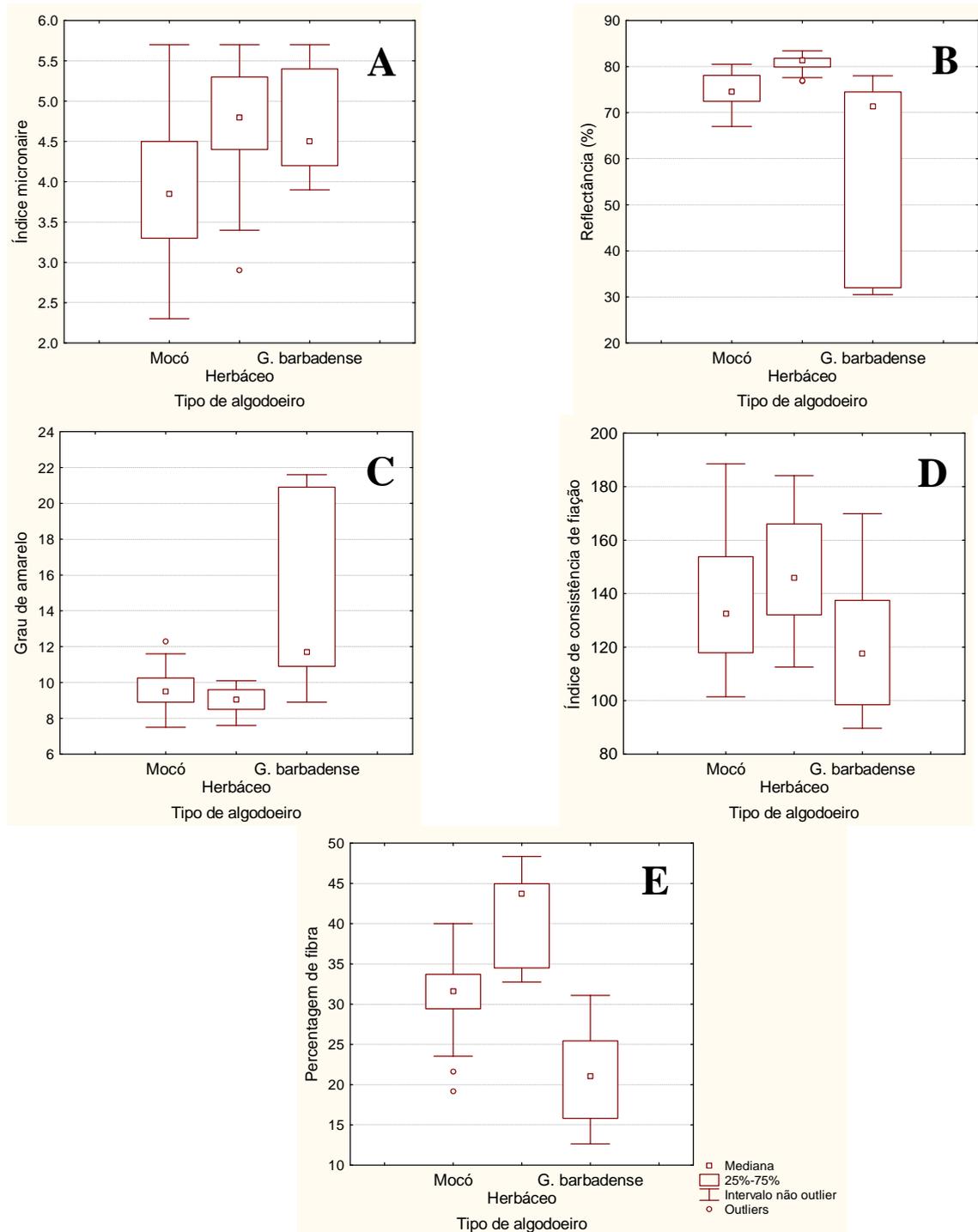


Figura 2. Box plot de características intrínsecas de fibra, segundo o tipo de algodoeiro. A) Índice micronaire, B) Reflectância, C) Grau de amarelo, D) Índice de consistência de fiação, E) Porcentagem de fibra.

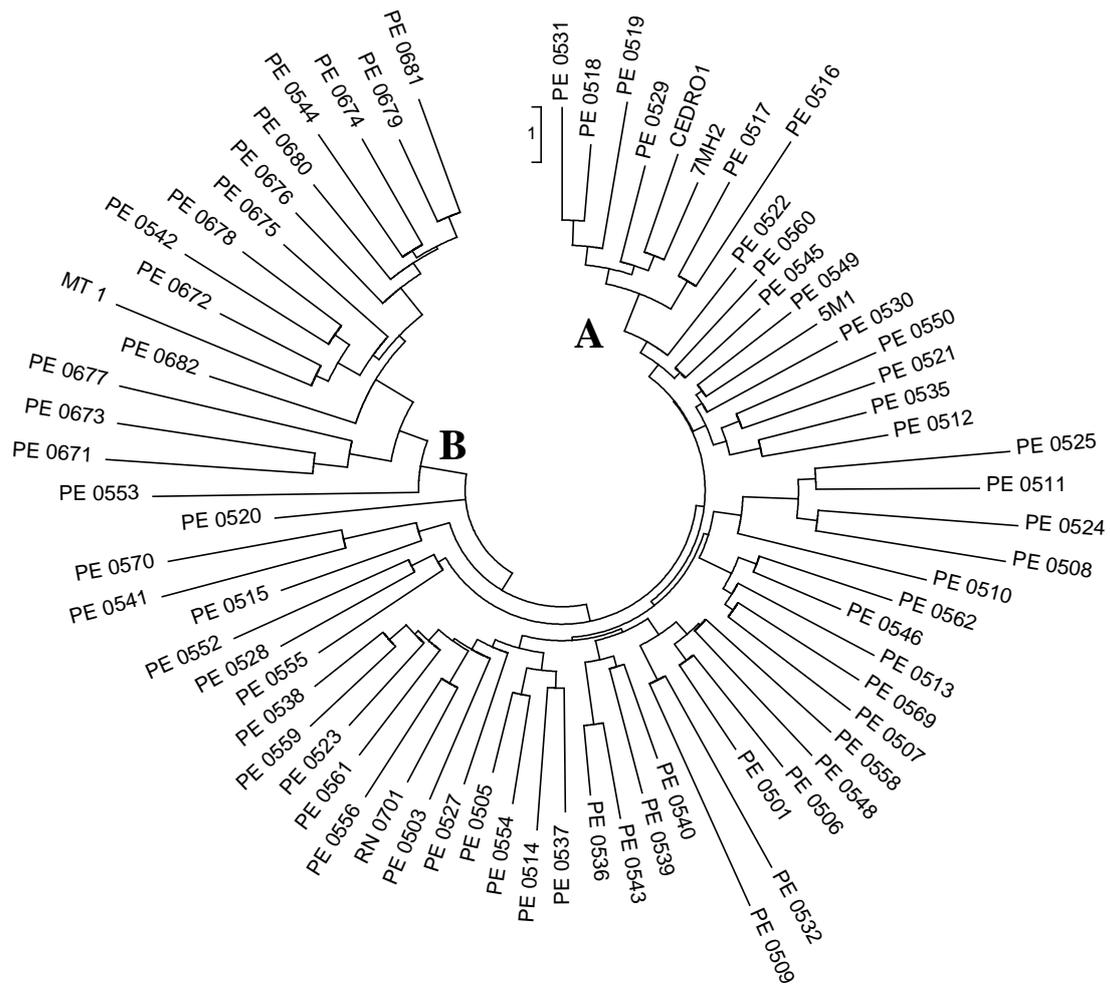


Figura 3. Padrão de estruturação morfológica dos 72 acessos de *Gossypium* do Estado de Pernambuco, determinado pelo agrupamento Neighbor-joining. A) Grupo da espécie *G. hirsutum*. B) Grupo da espécie *G. barbadense*.

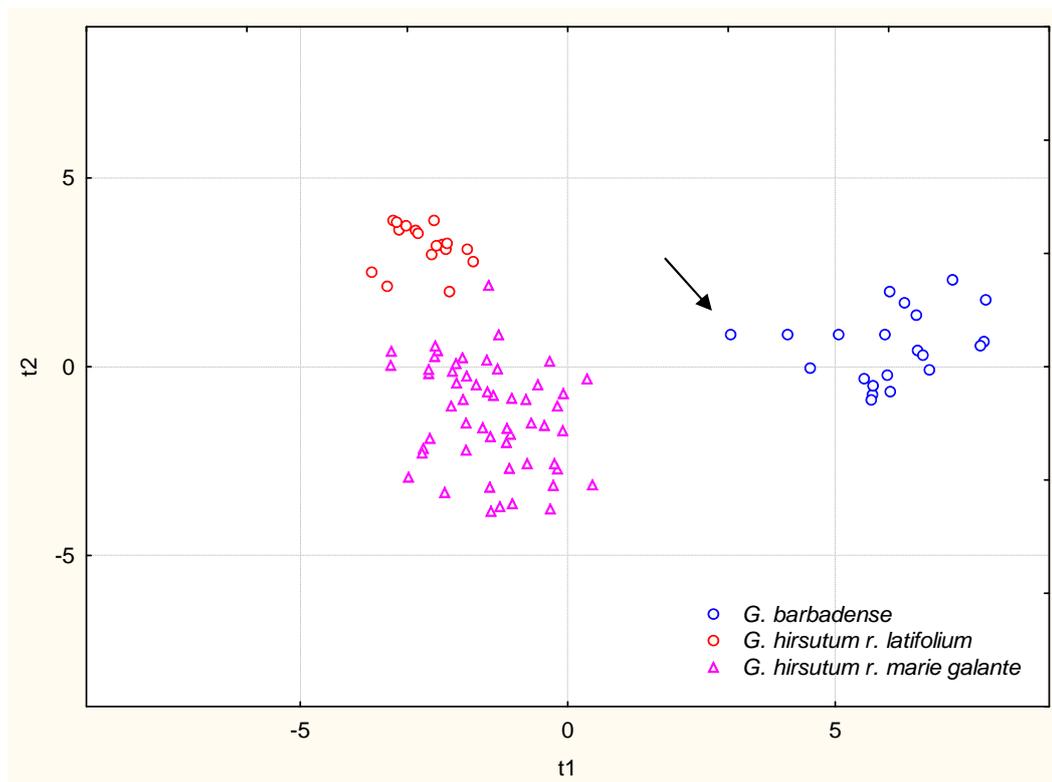


Figura 4. Gráfico de componentes principais (PCA) do agrupamento dos 72 acessos de algodoeiro, de acordo com as características morfológicas. A seta indica a posição do acesso PE0553 (Híbrido interespecífico).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, P. A. V.; COSTA, J. N. da; CIAMPI, A. Y.; RANGEL, L. E. P.; HOFFMANN, L.V. **Caracterização *in situ* de populações de *G. barbadense* do Estado do Mato Grosso**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2005. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 244). 8p.

BRUBAKER, C. L.; BOURLAND, F. M.; WENDEL, J. F. The origin and domestication of cotton. In: SMITH, C. W.; COTHEN, J. T. **Cotton: Origin, History, Technology and Production**. New York, 1999. p. 3-31.

CARVALHO, L. P. de; LANZA M. A.; FALLIERI, J.; SANTOS, J. W. dos. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.

CARVALHO, L. P. de.; ALVES, H. S.; COSTA, J. N. da.; VIDAL NETO, F. das C. Variabilidade em germoplasma de *Gossypium hirsutum*. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Embrapa-MG17, 2007. p. 1-7.

COSTA, J. N. da.; MIRANDA, A. R. de.; FREIRE, E. C. **Caracterização de 170 acessos de germoplasma de algodão (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch)**. Brasília: Embrapa - Cenargen, 2001. (Embrapa Cenargen, Documentos s/n). 33p.

COSTA, J. N. da.; SANTOS, J. W. dos.; ROCHA, R. do N.; Caracterização de acessos do banco ativo de germoplasma do algodão através da análise de agrupamento. In: Congresso

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

Brasileiro do Algodão, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Embrapa-MG14, 2007. p. 1-7.

FONSECA, R. G. da; SANTANA, J. C. F. de. **Resultados de Ensaio HVI e Suas Interpretações (ASTM D-4605)**. Campina Grande, PB: Embrapa - CNPA, 2002. 13p. (Embrapa – CNPA, Circular Técnica, 66).

FREITAS, J. A. de; RESENDE, M. A. V.; FALLIERI, J.; PENNA, J. C. V.; LANZA, M. A.; FARIAS, R. S. de.; SILVA, P. J. da. Regeneração e caracterização morfológico-agronômica de acessos de algodoeiro da EPAMIG. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 3, n.1, p.21-54, 1999.

MACHADO, J. R. de A.; PENNA, J. C. V.; FALLIERI, J.; SANTOS, P. G.; LANZA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de algodoeiro para características tecnológicas de fibra. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.7, n.1, p.673 -683, 2003.

NIENHUIS, J.; TIVANG, J.; SCKROCH, P.; SANTOS, J. B dos. Genetic similarity among *Brassica oleracea* genotypes as measured by restriction fragment length polymorphisms. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.2, p.298-303, 1993.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodão. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Editora UFV, Viçosa, 2005. p. 15-53.

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

RIBEIRO, C. S. N. **Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium* do Estado de Pernambuco.** 2008. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Melhoramento Genético de Plantas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

SANTANA, J. C. F. de; COSTA, J. N. da; FREIRE, E. C.; ANDRADE, F. P. de; GUSMÃO, J. L. de; ALMEIDA, M. G. de M.; LIMA, M. do S. N. Produtividade e características tecnológicas da fibra e do fio de linhagens e cultivares dos algodoeiros herbáceo e arbóreo do Nordeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.287-298, 1994.

SANTANA, J. C. F. de; LUZ, M. J. da S. e; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA JÚNIOR, N.; WANDERLEY, M. J. R. Características intrínsecas da fibra do algodão Cearense, Safra 1999. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.4, n.3, p.201-205, 2000.

SESTREN, J. A; LIMA, J. J. Características e classificação da fibra de algodão. In: FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado do Brasil.** Brasília, DF. ABRAPA, 2007. p. 765-819.

SILVA, U. C. **Caracterização morfológica de acessos de *Gossypium* coletados em nove Estados do Brasil.** 2007. 53f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba.

STATISTICA (data analysis software system), version 6. **StatSoft Inc.**, 2001.

SUINAGA, F. A.; BASTOS, C. S.; RANGEL, L. E. P. Multivariate analysis of genetic divergence in cotton. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.9, n.1/3, p.931-937, 2005.

RIBEIRO, C. S. N. Caracterização *in situ*, molecular e morfológica de acessos de *Gossypium*...

TAMURA, K.; DUDLEY, J.; NEI, M.; KUMAR, S. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. **Molecular Biology and Evolution**, Chicago. 10.1093/molbev/msm092, 2007.

ULLOA, M.; STEWART, J. McD.; GARCIA-C, E. A.; GODOY-A, S.; GAYTAN-M, A.; ACOSTA-N, S. Cotton genetic resources in the western states of Mexico: *in situ* conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Boulder, v.53, p.653-668, 2006.

ANEXOS

Anexo 1. Normas da Revista Bragantia



INSTRUÇÕES AOS AUTORES

ISSN 0006-8705 *versão impressa*
ISSN 1678-4499 *versão online*

- Objetivos e política editorial
- Preparação de originais
- Encaminhamento de trabalhos
- Custo para publicação

Objetivos e política editorial

Bragantia: revista de ciências agronômicas é um periódico trimestral, editado pelo Instituto Agronômico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Tem por objetivo publicar trabalhos científicos originais em português, inglês e espanhol, que contribuam para o desenvolvimento das Ciências Agronômicas, nas áreas de Produção Vegetal, Ciência do Solo e dos Recursos Agroambientais, Mecanização e Automação Agrícolas e Ciências Básicas Aplicadas à Agricultura.

Os trabalhos enviados a **Bragantia** devem ser inéditos e não podem ser publicados ou submetidos à publicação em outra revista simultaneamente. A revista publica artigos, notas científicas e trabalhos de revisão, sob solicitação.

O conteúdo dos manuscritos submetidos à publicação em **Bragantia** é de responsabilidade exclusiva de seu (s) autor (es).

Procedimento de análise e aprovação de trabalhos na revista Bragantia

Os trabalhos submetidos à análise do comitê editorial são, após registro, encaminhados a um editor-associado para indicar dois revisores especialistas na área de conhecimento. Os pareceres emitidos por esses revisores são analisados pelo editor-associado que emite parecer conclusivo em nome do comitê editorial. As revisões, juntamente com o parecer conclusivo, são encaminhadas aos autores para correções, justificativas e apresentação da nova forma, que é em seguida confrontada pelo editor-associado com a versão original do trabalho. Uma vez aceito, o trabalho é encaminhado para revisão de referências, abstract e vernáculo. Após diagramação, o texto é submetido a correções finais pelos autores e pelo comitê editorial, sendo em seguida disponibilizado na página da revista **Bragantia**. O fascículo pronto é encaminhado a Scielo e para a impressão gráfica.

Preparação de originais

Os originais devem ser enviados em duas vias, acompanhadas de disquete em Word for Windows, e digitados em espaço duplo, papel formato A4, fonte Times New Roman, tamanho 12; páginas numeradas seqüencialmente, incluindo tabelas e ilustrações.

Artigo Científico ou de Revisão: máximo de 25 páginas, incluindo tabelas e figuras.

Nota Científica: máximo de 10 páginas, incluindo tabelas e figuras.

Página de Rosto: Título do artigo e título corrente abreviado com cerca de 50 caracteres, incluindo espaços, nome dos autores, com identificação do autor para correspondência endereço profissional completo dos autores, mencionando Departamento/ Instituição, caixa postal, CEP, cidade, Estado, e-mail, telefone e entidade da qual é bolsista. Número total de páginas do trabalho, de tabelas e figuras.

Identificar a seção em que se enquadra o trabalho científico, selecionando apenas uma das opções:

Áreas Básicas (Botânica, Citogenética, Fisiologia Vegetal, Biotecnologia, Biologia Molecular e Fitoquímica)

Melhoramento Genético Vegetal

Fitotecnia

Fitossanidade

Solos e Nutrição de Plantas

Tecnologia de Sementes e Fibras

Tecnologia Pós-colheita

Irrigação

Engenharia Agrícola

Agrometeorologia

Metodologia e Técnicas Experimentais

Estrutura do Artigo

- a) Título; Autor (es).
- b) Resumo (no máximo 250 palavras) em português, palavras-chave. Deve incluir as razões e objetivos da investigação, local e data da pesquisa, como foi feita, resultados mais importantes e conclusões.
- c) Título em inglês (ou espanhol), Abstract e key words. É a versão para o inglês do Resumo e das palavras-chave.
- d) Introdução (contendo revisão de literatura) com duas páginas, no máximo.
- e) Material e Métodos: somente métodos novos e material incomum devem ser descritos detalhadamente, ou descrevê-los

resumidamente fornecendo a citação bibliográfica correspondente.

f) Resultados e Discussão.

g) Conclusões.

h) Agradecimentos.

i) Referências Bibliográficas.

Quando o artigo for apresentado em língua estrangeira, o título, resumo e palavras-chave deverão também ser feitos em português. As Notas Científicas não precisam seguir essa subdivisão. Iniciar sempre uma nova página para as seguintes seções ou itens: Referências Bibliográficas; Tabela com título e rodapé; Figura com título e legenda.

Citações no texto: as citações de autores no texto devem ser em letras maiúsculas (caixa alta reduzida, ou versalete), seguidas do ano de publicação. Para dois autores, usar e ou and se o texto for em inglês. Havendo mais de dois autores, citar o sobrenome do primeiro, seguido de et al. Ex.: STEEL e TORRIE (1980) ou (STEEL e TORRIE, 1980). HAAG et al. (1992) ou (HAAG et al., 1992). Mais de um artigo dos mesmos autores, no mesmo ano, devem ser discriminados com letras minúsculas: HAAG et al. (1992a,b). Comunicações pessoais, trabalhos ou relatórios não publicados devem ser citados no rodapé, não devendo aparecer nas referências bibliográficas.

Referências Bibliográficas: devem ser normalizadas segundo a NBR 6023 da ABNT, estar em ordem alfabética de autores e, dentro desta, em ordem cronológica de trabalhos; havendo dois ou mais autores, separá-los por ponto e vírgula; os títulos dos periódicos devem ser escritos por extenso; incluir apenas os trabalhos citados no texto, em tabelas e/ou em figuras, na seguinte forma:

a) Periódicos

Sobrenome, Iniciais do prenome. Título do artigo. Título do periódico (negrito), local de publicação (cidade), número do volume (v.), número do fascículo (n.), páginas inicial e final (p.xxx-xxx), ano de publicação.

BOAVENTURA, Y.M.S. Microsporogênese de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner com número duplicado de cromossomos. *Bragantia*, Campinas, v. 49, n.2, p.193-204, 1990.

b) Livros e Folhetos

Sobrenome, Iniciais do prenome. **Título** (negrito): subtítulo. Edição (ed.). Local de publicação: Editora, data. Número de páginas ou volumes. (Título da série e número)

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 631p.

c) Capítulo de livro, publicação em obras coletivas, anais de congressos, reuniões.

Sobrenome, Iniciais do prenome dos autores da parte. Título da parte. In: Sobrenome, Iniciais do prenome do autor ou editor do livro. **Título do livro** (negrito). Edição. Local de publicação: Editora, data. Volume (v.), páginas inicial e final (p.xx-xx).

JACKSON, M.L. Chemical composition of soil. In: BEAR, F.E. (Ed.). **Chemistry of the soil**. 2.ed. New York: Reinhold, 1964. p.71-141.

HIROCE, R.; FIGUEIREDO, J.O. de; POMPEU JUNIOR, J.; CASTRO, J.L. Composição mineral das folhas de tangerineiras tardias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. v.1, p.287-290.

d) Dissertações e Teses

Sobrenome, Iniciais do prenome. **Título**: subtítulo. data. Número de folhas (f). Dissertação ou Tese (Curso) - nome da unidade universitária, nome da universidade, local.

OLIVEIRA, H. DE. **Estudo da matéria orgânica e do zinco em solos sob plantas cítricas sadias e apresentando sintomas de declínio**. 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, Jaboticabal.

Tabelas: contêm título, cabeçalho, conteúdo e elementos complementares (fonte, notas e chamadas). Devem ser apresentados em folhas separadas e numerados com algarismos arábicos. Não usar linhas verticais; as horizontais devem separar o título do cabeçalho, o cabeçalho do conteúdo e o conteúdo dos elementos complementares. O título da tabela deve ser auto-explicativo, prescindindo de consulta ao texto.

Unidades: usar exclusivamente o Sistema Internacional de Medidas. Nas tabelas, apresentar as unidades no topo das colunas respectivas, fora do cabeçalho da tabela.

Figuras: gráficos, desenhos, mapas, fotografias e fotomicrografias aparecem no texto como figuras. Devem ser numeradas com algarismos arábicos e ter título auto-explicativo. Indicar o local da inserção das figuras no texto. Fotografias e fotomicrografias devem ser remetidas em papel fotográfico.

Figuras elaboradas eletronicamente devem vir acompanhadas de seus arquivos originais em Excel, Origin, Corel Draw, etc. Para outras figuras, enviar o original ou cópia xerográfica de boa qualidade. Não inserir quaisquer figuras no texto.

Encaminhamento de trabalhos

O trabalho submetido à publicação em **Bragantia** deve ser encaminhado por carta assinada por todos os autores para o seguinte endereço:

BRAGANTIA
Instituto Agrônômico (IAC)
Av. Barão de Itapura, 1.481
Caixa Postal 28
13020-902 Campinas (SP) - BRASIL