

O ALGODOEIRO: ALGUNS ASPECTOS IMPORTANTES DA CULTURA

Larissa Barbosa de Sousa

Engenheira Agrônoma, mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama, 38405-920,
E-mail: larissaufpi@ig.com.br

Resumo - O sucesso da cotonicultura deve-se, em parte, ao trabalho de melhoramento genético dessa cultura. No caso da cotonicultura brasileira, as cultivares atualmente cultivadas comercialmente produzem bem mais do que, as que foram introduzidas no nosso país há muitos anos atrás. Esta revisão aborda assuntos que estão intimamente ligados ao processo de melhoramento do algodoeiro, tais como: a botânica e taxonomia, a origem da cultura, as diferentes espécies existentes, destacando as mais cultivadas hoje no Brasil e no mundo, bem como algumas metodologias ligadas ao processo de melhoramento.

Palavras-chave: caracterização, algodão, melhoramento

EI ALGODÓN: ALGUNO DE LOS ASPECTOS IMPORTANTES DE LA CULTURA

Resumen - El éxito de la cosecha de algodón se debe en parte a la labor de mejoramiento genético de este cultivo. En el caso del algodón brasileño, que actualmente se cultivan variedades comerciales producir mucho más que las que se introdujeron en nuestro país hace muchos años. Esta revisión trata de cuestiones que están estrechamente relacionados con el proceso de mejora de algodón, como la botánica y taxonomía, el origen de la cultura, las diferentes especies, destacando el día de hoy más cultivada en Brasil y en el extranjero, así como algunos métodos relacionados con proceso de mejora.

Palabras clave: caracterización, el algodón, la mejora

THE COTTON: SOME IMPORTANT ASPECTS OF CULTURE

Abstract - The success of the cotton crop is due in part to the work of genetic improvement of this crop. In the case of Brazilian cotton, cultivars currently grown commercially produce much more than those that were introduced in our country many years ago. This review addresses issues that are closely linked to the process of improvement of cotton, such as botany and taxonomy, the origin of culture, the different species, highlighting the most widely cultivated today in Brazil and abroad, as well as some methods related to process improvement.

Key words: characterization, cotton, breeding

INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma das principais plantas domesticadas pelo homem e uma das mais antigas, tendo registros de seu uso a mais de 4.000 anos, e é cultivado comercialmente em mais de 65 países, em uma área anual superior a 30 milhões de hectares. Essa cultura representa mundialmente mais de 40% da vestidura da humanidade, no Brasil representa mais de 60% dos insumos têxteis, já nos Estados Unidos da América 65%, de acordo com as informações do Anuário Brasileiro do Algodão (2003).

O algodoeiro se classifica botanicamente na Família: *Malvaceae*, por apresentar verticilos florais semelhantes aos da Malva silvestre, na Tribo: *Gossypiae*, sendo que anteriormente ele se classificava na Tribo: *Hisbiceae*, mas Fryxell (1968), revendo o Gênero, demonstrou evidências de que ele se classificaria na Tribo *Gossypiae*. E pertence ao Gênero: *Gossypium* (FRYXELL, 1979).

Atualmente estão identificadas cinquenta espécies de algodão do gênero *Gossypium*, distribuídas nos continentes: Ásia, África, Austrália e América. O *Gossypium hirsutum* L., é uma das quatro espécies cultivadas no mundo, para a produção da fibra de algodão sendo explorada economicamente numa ampla faixa tropical e em algumas regiões subtropicais. Essa espécie contribui com 90% da produção mundial de algodão e seu cultivo apresenta grande importância social e econômica para o Brasil. O produto colhido é denominado algodão em caroço e é composto pela pluma (fibra) e pelo caroço (sementes com "linter"). Sua utilização concentra-se na indústria de fiação e tecelagem e na indústria de alimentação animal (farelo) e humana (óleo), além de grande número de produtos secundários.

O gênero *Gossypium* é constituído hoje por 50 espécies, sendo que destas apenas quatro são cultivadas. As espécies cultivadas *Gossypium arboreum* L. e *Gossypium herbaceum* L. são diplóides ($2n = 2x = 26$) e nativas do Velho Mundo. Por outro lado, as espécies cultivadas *Gossypium hirsutum* L. e *Gossypium barbadense* L. são tetraplóides ($2n = 4x = 52$) e nativas do Novo Mundo. As outras duas cultivadas são as diplóides: *Gossypium arboreum* e *Gossypium herbaceum*, que apresentam excelente qualidade de fibra, mas baixo rendimento, por isso são tão pouco cultivada. As espécies restantes são silvestres e, portanto, não apresentam valor econômico (FREIRE et al., 1990; BELTRÃO, et al., 1997; BELTRÃO; SOUZA, 1999; CARVALHO, 1999).

Segundo Penna (2005) a segregação dos alelotraplóides é correspondente à dos diplóides, seguindo proporções mendelianas previsíveis para os caracteres de herança simples. A *Gossypium hirsutum* L é, sem dúvida, a de maior importância, pela área mundial de cultivo e pelo volume de produção. No Brasil é conhecida como algodoeiro “herbáceo” ou “anual” e no hemisfério norte como algodoeiro *upland*. A espécie *G. barbadense* L, tem importância na produção de fibras especiais de alta qualidade, destacando-se o cultivo de variedades conhecidas como “Pimas” no hemisfério norte.

No Brasil essa espécie possui uma variedade botânica, a *brasiliense*, presente em aldeias indígenas e quintais de casas. Já as outras duas espécies, a *G. arboreum* L. e *G. herbaceum* L. são exploradas em pequena escala. Existem outras espécies que ocorrem em regiões amplamente separadas do mundo, em zonas áridas dos trópicos e subtropicais.

Em estudos citogenéticos realizados com o gênero demonstraram a existência de grupos genômicos, que reuniram as espécies que apresentam alto grau de homologia no pareamento de cromossomos de híbridos entre si, mas baixo grau de pareamento com espécies de grupos diferentes. Formando-se assim dois grandes grupos: os dos diplóides ($2n=2x=26$ cromossomos) e dos alotetraplóides ($2n=4x=52$ cromossomos), que reuniria as espécies formadas a partir de duas espécies distintas. Esse grupo se subdividiu em três:

Genoma C: com 11 espécies, Australianas.

Genoma D: 12 espécies, Americanas. Sendo 10 no México e 2 no Peru e Ilhas Galápagos.

Genoma A, B, E e F: 8 espécies Afro-Arábicas. Sendo duas espécies cultivadas: *G. herbarium* e *G. arborium*.

O grupo dos alotetraplóides formou apenas um grupo:

Genoma AD: com 6 espécies, sendo duas cultivadas: *G. hirsutum* e *G. barbadense*. E as outras 4 são encontradas no Havai, Brasil, Ilhas Galápagos e México.

Em 1992, Fryxell, revisou o gênero *Gossypium* e descreveu o total de 50 espécies, das quais cinco são

tetraplóides, propondo a incorporação de *G. lanceolatum* à espécie *G. hirsutum*. No entanto essa classificação gerou muitas controvérsias entre os especialistas, devido à complexidade da variabilidade do gênero.

Atualmente são cultivados no mundo dois tipos diferentes de algodão: o arbóreo e o herbáceo. O algodão arbóreo é aquele que toma forma de uma árvore mediana, de cultivo permanente. Já a espécie herbácea é um arbusto de cultivo anual.

***Gossypium hirsutum* L.**

Apresenta como centro de origem o Sul do México e de diversidade a América Central. Essa espécie apresenta uma ampla diversidade botânica, por isso um grande número de raças, onde entre elas tem-se a *latifolium*, *puncatum*, *marie-galante* (mocó), *palmeri*, *richmondii*, *morrilli* e *yucatanense*. Sendo a *latifolium* o algodoeiro anual mais cultivado hoje.

***Gossypium barbadense* L.**

Essa espécie apresenta como centro de origem o Peru e como centro de diversidade a Bolívia. Ela se caracteriza pela produção de fibras de alta qualidade, destacando o cultivo da variedade: *brasiliense*, chamada de “rim-de-boi”, por apresentar antigamente suas sementes nuas e eles se agruparem em foram de um rim, hoje com a evolução, suas sementes não mais se agrupam dessa maneira, ela era grandemente encontrada em aldeias indígenas e fundo de quintais.

***Gossypium arboreum* L. e *Gossypium herbaceum* L.**

Essas duas espécies, diplóides (23 cromossomos), apresentam uma alta qualidade de fibra, porém são cultivadas em pequena escala pelo baixo rendimento que apresentam. A *Gossypium herbaceum* L. é cultivada na África e Ásia e a *Gossypium arboreum* L. é cultivada na Índia, sendo essa muito conhecida como algodão indiano.

Outras espécies do gênero *Gossypium*

As outras espécies do gênero *Gossypium* ocorrem em regiões bem separadas, principalmente em regiões tropicais e sub-tropicais (PENNA, 2005).

A origem dos algodoeiros cultivados é de difícil determinação, não se sabe ao certo como e quando ele teria se originado, mas o conhecimento que se tem sobre o gênero *Gossypium* gerou a opinião entre especialistas de que este é um gênero muito antigo, tendo os tetraplóides provavelmente se originado há aproximadamente 2,5 milhões de anos (PHILLIPS, 1963; FRYXELL, 1965). Referências arqueológicas sobre restos de produtos de algodoeiro datam de muitos séculos antes do início da Era Cristã. No sítio de "Mohenjo-Daro", no Paquistão, Gulatti e Turner, encontraram vestígios de tecidos e cordões de algodão de cerca de 2700 a.C., que provavelmente para eles, eram da espécie diplóide *G. arboreum*. Saunders (1961) relata que o centro de origem do gênero é a África Central. Nas Américas, os achados mais antigos são fibras de um tipo primitivo de *G. barbadense*, encontradas por Stephens e Moseley no sítio arqueológico de “Anchon-Chillon” no Peru, datando de 2500 a 1750 a.C. Como planta cultivada em larga escala e utilizada em

manufatura, acredita-se que a Índia seja o centro mais antigo que cultivou o gênero, remontando ao oitavo século antes da Era Cristã.

Beasley (1940), em consenso com alguns estudiosos, identificaram que os algodoeiros tetraplóides possuíam constituição genômica AD e que eles teriam se originados da hibridação de duas espécies, seguida por duplicação do número de cromossomos, produzindo assim um anfidiplóide ($DD \times AA = AD = AADD$). No entanto não se tem informação quanto à época da ocorrência dessa poliploidização.

Sete anos depois Hutchinson et al. (1947), em seu estudo acreditaram que os tetraplóides teriam evoluído sob domesticação após a introdução na América do Sul de uma espécie cultivada do Velho Mundo, e que provavelmente seria *G. arboreum*, portadora do genoma A, que se hibridizou com espécies relacionadas à diplóide *G. raimondii*, portadora do genoma D.

Gerstel (1953) apresentou evidências citogenéticas, demonstrando que o ancestral portador do genoma A provavelmente seria a espécie de distribuição africana *G. herbaceum* e que a hibridação entre os dois genomas, seguida de poliploidização teria ocorrido no início do Terciário, há aproximadamente 65 milhões de anos. Mas já Wendel (1989) e Wendel & Albert (1992), em um trabalho baseando-se em graus de divergência entre tetraplóides em relação a espécies diplóides, e ainda em taxas de velocidade de mudanças evolucionárias, estimam que a divergência entre os genomas A e D do ancestral comum ocorreu há cerca de 6 a 11 milhões de anos e que a poliploidização é mais recente, ocorrendo no Novo Mundo, há cerca de 1,1 a 1,9 milhão de anos.

A teoria de Skovsted (1934) e Saunders (1961) baseia-se no fato de a hibridação entre os dois genomas ter precedido a separação do supercontinente do sul, Gondwana, no período Cretáceo (entre 136 e 65 milhões de anos atrás), quando as espécies portadoras dos genomas A e D teriam tido distribuição simpátrica. Endrizzi et al. (1984) resumem os eventos principais sobre a origem dos alotetraplóides à luz de novos estudos relacionados à análise de DNA: “i) as espécies de genoma A ocorreram por macroevolução de um genitor portador do genoma D; ii) a hibridação seguida de poliploidização ocorreu em um período geológico curto, logo após o aparecimento da espécie de genoma A; iii) o anfidiplóide provavelmente ocorreu durante o Cretáceo; e iv) a diploidização do sistema de regulação dos híbridos levou à formação de pelo menos cinco espécies anfidiplóides”.

Domesticação é o contínuo processo evolucionário da modificação do genótipo o qual é controlado pelo homem e que tem sido conduzido desde o início dos cultivos (EVANS, 1996). Baseia-se na informação de diferentes áreas, seja, arqueológica, botânica, agrônoma, química, antropológica.

Existem aproximadamente 50 espécies do gênero *Gossypium* nativas na região tropical e subtropical da América, África, Ásia e Austrália (SAUER, 1993). A

maioria das espécies são diplóides ($2n=26$). Conforme primeiros estudos citogenéticos com o gênero, os diplóides pertencem a 7 grupos de genomas, denotados de A a F. As espécies dentro do A, B, e F genomas são de origem africanas ou asianas, não se sabe ao certo, e muitas vezes são denotados como espécies do “Mundo Velho” (época em que desconhecia o continente americano). Já as do grupo C e G são australianas e as contendo o genoma D são as espécies do “Mundo Novo”, ou seja, de origem americana (POEHLMAN, 1987).

Segundo Poehlman (1987) apenas 4 espécies são domesticadas, sendo duas diplóides e duas tetraplóides, pois somente estas possuem fibras longas que permitem aos fios serem fortemente aderidos e retorcidos na fiação o que provavelmente provocou o ímpeto para o início da domesticação.

Domesticação das espécies do Mundo Velho

G. arboreum e *G. herbaceum* eram as tradicionais espécies para produção de fibras no mundo velho. Ambas diplóides, com os cromossomos muito parecidos e fibras relativamente longas (< 22 mm), eram as únicas cultivadas em áreas quentes da Ásia e da África antes do descobrimento da América. Após o descobrimento da América, estas espécies foram quase que totalmente substituídas pelas espécies americanas (*G. hirsutum* e *G. barbadense*) que produziam fibras maiores (24 a 34 mm).

O conhecimento de como e quando estas espécies foram domesticadas ainda é insuficiente (POEHLMAN, 1987). Formas selvagens de *G. herbaceum* já foram descobertas e identificadas taxonomicamente e citogeneticamente. Elas são referidas atualmente como *G. herbaceum*, subespécie (raça) *africanum*, que está presente somente no Sul da África em uma região na qual a agricultura se desenvolveu de longa data e em um local geograficamente separado dos cultivos tradicionais de *G. herbaceum*. Provavelmente, esta raça foi precursora da primeira raça cultivada, *acerifolium* a qual se espalhou para o norte. Primitivos *G. herbaceum* se espalharam para a Índia e provavelmente deram forma às formas primitivas iniciais *G. arboreum*. Ambas as espécies se espalharam pelo Mundo Velho, entretanto com o hábito de crescimento ainda perene.

Os mais antigos restos arqueobotânicos do uso do algodão, na Índia, data da época da civilização Harappa (2250-1750 A.C.). Tal fato, além de outros achados em áreas da Índia e Paquistão, indicam que *Gossypium* foi explorada no vale do Indu, antes de 3000 a.C. Entretanto, não está claro se eram *G. arboreum* ou *G. herbaceum* (ZOHARY & HOPF, 2001). No entanto Brubaker et al. (1999) supõem-se que deveriam ser de *G. arboreum* uma vez que estes achados possuíam características agronomicamente superiores

Entretanto, o sucesso do algodão como têxtil, necessitava do cultivo do algodão em áreas onde o cultivo

perene não era possível. Esta necessidade foi inicialmente satisfeita com o surgimento de uma nova raça *wightianum* a partir de *G. herbaceum*. Posteriormente, seguiu-se o desenvolvimento de *G. arboreum* anual nas áreas de cultivo, relegando as formas perenes ao status de relíquia (GILLHAM et al., 1996).

O espalhamento destes algodoeiros domesticados é diretamente relacionado com o desenvolvimento do comércio e das indústrias. Achados arqueológicos apontam que tenha sido cultivado na China por volta de 2000 anos atrás e que tenha sido introduzido por duas rotas, sendo a primeira com *G. herbaceum* pela Arábia e Irã e a segunda rota com *G. arboreum* através da Índia, Tailândia e Vietnã. Da China, *G. arboreum*, espalhou pela Coréia e Japão, regiões nas quais somente as formas anuais podiam sobreviver, resultando em uma nova evolução, uma nova raça *G. arboreum sinense* (GILLHAM et al., 1996).

Domesticação das espécies do Mundo Novo

Tem sido reconhecido que as duas espécies do Mundo Novo são alotetraplóides com 26 pares cromossomos, consistindo de 13 pares a partir do grupo genoma A e 13 pares com genoma D, simbolizadas como 2(AD). O genoma A é homólogo com as variedades do Mundo Velho e o genoma D é homólogo com as variedades selvagens do Mundo Novo. O problema central das espécies do Mundo Novo é como as espécies do Mundo Velho vieram para tornar possível a hibridação. Hutchinson et al. (1974) citado por Gillham et al., 1996, sugere que estas espécies foram evoluídas por domesticação seguida da introdução de, provavelmente, *G. arboreum*. A hibridação destes dois grupos possibilitou as divergências das espécies tetraplóides. Outras teorias, deste autor, apontam para uma hibridação natural, sem interferência do homem, antes da separação dos continentes. Restos da espécie *G. barbadense* foi encontrada ao norte do Peru e por análise de carbono, datam de 2500 A.C. Com os incas, o artesanato têxtil atingiu culminância, pois amostras de tecidos de algodão, por eles deixadas, maravilham pela beleza, perfeição e combinação de cores (MESSIAS & PASSOS, 1977).

Segundo Penna (2005) na América existem fortes evidências de que os acontecimentos que originaram os tetraplóides precederam o homem e foram independentes dele. Assim o homem teria encontrado as formas tetraplóides e partindo, em seguida, para sua domesticação através de seleção. Na América, vestígios encontrados no litoral norte do Peru evidenciam que povos milenares daquela região já manipulavam o algodão, há 4.500 anos.

Domesticação no Brasil

Quando os portugueses chegaram, já encontraram os índios cultivando e tecendo o algodão em fios. Os colonizadores rapidamente formaram as primeiras

lavouras de subsistência cultivando poucas plantas, próximas as residências, para uso doméstico.

A cultura de algodão no Brasil começou no Norte e no Nordeste. O primeiro grande produtor foi o Maranhão que em 1760 exportou para a Europa suas primeiras sacas do produto. Ao Maranhão seguiu-se todo o Nordeste tornando-se a primeira grande região produtora do país com as produções do Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Alagoas e Bahia que se dedicavam ao plantio do algodão arbóreo perene, de fibras mais longas. Em São Paulo, que mais tarde foi se firmando como grande centro produtor, parece ter se iniciado com a vinda de alguns imigrantes norte-americanos fugidos da Guerra da Secessão e que se localizavam na região de Campinas e Santa Bárbara D'Oeste, trazendo com eles sementes de algodão herbáceo, de fibra mais curta que os do Nordeste, porém, muito mais produtivos e que seriam plantados anualmente. De São Paulo o algodão expandiu para o Paraná, Mato Grosso e Goiás formando a zona meridional, responsável pela grande produção algodoeira do Brasil.

Com a revolução industrial houve a transformação do algodão em uma *commodity* sendo exportada principalmente para as tecelagens inglesas. Entretanto, ao se projetarem os Estados Unidos, no século XIX, como grandes produtores dessa fibra, lançando-a no mercado em quantidades crescentes, a produção brasileira entrou em rápida decadência, mesmo porque outras culturas moviam a concorrência com o algodão. O café, novo produto tropical, monopolizava principalmente São Paulo, a atenção dos agricultores (MESSIAS & PASSOS, 1977).

Porém, com a Guerra de Secessão nos Estados Unidos, em 1860, paralisando em parte a exportação da fibra deste país para a Europa, desencadeou-se no Brasil um novo surto algodoeiro, que durou pouco mais de 10 anos. Sua influência, porém, prolongou-se por muito mais tempo, ao contribuir para fundamentar o progresso da cotonicultura brasileira, especialmente em São Paulo, ocorrido depois (MESSIAS & PASSOS, 1977)

Até então, no Brasil se cultivava *G. barbadense* na forma perene. Por essa época, foi introduzido o algodão anual no Brasil (Estado de São Paulo) pela Inglaterra com o objetivo de diminuir sua dependência com relação ao EUA. Alguns imigrantes norte americanos que se estabeleceram em Santa Barbara, nesta ocasião, contribuíram bastante para orientar outros lavradores como cultivar o algodão em ciclo anual. Suas culturas serviram de modelo (FREIRE, 2007).

Pela ocasião da 1ª Grande Guerra Mundial, que coincidiu com a brutal geada de 1918, a qual devastou os cafezais, o algodão teve outro surto em São Paulo. A indústria têxtil também já tomava vulto e o aproveitamento industrial do caroço começou a se desenvolver. Até 1930, a produção flutuava em função da demanda inglesa. Nesta época, a região nordeste do Brasil era a maior produtora, mas com a queda dos preços da

cafeicultura em 1929, a produção de algodão se consolidou no Brasil, especialmente no Estado de São Paulo.

Porém, nos anos posteriores, com a expansão da cultura, alastraram-se também as pragas. Apareceram anos de condições climáticas favoráveis à incidência provocando alarmante queda de produtividade da cultura. A área no Estado reduziu-se drasticamente dando lugar a pastagem e as outras culturas tais como, milho, arroz e amendoim.

Concomitantemente, as indústrias têxteis passaram a importar grandes volumes de fibras, devido à incapacidade nacional de auto-abastecimento, e a baixa qualidade do algodão nacional, que era considerado inferior ao importado, tendo como principais críticas: o alto grau de impureza, de contaminação, grande quantidade de folhas e resistência e comprimento das fibras e finura inferiores ao padrão médios dos algodões importados, especialmente dos Estados Unidos e Austrália.

Entretanto, o grande entrave ao desenvolvimento da cotonicultura no Brasil foi a falta de apoio governamental ao desenvolvimento da cultura. Como a economia brasileira daquela época era totalmente voltada para a expansão cafeeira, os cotonicultores não tiveram possibilidades de reivindicar tecnologias necessárias para obterem maiores beneficiamentos no cultivo do algodão, prejudicando seu desenvolvimento no país.

Mas a partir de 1990, o cerrado tornou-se o palco do renascimento e expansão da cotonicultura, com a introdução de variedades com fibras extra-longas, de qualidade superior, tendo como principais produtores os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso além de parte do cerrado da Bahia (Barreiras).

DISPERSÃO DOS ALGODOEIROS

A dispersão dos componentes da Tribo *Gossypium* é mundial, estando os gêneros e espécies presentes em regiões tropicais e subtropicais, com um padrão de distribuição geral que em muitos casos podem estar relacionados à dispersão marítima.

Fryxell (1979) acreditava que a distribuição da espécie *Gossypium hirsutum*, teria ocorrido via marítima para longe da região de origem (América Central). Mas Stephens (1966) apresentou evidências contrárias ao transporte via marítima, devido a incapacidade de as sementes flutuarem por longos períodos ou pela sua baixa resistência às condições salinas. Ele acreditava que essa dispersão teria sido através de viajantes polinésicos, pelo menos no caso dos algodoeiros das ilhas do Pacífico. À exceção do gênero *Hampea*, todos os gêneros da tribo apresentam sementes pilosas, de pêlos bem desenvolvidos ou não. Esta adaptação é bem antiga e se tornou muito importante para o aproveitamento comercial e industrial das espécies cultivadas de *Gossypium* (FRYXELL, 1979).

O espalhamento destes algodoeiros domesticados foi diretamente relacionado com o desenvolvimento do comércio e das indústrias. Achados arqueológicos apontam que tenham sido cultivados na China por volta de 2000 anos atrás e que tenham sido introduzidos por duas rotas, sendo a primeira com *G. herbaceum* pela Arábia e Irã e a segunda rota com *G. arboreum* através da Índia, Tailândia e Vietnã. Da China, *G. arboreum*, espalhou-se pela Coreia e Japão, regiões nas quais somente as formas anuais podiam sobreviver, resultando em uma nova evolução, uma nova raça *G. arboreum sinense* (GILLHAM et al., 1996).

A difusão das espécies do Mundo Novo também foi dependente do comércio, mas, inicialmente foi mais relacionado à migração. Sete raças de *G. hirsutum* têm sido identificadas na América Central e três dessas (*punctatum*, *marie-galante* e *latifolium*) tem sido encontradas em todas as áreas de cultivo sob Terras Altas (*Upland*). As marie-galantes ganharam finura e comprimento pela introgressão de genes de *G. barbadense* as quais são encontradas como árvores no Caribe e no Nordeste Brasileiro. A raça *punctatum* se desenvolveu ao leste do México e Honduras e se espalhou pela costa do Golfo Pérsico. Formas anuais de *punctatum* migraram para o Norte. Também se espalharam ao leste do continente Africano suplantando as espécies cultivadas. Esta raça também tem boa resistência a *Xantomanas malvacearum*, característica que ainda tem sido utilizada nos programas de melhoramento. Fora do leste da África, todas as formas anuais pertencem à raça *latifolium*, com centro de origem no México e fotoperiódicas, de dias curtos. Formas desta raça, porém fotoneutras espalharam-se pelo Sul dos Estados Unidos.

A maior produtividade e qualidade do algodão das variedades do Mundo Novo resultou na substituição das espécies do Mundo Velho, gradativamente, iniciando na Europa e posteriormente nos Estados Unidos.

A PLANTA DE ALGODÃO

O algodoeiro, é uma planta de crescimento indeterminado, possui uma das mais complexas morfologias entre as plantas cultivadas. Ademais, as diversas cultivares de algodoeiro apresenta diferentes ciclos, ou seja, podem ser precoces ou tardias (algumas fecham seu ciclo produtivo em 130 dias, enquanto outras podem fazê-lo em mais de 170 dias), é considerada uma espécie de sistema reprodutivo intermediário ao das plantas autógamas e das alógamas, devida a alta taxa de fecundação cruzada que apresenta.

Em relação à taxa de fecundação cruzada, possui taxas de autopolinização variáveis, mas superiores aos 5% das alógamas e inferiores aos 95% das autógamas, em ambiente natural. É considerada, logo, uma espécie intermediária (FREIRE et al., 2002).

A polinização cruzada é mediada por insetos, sendo os himenópteros os mais importantes. A coloração das

pétalas e os nectários florais que secretam líquido rico em carboidratos atraem os insetos para as flores. Do hábito de forrageamento de abelhas melíferas e silvestres depende a dispersão do pólen, inclusive a longas distâncias. O pólen aderido ao corpo dos insetos é depositado sobre o pistilo que se projeta acima da coluna estaminal, que pode receber pólen de várias plantas diferentes devido às várias visitas de abelhas que uma mesma flor pode receber (FREIRE et al., 2002; PENNA, 1999;) e com essa morfologia que favorece a atividade dos insetos a taxa de alogamia cresce significativamente.

Raiz

O sistema radicular no algodoeiro é composto por uma raiz principal com uma ampla ramificação (raízes laterais). A raiz principal é do tipo pivotante, como uma continuação direta da haste principal da planta e situa-se em sua grande maioria nos primeiros 20 cm de profundidade no solo, podendo atingir, em condições ideais até 2,5 metros de profundidade. O caule é cilíndrico, ereto e às vezes pode apresentar forma ligeiramente quadrangular ou pentangular. Cerca de 80 % do peso total das raízes está situado nos 20 cm iniciais, por isso deve-se ter o cuidado quando se estiver manejando a cultura, para que não se atinja o sistema provocando danos à planta.

Caule

O algodoeiro apresenta caule ereto, cilíndrico, sublenhoso, altura de 0,80 a 2,50 , o que vai depender da fertilidade do solo e manejo inicial da cultura. Dele saem dois tipos de ramos laterais, os ramos: vegetativos, que apresentam crescimento vertical (monopodial) e os ramos reprodutivos que apresentam crescimento horizontal (simpodial).

Ramos

O algodoeiro apresenta dois tipos de ramos: os vegetativos, que também são chamados de basais (monopodiais), eles surgem até o 5º nó do ramo principal e apresentam crescimento vertical, e os ramos reprodutivos que podem surgir tanto do ramo principal quanto dos ramos vegetativos, eles apresentam crescimento horizontal em forma de zig-zag (simpodiais) devido uma sequência de parada e retorno do crescimento, quando surge um botão floral no nó, o crescimento pára e logo depois retorna, por isso o ramo assume uma forma de zig-zag.

Folhas

As primeiras folhas da planta de algodão são simples e as demais são recortadas apresenta-se como uma expansão laminar do caule. O tamanho é variável com a

espécie e o ambiente, a coloração varia de verde escura, verde clara a avermelhada, por efeito da antocianina das células. Algumas variedades apresentam na página inferior da folha e do pecíolo, enquanto que outras são glabras. Apresentam estípulas, que se apresentam no ponto de inserção do pecíolo (1 cm de comprimento).

Flores

As flores do algodoeiro são hermafroditas, apresentam 5 pétalas de coloração creme, na espécie *Gossypium hirsutum*, variando um pouco nas demais espécies, as sépalas são soldadas, o ovário é súpero com 3 a 5 capelos e elas são parcialmente envolvidas por uma estrutura protetora de três folhas modificadas, que são as brácteas, de formato triangular, dentadas na borda superior e de coloração verde, essa também apresenta nectários que se encontra na sua base, e estes liberam uma substância açucarada que é responsável pela atração dos insetos para o algodão.

A floração do algodoeiro geralmente se inicia aos 45 a 50 dias após a emergência, como aparecimento dos primeiros botões florais, a abertura no geral ocorre nas primeiras horas da manhã (8 a 9 horas), onde se inicia a autopolinização. As anteras abrem e soltam o pólen, amarelo, esférico e rugoso, o qual se deposita no estigma, já receptivo e onde emite o tubo polínico que vai fertilizar os óvulos do ovário. No mesmo dia no final da tarde as pétalas começam a murchar tornando-se rosadas no dia seguinte e caindo no 3º ou 4º dia, mas esse intervalo vai variar muito com as condições ambientais, como, por exemplo, temperaturas elevadas aceleraram esse processo.

A sequência de abertura das flores segue um padrão determinado, iniciando-se a primeira flor no primeiro nó do primeiro ramo frutífero (simpódio). A próxima flor aparece no segundo nó do segundo ramo frutífero após alguns dias, geralmente entre 1 e 5 dias, em média 3 dias (NAMKEN et al; 1979). Esse intervalo recebe o nome de: Intervalo de Floração Vertical. A medida que os ramos frutíferos se desenvolvem, novos nós florais se apresentam e o ciclo de floração se repete. A segunda flor no mesmo ramo aparece, aparece após 8 dias em média, em relação a primeira flor. E a esse intervalo dá-se o nome de: Intervalo de Floração Horizontal. Logo esse intervalo varia com a constituição genética do material e as condições climáticas.

Esse sistema de floração do algodoeiro faz com que ele apresente um período prolongado de floração, passando por um pico de frequência máxima (70 a 80 dias), que também varia segundo a precocidade do cultivar e pode ser influenciado por variações ambientais. O pagamento das flores é maior dos 30 aos 40 dias de florescimento, e é nessa época que se recomenda a realização de autofecundações e hibridações.

Esses procedimentos, entretanto, apresentam algumas limitações que podem afetar significativamente o sucesso dos programas. Segundo Penna (1999), uma

dessas limitações para algodoeiros refere-se ao período de execução. Embora o período de floração seja relativamente prolongado, a experiência revela que as hibridações efetuadas mais cedo apresentam maior chance de pegamento, são menos sujeitas ao ataque de pragas tardias e são mais facilmente identificadas na abertura das maçãs. Condições ambientais como temperaturas elevadas (acima de 36 °C) e estresse hídrico podem ocasionar “shedding” (queda das maçãs), assim como o encharcamento do solo ou a falta de nutrientes.

Um fator imprescindível para a realização dos cruzamentos (hibridações) é coincidência de florescimento entre ou genitores. Florescimentos sem sincronia ou reações fotoperiódicas distintas, que ocorrem em latitudes mais elevadas, podem levar a perdas significativas de oportunidades de cruzamentos. Esse problema pode ser solucionado com a devida caracterização dos genitores e, de posse dos dados, faz-se plantio escalonado de forma a coincidir as florações. De modo geral, os cruzamentos entre algodoeiros de espécies diferentes com o mesmo conjunto genômico não apresentam problemas. Grande dificuldade, entretanto, é observada nos cruzamentos entre tetraplóides e diplóides (WENDEL & CRONN, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o melhoramento genético visa à obtenção de novos genótipos que representem algum tipo de ganho comparado aos genótipos em uso pelos agricultores, conhecer aspectos básicos da cultura é de grande importância para a seleção do melhor método a ser utilizado, do estágio correto para a coleta do material vegetal e para o sucesso de qualquer programa de melhoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO (2003). Santa Cruz do Sul: **Gazeta Santa Cruz**, 2003.

BEASLEY, J.O. 1940. The production of polyploids in *Gossypium*. **J. of. Heredity** **31**: 39-48.

BELTRÃO, N.E de M.; SOUZA, J.G. de; **Fitologia do algodão herbáceo (sistemática, organografia e anatomia)**. In: BELTRÃO, N.E de M. (Org.) *O agronegócio do algodão no Brasil*. Brasília: EMBRAPA-CNPA, 1999. v. 1, p. 55-86.

BELTRÃO, N.E de M.; SOUZA, J.G. de; CARVALHO, L.P. de; BARROS, M.A.L.; Principais tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Algodão no período de 1976 a 1996 e algumas tecnologias em desenvolvimento. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 93 p. (EMBRAPACNPA, **Documentos**, 54).

CARVALHO, L.P. de. O gênero *Gossypium* e suas espécies cultivadas e silvestres. In: BELTRÃO, N.E de M. (Org.) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-CNPA, 1999. v. 1, p. 233-251.

BRUBAKER, C. L., F. M. BOURLAND; J. F. WENDEL, **The origin and domestication of cotton**. In: C. W. Smith and J. T. Cothren (Ed.) *Cotton: Origin, History, Technology and Production*. John Wiley & Sons, New York. pp. 3–31, 1999.

EVANS, L.T.E. **Crop Evolution, Adaptation and Yield**. Cambridge University Press, 512P., 1996.

FREIRE, E.C. **História do Algodão no Cerrado**. In: FREIRE, E.C. (Ed). *Algodão no Cerrado do Brasil*. (1ed). Brasília, DF. 2007, Cap. 1, p 21-54.

FREIRE, E. Fluxo gênico entre algodoeiros convencionais e transgênicos. **Revista de Oleaginosas e Fibras**, v.6, n.1, p.471-482, 2002.

FREIRE, E.C., MOREIRA, J.A.N., MIRANDA, A.R., PERCIVAL, A.E. E STEWART, J.M. 1990. **Identificação de novos sítios de ocorrência de *Gossypium mustelinum* no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1990. (Pesquisa em Andamento), 107p.

FRYXELL, P.A. 1979. **The natural history of the cotton tribe (Malvaceae, Tribe Gossypiae)**. Texas A & M University Press, College Station. 245p.

FRYXELL, P.A. 1965. A redefinition of the tribe *Gossypiae*. **Bot. Gaz.** **129**: 296-308.

GERSTEL, D.U. 1953. Chromosomal translocations in interspecific hybrids of the genus *Gossypium*. **Evolution** **7**: 234-244.

GILLHAM, F.E.M.; BELL, T., ARIN, T., MATTHEWS, G., HEARN, B.A., RUMEUR, C.Le. **Cotton production prospects for the next decade**. World Bank, 304p., 1996. World Bank Technical Paper No. 287

HUTCHINSON, J.B.; SILLOW, R.A.; STEPHENS, S.G. 1947. **The evolution of *Gossypium* and the differentiation of the cultivated cottons**. Oxford Univ. Press. 160p.

MESSIAS, S.; PASSOS, G. **Algodão**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977.

NAMKEN, L.N.; HEILMAN, M.D.; DILDAY, R.H. 1979. Arrangement of sympodia and earliness potential of cotton. **Crop Sci**; **19**: 620-622.

- PENNA, J.C.V. **Melhoramento do algodão**. In BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. (2 Ed.) Viçosa : UFV, 2005. Cap.1, p15-53.
- PENNA, J. C. V. **Hibridação em algodão**. In: BORÉM, A. (Ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999. p 63-81.
- PHILLIPS, L.L. 1963. The cytogenetics of *Gossypium* and the origin of New World cottons. **Evolution**, **17**: 460-469.
- POEHLMAN, J.M. **Breeding Cotton**. In: POEHLMAN, J.M. **Breeding Field Crops**. Reinhold, 3 ed.,p. 559-591, 1987.
- SAUER, J.D.. **Cotton**. In: **Historical Geography of Crop Plants**. CRC Press; Boca Raton,. P,98-106, 1993.
- SAUNDERS, J.H. 1961. **The wild species of *Gossypium* and their evolutionary history**. London: Oxford University Press.
- SKOVSTED, A. 1934. Cytological studies in cotton. II. Two interespecific hybrids between Asiatic and New World cottons. **Jornal of Genetics**, **28**: 407-424.
- STEPHENS, S.G. 1966. The potenciality for long range oceanic dispersal of cottons seeds. **The American Naturalist**: **100** (912): 199-210.
- WENDEL, J. F.; CRONN, R. C. Polyploidy and the evolutionary history of cotton. **Advances in Agronomy**, 2003, v. 78, p. 139-186.
- WENDEL, J.F.; ALBERT, V.A. 1992. Phylogenetics of the cotton genus (*Gossypium*): Character-state parsimony analis of chloroplast-DNA restriction site data its systematic implications. **Systematic Botany**, **17**: 115-143.
- WENDEL, J.F. 1989. New World tetraploid cottons contain Old World cytoplasm. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.**; **86**, 4132-4136.
- ZOHARY, D.; HOPF, M. **Domestication of plants in the old world**. Oxford University Press, 3 ed., 328p. 2001.

Recebido em 13/02/2010

Aceito em 10/08/2010