

# Seleção de linhagens de algodão para alto teor de óleo

Luiz Paulo de Carvalho<sup>(1)</sup>, Josiane Isabela da Silva Rodrigues<sup>(1)</sup> e Francisco José Correia Farias<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Algodão, Rua Oswaldo Cruz, nº 1.143, Centenário, CEP 58428-095 Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: luiz.carvalho@embrapa.br, josianeisabela@gmail.com, francisco.farias@embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de óleo e os caracteres relacionados à qualidade e ao rendimento de fibra em linhagens de algodão (*Gossypium hirsutum*), para selecionar materiais com alto teor de óleo e níveis aceitáveis dos demais caracteres. Vinte e duas linhagens F<sub>6</sub> e três testemunhas foram cultivadas em três ensaios de campo – dois em Apodi, RN, e um em Barbalha, CE. Os parâmetros genéticos e o ganho com a seleção de 20% das linhagens foram estimados de acordo com suas médias em cada ambiente e no conjunto de ambientes. Quanto ao teor de óleo, há variabilidade genética, e a seleção com base na média geral é indicada, pois esse caráter apresentou elevada herdabilidade, com ganho esperado de 4,58%. As linhagens selecionadas por este critério apresentam teores de óleo entre 23,52 e 24,51%, superiores aos da cultivar brasileira BRS Aroeira com maior teor de óleo no grão (22,04%).

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum*, ganho de seleção, interação genótipo x ambientes, qualidade da semente, seleção indireta.

## Selection of cotton lines for high oil content

Abstract – The objective of this work was to evaluate the oil content and characters related to fiber quality and yield in cotton lines (*Gossypium hirsutum*), in order to select genotypes with high oil content and acceptable levels of the other characters. Twenty-two F<sub>6</sub> lines and three checks were cultivated in three field trials – two in the municipality of Apodi, in the state of Rio Grande do Norte, and one in the municipality of Barbalha, in the state of Ceará, both in Brazil. The genetic parameters and the genetic gain from selecting 20% of the lines were estimated according to their means in each environment and in the group of environments. Regarding oil content, there is genetic variability, and the selection based on the overall mean is indicated, since this character showed high heritability, with 4.58% expected gain. The lines selected with this criterion have oil contents between 23.52 and 24.51%, which are higher than those of the Brazilian cultivar BRS Aroeira with the highest grain oil content (22.04%).

Index terms: *Gossypium hirsutum*, gain from selection, genotype x environment interaction, seed quality, indirect selection.

## Introdução

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é cultivado principalmente em razão de sua fibra, mas a sua semente é um importante subproduto do beneficiamento, uma vez que é a segunda principal fonte de óleo vegetal no mundo (Ashokkumar & Ravikesavan, 2008). O óleo da semente de algodão tem diversas aplicações nos setores alimentício, cosmético e farmacêutico, além de ser largamente utilizado como óleo comestível e matéria prima para o biodiesel.

O óleo comestível de algodão apresenta alta estabilidade térmica e uma combinação de ácidos graxos benéfica à saúde, com quantidades equilibradas de ômega 3 e 6, além de vitaminas do complexo A, D e E (Ashokkumar & Ravikesavan, 2011). O biodiesel de algodão tem alta qualidade, em razão de sua elevada densidade (0,875 g cm<sup>-3</sup>), baixa viscosidade (6,00 cSt

a 37,8°C), ausência de enxofre, baixo teor de oxigênio (~11%) e capacidade inflamável superior à do diesel mineral, além de não ser corrosível (Freire et al., 2009). Portanto, devido às suas boas propriedades e à elevada demanda existente pelo óleo de semente de algodão, o aumento do teor de óleo também deve ser buscado nos programas de melhoramento do algodão, aliado a caracteres de rendimento e propriedades da fibra.

A variabilidade genética quanto ao teor de óleo em algodão é extensamente relatada na literatura. Diversos autores avaliaram o teor de óleo em materiais não adaptados e em cultivares melhoradas, tendo encontrado valores entre 13,6 e 30,2% (Turner et al., 1976; Lukonge et al., 2007; Carvalho et al., 2008; Cavalho et al., 2010; Khan et al., 2010). Outros obtiveram de moderada a elevada herdabilidade no sentido amplo e reduzida herdabilidade no sentido

restrito, quanto ao teor de óleo na semente (Azhar & Ajmal, 1999; Azhar & Ahmad, 2000; Khan et al., 2007). Quanto à correlação do teor de óleo com caracteres de qualidade ou rendimento de fibra, há relatos desde ausência de correlação até correlações elevadas, com reduzida repetibilidade das correlações (Turner et al., 1976; Dani, 1991; Mert et al., 2005; An et al., 2010; Badigannavar, 2010).

Apesar da vasta literatura quanto ao teor de óleo na semente de algodão, muito pouco foi realizado quanto ao melhoramento genético. Nesses trabalhos, é importante que se estimem os principais parâmetros genéticos relacionados às características mensuradas, às correlações genéticas, ao ganho com a seleção quanto ao teor de óleo e a resposta correlacionada aos demais caracteres. Estudos nessa direção são fundamentais para o desenvolvimento de novas cultivares com alto teor de óleo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de óleo e os caracteres relacionados à qualidade e ao rendimento de fibra em linhagens de algodão, para selecionar materiais com alto teor de óleo e níveis aceitáveis dos demais caracteres.

## Material e Métodos

Vinte e duas linhagens  $F_6$  de algodão, derivadas de nove cruzamentos biparentais entre acessos com alto teor de óleo – pertencentes ao banco de germoplasma e linhagens-elite do Programa de Melhoramento do Algodoeiro da Embrapa Algodão –, bem como três testemunhas quanto ao alto teor de óleo (C-300-91, V3 e 'BRS Aroeira'), foram cultivadas em três ensaios conduzidos em campo, sob irrigação. Os cruzamentos envolveram os materiais CNPA BA 2005 8909 x Acala 1.13-3-1, CNPA BA 2005 3008 x 149 FURRS, CNPA GO 2002 2043 x 'BRS Aroeira', CNPA BA 2002 2043 x Acala 1.13-3-1, CNPA BA 2005 3008 x Acala 1.13-3-1, CNPA BA 2003 2059 x Acala 1.13-3-1, CNPA BA 2003 2059 x 149 FURRS, 'BRS Buriti' x Acala 1.13-3-1 e CNPA BA 2005 8909 x 'BRS Aroeira', além das respectivas gerações de  $F_2$  a  $F_5$  conduzidas pelo método genealógico. A seleção foi realizada entre e dentro das progênies, quanto ao caráter teor de óleo na semente.

As linhagens  $F_6$  e as testemunhas foram cultivadas nos municípios de Apodi, RN, entre 12/2013 e 12/2014, e de Barbalha, CE, a partir de 12/2014. Utilizou-se o

delineamento de blocos ao acaso com duas repetições. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 5 m de comprimento, com 25 plantas em cada uma. Na colheita, 20 capulhos foram coletados em cada parcela, tendo-se determinado o teor de óleo na semente e avaliados os seguintes caracteres: percentual de fibra, massa de um capulho (g); comprimento de fibra ou UHM (mm), uniformidade (%), índice de fibras curtas (%), resistência (gf/tex), alongamento (%), índice "micronaire" ( $\mu\text{g pol}^{-1}$ ), índice de maturidade (%) e fiabilidade. O percentual de óleo na semente foi determinado pelo sistema de ressonância magnética nuclear (RMN) de baixo campo, MQA 7005, (Oxford Instruments, Abingdon/Oxfordshire, Inglaterra), tendo-se utilizado um eletroímã de 0,47T. As características relacionadas à fibra foram determinadas em high-volume instrument (HVI), Uster HVI 1000 (Uster Technologies, Uster, Zurich, Suíça).

A variância dos tratamentos foi decomposta em fontes de variação atribuídas aos genótipos, às testemunhas e ao contraste genótipos x testemunhas. O efeito de genótipos foi considerado aleatório, e o de ambientes, fixo. A partir da análise de variância em cada ambiente, foram estimados os seguintes parâmetros: variâncias fenotípica e genotípica, entre as médias; herdabilidade, com base na média das progênies; razão entre o coeficiente de variação genético e o ambiental; ganho esperado com a seleção de 20% das melhores progênies quanto ao teor de óleo; e resposta correlacionada nos demais caracteres. Esses parâmetros foram determinados da seguinte forma: variância genotípica entre as médias,  $\hat{\sigma}_g^2 = (\text{QMG} - \text{QMR}) / r$ ; variância fenotípica entre as médias,  $\hat{\sigma}_f^2 = \text{QMG} / r$ ; herdabilidade baseada na média de progênies,  $h^2 = \hat{\sigma}_g^2 / \hat{\sigma}_f^2$ ; coeficiente de variação genético,  $\text{CV}_g (\%) = 100 \sqrt{\hat{\sigma}_g^2} / M_g$ ; coeficiente de variação ambiental,  $\text{CV}_e (\%) = 100 \sqrt{\hat{\sigma}_e^2} / M_g$ ; razão  $\text{CV}_g / \text{CV}_e = \sqrt{\hat{\sigma}_g^2 / \hat{\sigma}_e^2}$ ; variância ambiental,  $\hat{\sigma}_e^2 = \text{QMR}$ ; ganho com base no diferencial de seleção,

$\text{GS}_i = (\bar{X}_{si} - \bar{X}_{oi})h_i^2 = \text{DS}_i h_i^2$ ; e ganho indireto no caráter  $j$ , pela seleção no caráter  $i$ ,  $\text{GS}_{j(i)} = \text{DS}_{j(i)} h_j^2$ . Nessas equações, foram utilizadas as seguintes definições: QMG, quadrado médio de genótipos; QMR, quadrado médio do resíduo;  $r$ , número de repetições;  $M_g$ , média geral;  $\bar{X}_{si}$ , média dos indivíduos selecionados quanto ao caráter  $i$ ;  $\bar{X}_{oi}$ , média original da população quanto ao caráter  $i$ ;  $\text{DS}_i$ , diferencial de seleção praticado na

população quanto ao caráter  $i$ ;  $h_i^2$ , herdabilidade da média de progênies para o caráter  $i$ ;  $h_j^2$ , herdabilidade da média de progênies para o caráter  $j$ ;  $GS_i$ , ganho pela seleção direta no caráter  $i$ ;  $GS_{j(i)}$ , ganho indireto no caráter  $j$ , pela seleção no caráter  $i$ ; e  $DS_{j(i)}$ , diferencial de seleção indireto, obtido em função da média do caráter  $j$ , em progênies cuja superioridade foi evidenciada com base no caráter  $i$ , sobre o qual se pratica a seleção direta. Em cada ambiente, os coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e de ambiente foram estimados para os 11 caracteres, e testados pelo teste  $t$ .

Realizou-se, ainda, a análise de variância conjunta, tendo-se obtido estimativas de variância fenotípica, genotípica e da interação genótipo x ambiente (GxA); herdabilidade; e razão entre o coeficiente de variação genético e o ambiental. Esses parâmetros foram determinados da seguinte forma:

$$\hat{\sigma}_g^2 = \left( \frac{QMG - QMR}{ar} \right); \hat{\sigma}_{ga}^2 = \left( \frac{QMGA - QMR}{r} \right) \left( \frac{a-1}{a} \right);$$

$$h^2 = \hat{\sigma}_g^2 / (QMG / ar); CV_g (\%) = 100 \sqrt{\hat{\sigma}_g^2} / M_g;$$

$$CV_e (\%) = 100 \sqrt{\hat{\sigma}_e^2} / M_g; CV_g / CV_e = \sqrt{\hat{\sigma}_g^2 / \hat{\sigma}_e^2}; e$$

$\hat{\sigma}_e^2 = QMR$ ; . Nessas equações, foram utilizadas as seguintes definições: QMG, quadrado médio de genótipos; QMGA, quadrado médio da interação GxA; QMR, quadrado médio do resíduo;  $g$ , número de genótipos;  $a$ , número de ambientes;  $r$ , número de repetições;  $m$ , média geral; e  $\hat{\sigma}_e^2$ , variância ambiental.

As percentagens das partes simples e complexa do QMGA, entre os pares de ambientes, foram calculadas de acordo com Cruz & Castoldi (1991). A partir dos valores de média geral e herdabilidade, estimou-se o ganho direto com a seleção de 20% das melhores progênies, quanto ao teor de óleo, e o indireto, quanto aos demais caracteres, conforme descrito anteriormente. Todas as análises foram processadas com auxílio do programa Genes (Cruz, 2006).

## Resultados e Discussão

A análise de variância em cada ambiente revelou diferença entre os teores de óleo das 22 linhagens  $F_6$ , exceto em Apodi, em 2014, onde o efeito de genótipos não foi significativo (Tabela 1). Em Apodi, em 2013 e 2014, e em Barbalha, em 2014, a variação do teor de óleo entre as linhagens foi de 21,67–27,59, 20,1–24,2

e 17,0–22,6%, respectivamente, enquanto entre as testemunhas a variação foi de 22,93–25,93, 20,4–21,3 e 19,4–19,8% (Tabela 2).

A análise conjunta revelou contrastes significativos entre linhagens, entre linhagens e testemunhas e entre ambientes, além de interação GxA quanto ao teor de óleo. Entre os pares de ambientes, a interação GxA foi significativa entre Apodi, 2013, e Barbalha, 2014, onde as percentagens das partes simples e complexa do QMGA foram iguais a 8,52 e 91,48%, respectivamente. Entre os efeitos principais, o de ambientes teve a maior contribuição quanto à variação do teor de óleo. A média geral para o teor de óleo variou de 20,14 a 24,51% entre as linhagens e de 21,33 a 22,04% entre as testemunhas. Entre as linhagens, os maiores teores foram observados para CNPA2011-3 (24,51%), seguida por CNPA2011-5 (23,81%) e CNPA2011-14 (23,56%), valores superiores aos 22,04% obtidos para 'BRS Aroeira', a testemunha com o maior teor de óleo. Outras 11 linhagens também superaram o teor de óleo de 'BRS Aroeira': CNPA2011-1, CNPA2011-2, CNPA2011-4, CNPA2011-8, CNPA2011-9, CNPA2011-10, CNPA2011-11, CNPA2011-13, CNPA2011-20, CNPA2011-21 e CNPA2011-22.

Na análise conjunta, também observou-se variabilidade em todos os outros dez caracteres avaliados. O efeito de ambientes foi significativo, para a maioria deles, e o da interação GxA para a percentagem de fibra e o alongamento. Para esses caracteres, em geral, a herdabilidade foi elevada, exceto quanto à uniformidade e ao índice de fibras curtas, em que ela foi mediana. Entre os pares de ambientes, a interação GxA foi significativa entre Apodi, 2013, e Barbalha, 2014, quanto à percentagem de fibra e ao alongamento; e entre Apodi, 2014, e Barbalha, 2014, quanto ao alongamento, em que as percentagens das partes simples e complexas dos QMGA foram iguais a 29,36 e 70,64%, 13,27 e 86,73%, e 33,87 e 66,13%, respectivamente. Portanto, para esses caracteres e para o teor de óleo, o desempenho dos genótipos muda de acordo com o ambiente utilizado.

Os coeficientes de variação quanto ao teor de óleo ficaram abaixo de 8%, valores que são aceitáveis para a característica teor de óleo no grão. A precisão experimental maior em Apodi, 2013, possibilitou o menor coeficiente de variação e a maior estimativa de herdabilidade. A razão (1,84) entre o maior e o menor valor de quadrado médio residual

**Tabela 1.** Análise de variância individual e conjunta dos ambientes e herdabilidade para teor de óleo e outros dez caracteres agrônômicos, avaliados nas linhagens F<sub>6</sub> de algodão (*Gossypium hirsutum*) cultivadas em Apodi, 2013; Apodi, 2014; e Barbalha, 2014<sup>(1)</sup>.

Fonte de variação	GL	Fibra (%)	M/ICAP	UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	CSP	Óleo (%)
Apodi, 2013												
Tratamento	24	4,5**	1,4 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	2,3*	1,3 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	2,2*	1,2 <sup>ns</sup>	3,9**
Genótipo	21	4,1**	1,3 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	2,3*	0,8 <sup>ns</sup>	4,2**
Testemunha	2	5,8**	2,0 <sup>ns</sup>	4,4*	4,4*	9,1**	9,1**	0,2 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	6,2**	3,3 <sup>ns</sup>
Gen. x test.	1	10,9**	0,3 <sup>ns</sup>	2,0 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	4,0 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média geral	-	42,3	6,2	28,1	83,8	7,5	29,6	5,9	5,3	0,9	2.405,9	24,8
Tratamento	-	42,5	6,2	28,0	83,9	7,4	29,6	5,9	5,3	0,9	2.406,2	24,9
Testemunha	-	41,0	6,1	28,7	83,2	7,9	29,4	5,5	5,1	0,9	2.403,7	24,6
h <sup>2</sup> (%)	-	75,8	25,9	-	11,2	-	44,0	19,3	47,4	57,1	-	75,9
CV (%)	-	2,45	7,4	4,0	1,5	11,5	5,53	8,5	6,3	1,0	10,9	4,8
Apodi, 2014												
Tratamento	24	3,8**	4,6**	4,2**	3,4**	3,2**	2,8**	2,2*	1,6 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	5,9**	1,2 <sup>ns</sup>
Genótipo	21	3,6**	4,3**	4,0**	2,8**	1,6 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	2,5*	1,6 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	4,3**	1,1 <sup>ns</sup>
Testemunha	2	7,0**	7,0**	3,8*	6,6**	17,8**	11,2**	0,1 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	12,6**	0,2 <sup>ns</sup>
Gen. x test.	1	0,9 <sup>ns</sup>	4,5*	10,2**	10,1**	8,3**	5,2*	0,3 <sup>ns</sup>	3,0 <sup>ns</sup>	2,4 <sup>ns</sup>	24,9**	4,6*
Resíduo	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média geral	-	39,7	6,2	29,8	85,5	6,9	31,4	4,9	4,6	0,9	2.928,3	21,9
Tratamento	-	39,7	6,2	30,0	85,6	6,8	31,6	4,9	4,5	0,9	2.971,5	22,1
Testemunha	-	39,2	6,6	28,6	84,4	7,5	30,1	4,9	4,9	0,9	2.611,3	20,7
h <sup>2</sup> (%)	-	72,4	76,9	75,1	63,7	36,6	46,8	60,1	37,9	43,2	76,8	12,6
CV (%)	-	3,0	6,0	3,3	1,0	7,5	4,9	7,3	9,9	1,3	5,7	6,6
Barbalha, 2014												
Tratamento	24	6,7**	4,2**	6,8**	3,4**	12,0**	4,0**	7,6**	16,5**	7,4**	4,8**	2,0*
Genótipo	21	5,5**	3,5**	5,7**	2,5*	4,0**	2,6*	8,1**	17,6**	7,6**	2,6*	2,3*
Testemunha	2	20,5**	11,1**	21,8**	11,1**	82,7**	20,3**	1,5 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	3,5*	25,5**	0,04 <sup>ns</sup>
Gen. x test.	1	3,8 <sup>ns</sup>	7,1*	1,2 <sup>ns</sup>	5,6*	40,7**	1,5 <sup>ns</sup>	9,4**	21,4**	10,4**	8,9**	0,6 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média geral	-	40,5	6,4	29,9	85,4	6,9	30,3	5,2	4,4	0,9	2.904,2	20,1
Tratamento	-	40,6	6,3	30,0	85,5	6,8	30,4	5,2	4,3	0,9	2.931,7	20,2
Testemunhas	-	39,8	6,8	29,6	84,6	7,8	29,6	4,9	4,6	0,9	2.703,0	19,6
h <sup>2</sup> (%)	-	81,7	71,1	82,4	60,6	74,7	61,6	87,7	94,3	86,9	61,3	55,6
CV (%)	-	2,3	5,9	2,9	1,1	4,9	4,8	4,8	3,4	0,7	6,1	7,9
Apodi, 2013; Apodi, 2014; e Barbalha, 2014												
Tratamento	24	10,6**	6,5**	8,0**	4,5**	7,2**	6,4**	4,3**	3,5**	5,3**	6,2**	3,1**
Genótipo	21	8,9**	5,6**	6,8**	2,6**	2,1**	3,7**	4,4**	3,8**	5,6**	3,2**	3,3**
Testemunha	2	28,9**	16,7**	22,7**	19,2**	54,1**	35,9**	0,6	0,6	3,0	34,6**	0,4
Grupo	1	11,7**	4,8*	2,2	13,4**	19,1**	4,5*	8,6**	2,2	3,9	14,5**	4,2*
Ambiente	2	27,9**	1,2 <sup>ns</sup>	11,1**	22,7**	5,0*	13,9	33,6**	39,1**	22,4**	47,4**	41,7**
Trat. x amb.	48	1,9**	1,4 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	1,7*
Gen. x amb.	42	2,0**	1,4 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	1,7*	1,2 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	1,8*
Test. x amb.	4	0,8 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
Grupo x amb.	2	1,1	2,8 <sup>ns</sup>	5,7**	0,4 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	3,6*	2,4 <sup>ns</sup>	4,1*	0,8 <sup>ns</sup>
Resíduo	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média geral	-	40,8	6,3	29,3	84,9	7,1	30,4	5,3	4,7	0,9	2.746,2	22,3
Tratamento	-	40,9	6,2	29,3	85,0	7,0	30,5	5,4	4,7	0,9	2.769,8	22,4
Testemunha	-	40,0	6,5	28,9	84,1	7,7	29,7	5,1	4,9	0,9	2.572,7	21,6
h <sup>2</sup> (%)	-	88,7	82,1	85,4	62,2	53,3	72,7	77,4	74,0	82,1	68,3	69,6
CV (%)	-	2,6	6,4	3,4	1,2	8,6	5,1	7,2	8,5	1,0	7,5	6,4

<sup>(1)</sup>M/ICAP, massa de um capulho (g); UHM, comprimento de fibra (mm); UNF, uniformidade (%); SFI, índice de fibras curtas (%); STR, resistência (gf/tex); ELG, alongamento (%); MIC, índice micronaire (µg pol<sup>-1</sup>); MAT, maturidade (%); CSP, fiabilidade; Gen. x test., genótipo versus testemunha; Trat. x amb., tratamento versus ambiente; Gen. x amb., genótipo versus ambiente; Test. x amb., testemunha versus ambiente; Grupo x amb., grupo de ambientes versus ambiente individual. <sup>ns</sup>Não significativo. \* e \*\*Significativo pelo teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

indicou homogeneidade das variâncias residuais. A herdabilidade variou de baixa, em Apodi, 2014, a moderada, em Barbalha, 2014, e elevada em Apodi, 2013, e teve valor elevado com base na média geral dos três ambientes. O coeficiente de variação genético apresentou estimativa elevada em Apodi, 2013, e Barbalha, 2014, e estimativa moderada nos ambientes em conjunto. A razão CVg/CVe apresentou valor maior do que 1,0 em Apodi, 2013, e valor próximo à unidade em Barbalha, 2014 (Tabela 3). Assim, a eficiência da seleção direta quanto ao teor de óleo deve ser maior em Apodi, 2013, e em Barbalha, 2014, e menor em Apodi, 2014, em razão da baixa herdabilidade ou da maior influência ambiental sobre o teor de óleo nesse ambiente.

Além da variância genética, o CVg e a razão CVg/CVe são parâmetros utilizados na quantificação da variabilidade genética, quando se deseja determinar o potencial de uma população para fins de melhoramento

**Tabela 2.** Teor médio de óleo apresentado por cada linhagem de algodão (*Gossypium hirsutum*) F<sub>6</sub> e testemunha, nos três ambientes avaliados, a partir da análise conjunta dos ambientes.

Genótipo	Teor de óleo (%)			
	Apodi, 2013	Apodi, 2014	Barbalha, 2014	Conjunta
CNPA2011-1	26,44	22,8	17,45	22,23
CNPA2011-2	25,45	23,05	22,05	23,52
CNPA2011-3	27,59	24,2	21,75	24,51
CNPA2011-4	26,45	22,45	17,7	22,20
CNPA2011-5	27,57	22,4	21,45	23,81
CNPA2011-6	25,05	23,1	17,95	22,03
CNPA2011-7	22,99	21,95	20	21,65
CNPA2011-8	25,27	22,65	22,45	23,46
CNPA2011-9	25,79	22,65	20,3	22,91
CNPA2011-10	23,24	23,4	20,85	22,50
CNPA2011-11	26,54	22	19	22,51
CNPA2011-12	23,74	20,4	21,4	21,85
CNPA2011-13	25,03	21,6	22,55	23,06
CNPA2011-14	25,24	22,85	22,6	23,56
CNPA2011-15	22,37	21,35	19,55	21,09
CNPA2011-16	22,77	22,2	19,3	21,42
CNPA2011-17	21,67	21,65	20,1	21,14
CNPA2011-18	23,44	20,15	19,35	20,98
CNPA2011-19	23,32	20,1	17	20,14
CNPA2011-20	24,69	23,35	19,05	22,36
CNPA2011-21	26,87	21,05	20,65	22,86
CNPA2011-22	25,42	20,85	21,4	22,56
'BRS Aroeira'	25,93	20,4	19,8	22,04
V3	24,80	20,5	19,4	21,57
C-300-91	22,93	21,3	19,75	21,33

genético. O CVg dá ideia sobre a proporcionalidade do ganho em relação à média, e a relação CVg/CVe > 1 indica condição favorável à seleção e boa perspectiva de ganho genético (Araújo et al., 2014). A herdabilidade expressa a confiabilidade do valor fenotípico como estimador do valor genotípico, de modo que quanto maior a herdabilidade, maior deve ser o ganho genético com a seleção (Falconer & Mackay, 1996; Carvalho et al., 2015).

As correlações genéticas entre o teor de óleo e os demais caracteres apresentaram, em geral, baixa magnitude, expressiva variação e frequente inversão do sinal, conforme o ambiente (Tabela 4). A falta de correlação genética pode ter decorrido da falta de variação em vários caracteres em Apodi, 2013 e Apodi, 2014, e do número de genótipos avaliados, uma vez que, quando o tamanho da amostra é pequeno, o valor do coeficiente de correlação deve ser próximo de 1,0 para ser significativo (Cargnelutti Filho et al., 2010). Pelas correlações residuais, poucas vezes o ambiente influenciou as características em direções opostas, como observado em Apodi, 2013, entre o teor de óleo e as características massa de um capulho, uniformidade e índice de fibras curtas e, em Barbalha, 2014, entre o teor de óleo e o índice de fiabilidade. Alguns trabalhos sobre o algodão (Dani, 1991; Munawar & Malik, 2013; Erande et al., 2014) relatam ausência de correlação do teor de óleo e de caracteres relacionados ao rendimento e à qualidade de fibra; outros, no entanto, mostraram correlações significativas (Mert et al., 2005; Qayyum et al., 2010; Badigannavar & Myers, 2015).

**Tabela 3.** Estimativas de parâmetros genéticos para as linhagens de algodão (*Gossypium hirsutum*) F<sub>6</sub>, nos três ambientes avaliados, a partir da análise conjunta dos ambientes<sup>(1)</sup>.

Ambiente	h <sup>2</sup> (%)	CVg (%)	CVg/ CVe	$\sigma_f^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\sigma_g^2$	$\sigma_{ga}^2$
Apodi, 2013	75,9	5,98	1,3	2,91	0,7	2,21	-
Apodi, 2014	12,6	1,78	0,3	1,23	1,07	0,16	-
Barbalha, 2014	55,6	6,31	0,8	2,91	1,29	1,62	-
Conjunto	69,6	3,95	0,6	1,12	2,04	0,78	0,55

<sup>(1)</sup>h<sup>2</sup>, herdabilidade com base na média de progênies; CVg, coeficiente de variação genética; CVg/CVe, razão entre coeficiente de variação genética e coeficiente de variação ambiental;  $\sigma_f^2$ , variância fenotípica ao nível de médias;  $\hat{\sigma}_e^2$ , variância ambiental ao nível de médias;  $\sigma_g^2$ , variância genotípica ao nível de médias; e  $\sigma_{ga}^2$ , variância decorrente da interação entre genótipos e ambientes.

Os ganhos genéticos com a seleção de 20% das melhores linhagens quanto ao teor de óleo, em cada ambiente, e para a média geral das linhagens, nos três ambientes, são apresentados na Tabela 5. Em Apodi,

2013, e Barbalha, 2014, espera-se um ganho de cerca de 6% do teor de óleo, pela seleção direta; enquanto em Apodi, 2014, o ganho esperado é de apenas 0,06%, em razão da baixa herdabilidade para o teor de óleo

**Tabela 4.** Correlações genéticas entre o teor de óleo e outros dez caracteres agrônômicos relacionados ao rendimento e à qualidade de fibra, a partir das linhagens F<sub>6</sub> de algodão (*Gossypium hirsutum*), nos três ambientes avaliados.

Caráter <sup>(1)</sup>	Correlação fenotípica			Correlação genotípica			Correlação de ambientes		
	Apodi, 2013	Apodi, 2014	Barbalha, 2014	Apodi, 2013	Apodi, 2014	Barbalha, 2014	Apodi, 2013	Apodi, 2014	Barbalha, 2014
Fibra (%)	0,20 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,27 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	-1,15 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,33 <sup>ns</sup>
M/ICAP	0,24 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-3,64 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	0,45*	0,21 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>
UHM	0,18 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	-	0,25 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>
UNF	0,33 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,28 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>	0,51*	0,15 <sup>ns</sup>	-0,40 <sup>ns</sup>
SFI	-0,32 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	1,48 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	-0,49*	-0,39 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
STR	0,31 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,35 <sup>ns</sup>
ELG	0,09 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,50 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>
MIC	0,29 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	-0,60 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
MAT	0,27 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>
CSP	0,29 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-	0,81 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	-0,46*

<sup>(1)</sup>M/ICAP, massa de um capulho (g); UHM, comprimento de fibra (mm); UNF, uniformidade (%); SFI, índice de fibras curtas (%); STR, resistência (gf/tex); ELG, alongamento (%); MIC, índice micronaire ( $\mu\text{g}/\text{pol}^{-1}$ ); MAT, maturidade (%); e CSP, fiabilidade. <sup>ns</sup>Não significativo. \*Significativo pelo teste t a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Predição do ganho genético com a seleção de 20% das melhores linhagens de algodão (*Gossypium hirsutum*), quanto ao teor de óleo, em cada ambiente e na média geral dos ambientes, a partir da população de 22 linhagens F<sub>6</sub> e das médias das linhagens selecionadas.

Variável <sup>(1)</sup>	$\bar{X}_o$	$\bar{X}_s$	h <sup>2</sup> (%)	Ganho de seleção (GS)	GS (%)
Apodi, 2013	24,86	27,14	72,79	1,66	6,68
Linhagens selecionadas e respectivas médias	CNPA2011-3	CNPA2011-5	CNPA2011-21	CNPA2011-11	-
Percentual de óleo	27,59	27,57	26,87	26,54	-
Apodi, 2014	22,10	23,51	0,98	0,014	0,06
Linhagens selecionadas e respectivas médias	CNPA2011-3	CNPA2011-10	CNPA2011-20	CNPA2011-6	-
Percentual de óleo	24,20	23,40	23,35	23,10	-
Barbalha, 2014	20,18	22,41	52,21	1,17	5,78
Linhagens selecionadas e respectivas médias	CNPA2011-14	CNPA2011-13	CNPA2011-8	CNPA2011-2	-
Percentual de óleo	22,60	22,55	22,45	22,05	-
Conjunto de ambientes	22,38	23,85	69,64	1,02	4,58
Linhagens selecionadas e respectivas médias	CNPA2011-3	CNPA2011-5	CNPA2011-14	CNPA2011-2	-
Percentual de óleo	24,51	23,81	23,56	23,52	4,58
Percentual de fibra	40,78	41,70	40,57	41,67	0,56
M/ICAP	5,98	6,25	6,08	7,30	2,11
UHM	29,55	29,42	30,45	28,18	0,26
UNF	85,22	85,43	83,73	84,92	-0,14
SFI	6,90	6,85	7,52	6,85	-0,01
STR	30,17	33,03	30,37	31,68	1,87
ELG	5,30	5,52	5,23	5,33	-0,29
MIC	4,57	4,65	4,23	5,05	-1,52
MAT	0,88	0,88	0,87	0,89	-0,16
CSP	2816,33	2985,83	2796,17	2692,17	1,3

<sup>(1)</sup>M/ICAP, massa de um capulho (g); UHM, comprimento de fibra (mm); UNF, uniformidade (%); SFI, índice de fibras curtas (%); STR, resistência (gf/tex); ELG, alongamento (%); MIC, índice micronaire ( $\mu\text{g}/\text{pol}^{-1}$ ); MAT, maturidade (%); e CSP, fiabilidade.  $\bar{X}_o$ , média original; e  $\bar{X}_s$ , média dos indivíduos selecionados; e h<sup>2</sup>, herdabilidade com base na média de progênies.

nesse ensaio. Na seleção em Apodi, 2013, e Barbalha, 2014, as linhagens selecionadas não coincidiram entre si, o que explicita a interação GxA, significativa e predominantemente complexa nesse par de ambientes. Por sua vez, o ganho com a seleção com base na média geral, para o teor de óleo, foi de cerca de 5%. Esse ganho, que é de 1 a 2% inferior àqueles obtidos em Apodi, 2013, e Barbalha, 2014, foi, não obstante, o mais vantajoso, pois há interesse em se maximizar o ganho no maior número de ambientes. Portanto, uma vez que o ganho genético é apenas ligeiramente inferior às estimativas em Apodi, 2013, e Barbalha, 2014, é mais indicada a estratégia que visa obter materiais superiores na região como um todo.

Apesar da significativa interação GxA, o componente genotípico ainda conferiu elevada herdabilidade ao teor de óleo. Dessa forma, a herdabilidade foi elevada, e o ganho genético foi somente ligeiramente inferior aos estimados em Apodi, 2013, e Barbalha, 2014. Assim, a seleção com base na média geral para o teor de óleo deve ser preferida, em relação à seleção em cada ambiente.

A elevada herdabilidade para o teor de óleo, nos ambientes avaliados em conjunto, mostra que boa parte da variância fenotípica decorreu da variância genotípica que é, na geração F<sub>6</sub>, em grande parte decorrente da própria variância aditiva, uma vez que quase não há efeito de dominância. Tanto a ação gênica aditiva (Azhar & Ajmal, 1999; Khan et al., 2007) como a não aditiva (Ahmad et al., 2005; Khan et al., 2007) foram relatadas para o teor de óleo em algodão, mas a não aditiva parece ter maior importância (Azhar & Ahmad, 2000; Munawar & Malik, 2013). Isso é indicativo de que, a seleção em gerações avançadas, como em F<sub>6</sub>, é apropriada, uma vez que o efeito de dominância é praticamente inexistente.

A resposta correlacionada nos outros caracteres avaliados, com a seleção em Apodi, 2013; Apodi, 2014; e Barbalha, 2014, tendo-se considerado a média geral para o teor de óleo, é apresentada na Tabela 6. A resposta correlacionada variou entre os ambientes, de positiva a negativa, exceto quanto aos caracteres percentual de fibra e comprimento de fibra. O ganho indireto para o total de caracteres e sua soma com o ganho direto do teor de óleo foram positivos em Apodi, 2013, e Barbalha, 2014, mas negativos em Apodi, 2014. Pela seleção com base na média geral do teor de óleo, os respectivos ganhos foram positivos e maiores que

os obtidos em cada ambiente. Portanto, para a resposta correlacionada, a seleção quanto ao teor de óleo com base na média geral também parece ser a mais viável. Neste caso, o ganho indireto para o total de caracteres deve ser positivo, mas ligeira redução é esperada nos caracteres uniformidade, índice de fibras curtas, alongamento e índice micronaire. A maior redução, de -1,52%, é esperada no índice micronaire. Entretanto, algum ganho indireto deve ocorrer para os caracteres percentual de fibra (0,56%), massa de um capulho (2,11%), comprimento de fibra (0,26%), resistência (1,87%) e fiabilidade (1,3%). Esses caracteres podem apresentar ligeiro aumento com a seleção quanto ao teor de óleo, com base na média geral. Essa relação indireta é importante para programas que visem o aumento do teor de óleo, uma vez que o rendimento e a qualidade da fibra – principalmente no que se refere ao comprimento – estão entre os caracteres de maior importância para a cultura do algodão.

As linhagens CNPA2011-2, CNPA2011-3, CNPA2011-5 e CNPA2011-14, selecionadas com base na média geral do teor de óleo, também apresentaram médias razoáveis para o percentual de fibra e para a

**Tabela 6.** Ganhos percentuais direto e indireto com a seleção em Apodi, 2013; Apodi, 2014; e Barbalha, 2014, e com base na média geral quanto ao teor de óleo de 20% das melhores linhagens F<sub>6</sub> de algodão (*Gossypium hirsutum*).

Característica <sup>(1)</sup>	Ganho genético (%)			
	Apodi, 2013	Apodi, 2014	Barbalha, 2014	Média geral
Fibra (%)	-0,71	-0,54	-0,48	0,56
M/ICAP	0,65	-3,42	2,12	2,11
UHM	0,0	1,91	1,12	0,26
UNF	0,35	0,3	-0,25	-0,14
SFI	-2,22	-1,19	1,45	-0,01
STR	1,39	-0,21	-0,11	1,87
ELG	0,22	0,64	-1,84	-0,29
MIC	1,91	-1,97	0,89	-1,52
MAT	0,45	-0,29	0,22	-0,16
CSP	0,0	3,54	-0,53	1,3
Óleo (%)	6,68	0,06	5,78	4,58
GI total	2,04	-1,23	2,59	3,98
GI total + GD	8,72	-1,17	8,37	8,56

<sup>(1)</sup>M/ICAP, massa de um capulho (g); UHM, comprimento de fibra (mm); UNF, uniformidade (%); SFI, índice de fibras curtas (%); STR, resistência (gf/tex); ELG, alongamento (%); MIC, índice micronaire (µg/pol<sup>-1</sup>); MAT, maturidade (%); e CSP, fiabilidade. GI total, soma dos ganhos indiretos pela seleção com base no teor de óleo; GI total + GD, soma dos ganhos diretos e indiretos pela seleção com base no teor de óleo.

massa de um capulho, além de propriedades de fibra dentro do padrão do algodão de fibra média, com excelente uniformidade e índice micronaire. Nos próximos anos, estas linhagens devem ser testadas em ensaios de competição e de valor de cultivo, para a seleção de nova cultivar. Além disso, as linhagens selecionadas deverão ser cruzadas entre si e com outros acessos com alto teor de óleo, para dar início a novos programas de melhoramento com vistas à obtenção de até 30% de teor de óleo. A importância dessa meta é destacada pelo fato de que, no Brasil, a variedade com o maior teor de óleo – a 'BRS Aroeira' – apresenta cerca de 22% de óleo na semente, em média (Freire et al., 2009).

### Conclusões

1. Há variabilidade genética quanto ao teor de óleo entre as linhagens F<sub>6</sub> de algodão (*Gossypium hirsutum*) avaliadas.

2. A seleção com base na média geral do teor de óleo é viável, de acordo com os resultados obtidos de herdabilidade e ganho predito com a seleção.

3. As linhagens selecionadas por esse critério têm padrão de fibra média e superam o teor de óleo da cultivar brasileira, BRS Aroeira, com o maior teor de óleo no grão.

4. A seleção quanto ao alto teor de óleo parece não comprometer o rendimento nem a qualidade da fibra.

### Referências

- AHMAD, R.D.; MALIK, A.J.; HASSAN, G.; KHAN, M.U. Genetic architecture of some quantitative traits of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Gomal University Journal of Research**, v.21, p.55-57, 2005.
- AN, C.; JENKINS, J.N.; WU, J.; GUO, Y.; MCCARTY, J.C. Use of fiber and fuzz mutants to detect QTL for yield components, seed, and fiber traits of upland cotton. **Euphytica**, v.172, p.21-34, 2010. DOI: 10.1007/s10681-009-0009-2.
- ARAÚJO, B.L.; ARNHOLD, E.; OLIVEIRA JUNIOR, E.A. de; LIMA, C.F. de. Parâmetros genéticos em cultivares de sorgo granífero avaliados em safrinha. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.8, p.51-59, 2014.
- ASHOKKUMAR, K.; RAVIKESAVAN, R. Conventional and molecular breeding approaches for seed oil and seed protein content improvement in cotton. **International Research Journal of Plant Science**, v.2, p.37-45, 2011.
- ASHOKKUMAR, K.; RAVIKESAVAN, R. Genetic studies of combining ability estimates for seed oil, seed protein and fibre quality traits in upland cotton (*G. hirsutum* L.). **Research Journal of Agriculture and Biology Sciences**, v.4, p.798-802, 2008.
- AZHAR, F.M.; AHMAD, M. Inheritance pattern of cotton seed oil in diverse germplasm of *Gossypium hirsutum* L. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.3, p.1250-1252, 2000. DOI: 10.3923/pjbs.2000.1250.1252.
- AZHAR, F.M.; AJMAL, S.U.K. Diallel analysis of oil content in seed of *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Genetics and Breeding**, v.53, p.19-23, 1999.
- BADIGANNAVAR, A. **Characterization of quantitative traits using association genetics in tetraploid and genetic linkage mapping in diploid cotton (*Gossypium* spp.)**. 2010. 153p. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Faculty of the Louisiana State University, Baton Rouge.
- BADIGANNAVAR, A.; MYERS, G.O. Genetic diversity, population structure and marker trait associations for seed quality traits in cotton (*Gossypium hirsutum*). **Journal of Genetics**, v.94, p.87-94, 2015. DOI: 10.1007/s12041-015-0489-x.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; SILVEIRA, T.R. da; CASAROTTO, G. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.1363-1371, 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010001200005.
- CARVALHO, L.P. de; ANDRADE, C.C. de; SILVA, G.E.L.; ALENCAR, C.E.R.D.; LIMA, L.H.G. de M.; MEDEIROS, E.P. de; FREIRE, R.M.M.; LIMA, M.M. de A.; BRITO, G.G. de. **Óleo de algodão: alternativa para biodiesel**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 9p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 357).
- CARVALHO, L.P. de; FARIAS, F.J.C.; RODRIGUES, J.I. da S. Selection for increased fiber length in cotton progenies from Acala and non-Acala types. **Crop Science**, v.55, p.985-991, 2015. DOI: 10.2135/cropsci2014.08.0547.
- CAVALHO, L.P. de; SILVA, G.E.L.; LIMA, M.M. de A.; MEDEIROS, E.P. de; BRITO, G.G. de; FREIRE, R.M.M. Variabilidade e capacidades geral e específica de combinação para teor de óleo em algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, v.14, p.19-27, 2010.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: biometria**. Viçosa: Ed. da UFV, 2006. 382p.
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipo x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v.38, p.422-430, 1991.
- DANI, R.G. Analysis of combining ability for seed oil content in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Acta Agronomica Hungarica**, v.40, p.123-127, 1991.
- ERANDE, C.S.; KALPANDE, H.V.; DEOSARKAR, D.B.; CHAVAN, S.K.; PATIL, V.S.; DESHMUKH, J.D.; CHINCHANE, V.N.; KUMAR, A.; DEY, U.; PUTTAWAR, M.R. Genetic variability, correlation and path analysis among different traits in *desi* cotton (*Gossypium arboreum* L.). **African Journal of Agriculture Research**, v.9, p.2278-2286, 2014. DOI: 10.5897/AJAR2013.7580.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4<sup>th</sup> ed. New York: Longman, 1996. 464p.



- FREIRE, E.C.; BELTRÃO, N.E. de M.; VALE, D.G. **Cultivar BRS Aroeira (elevado teor de óleo) e o seu manejo cultural**. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 folder.
- KHAN, N.U.; HASSAN, G.; KUMBHAR, M.B.; PARVEEN, A.; UM-E-AIMAN; AHMAD, W.; SHAH, S.A.; AHMAD, S. Gene action of seed traits and oil content in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Journal of Breeding and Genetics**, v.39, p.17-29, 2007.
- KHAN, N.U.; MARWAT, K.B.; HASSAN, G.; FARHATUKKAH, S.; BATOOL, S.; MAKHDOOM, K.; AHAMAD, W.; KHAN, H.U. Genetic variation and heritability for cotton seed, fiber and oil traits in *Gossypium hirsutum* L. **Pakistan Journal of Botany**, v.42, p.615-625, 2010.
- LUKONGE, E.; LABUSCHAGNE, M.T.; HUGO, A. The evaluation of oil and fatty acid composition in seed of cotton accessions from various countries. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.87, p.340-347, 2007. DOI: 10.1002/jsfa.2731.
- MERT, M.; AKISCAN, Y.; GENÇER, O. Genotypic and phenotypic relationships of lint yield, fibre properties and seed content in a cross of two cotton genotypes. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science**, v.55, p.76-80, 2005. DOI: 10.1080/09064710510008649.
- MUNAWAR, M.; MALIK, T.A. Correlation and genetic architecture of seed traits and oil content in *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Plant Breeding and Genetics**, v.1, p.56-61, 2013.
- QAYYUM, A.; MURTAZA, N.; AZHAR, F.M.; IQBAL, M.Z.; MALIK, W. Genetic variability and association among oil, protein and other economic traits of *Gossypium hirsutum* L. in F<sub>2</sub> generation. **Journal of Agriculture Research**, v.48, p.137-142, 2010.
- TURNER, J.H.; RAMEY, H.H.; WORLEY, S. Influence of environment on seed quality of four cotton cultivars. **Crop Science**, v.16, p.407-409, 1976. DOI: 10.2135/cropsci1976.0011183X001600030023x.

---

Recebido em 24 de julho de 2015 e aprovado em 2 de agosto de 2016