

## Melhoramento do Algodoeiro Herbáceo Visando ao Aumento do Teor de Óleo nas Sementes





ISSN 0103-0205

Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Algodão  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 256**

# **Melhoramento do Algodoeiro Herbáceo Visando ao Aumento do Teor de Óleo nas Sementes**

*Luiz Paulo de Carvalho*

Campina Grande, PB  
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Algodão**

Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário

CEP 58428-095

Fone: (83) 3182 4300

Fax: (83) 3182 4367

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br/algodao

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Valdinei Sofiatti

Secretário-Executivo: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Membros: Dartanhã José Soares, Everaldo Paulo de Medeiros, Francisco José Correia  
Farias, João Henrique Zonta, José Ednilson Miranda, Máira Milani, Nair Helena  
Castro Arriel e Thaise Dantas de Almeida Xavier

Supervisão editorial: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Revisão de texto: Everaldo Correia da Silva Filho

Normalização bibliográfica: Ana Lucia Delalibera de Faria

Editoração eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Foto da capa: Luiz Paulo de Carvalho

**1ª edição**

1ª impressão (2015): On-line

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Algodão

---

Carvalho, Luiz Paulo de.

Melhoramento do algodoeiro herbáceo visando ao aumento do teor de óleo nas sementes / Luiz Paulo de Carvalho. - Campina Grande : Embrapa Algodão, 2015.

17 p. - (Documentos / Embrapa Algodão, ISSN 0103-0205 ; 256)

1. Algodão herbáceo – Melhoramento genético vegetal. 2. Algodão herbáceo – Banco de germoplasma. 3. Algodão herbáceo – Fibras. I. Título. II. Embrapa Algodão. III. Série.

CDD 633.512 (21. ed.)

# **Autores**

**Luiz Paulo de Carvalho**

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Melhoramento,  
Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB.

# Apresentação

O óleo extraído das sementes do algodão é tradicionalmente utilizado nas indústrias alimentícia e farmacêutica. Mas foi a partir do surgimento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) que houve maior atenção a esse óleo, uma vez que a cultura do algodão apresenta área cultivada de aproximadamente 1 milhão de hectares no Brasil e poderia ser uma importante fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel.

A Embrapa Algodão começou a explorar o germoplasma de algodão quanto a essa característica e verificou que existe variabilidade quanto ao teor de óleo nas sementes de algodão entre os diferentes acessos do banco de germoplasma. Alguns genótipos se destacaram e foram utilizados para cruzamentos. Este documento apresenta os primeiros resultados de pesquisa visando à obtenção de cultivares de algodão com alto teor de óleo nas sementes.

*Valdinei Sofiatti*

Chefe-adjunto de Transferência de Tecnologia

# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Revisão de literatura.....</b>	<b>10</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>10</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>11</b>
<b>Referências.....</b>	<b>15</b>

# Melhoramento do Algodoeiro Herbáceo Visando ao Aumento do Teor de Óleo nas Sementes

---

*Luiz Paulo de Carvalho*

## Introdução

O óleo de semente de algodão tem diversas aplicações nos setores alimentício, cosmético e farmacêutico e é promissora matéria-prima para o biodiesel, uma vez que o cultivo do algodoeiro não afeta a produção de alimentos para o homem. O óleo comestível extraído da semente possui elevada estabilidade térmica e quantidades de ácidos graxos ômega 3 e 6 e de vitaminas A, D e E benéficas à saúde (ASHOKKUMAR; RAVIKESAVAN, 2011). O biodiesel de algodão também tem alta qualidade por causa de algumas propriedades, como elevada densidade ( $0,875 \text{ g/cm}^3$ ), baixa viscosidade (6,00 cSt a  $37,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ), ausência de enxofre, baixo teor de oxigênio ( $\sim 11\%$ ) e capacidade inflamável superior a do diesel mineral, além do biodiesel do algodão não ser corrosível (FREIRE et al., 2009). Graças às boas propriedades do biodiesel e do óleo e à demanda existente pelo óleo de semente de algodão, os programas de melhoramento do algodoeiro vêm também direcionando seus objetivos para o aumento no teor de óleo na semente, além de melhoria da fibra e do rendimento, quer para fins de produção de biodiesel quer para uso na alimentação. Nesse sentido, este trabalho apresenta os resultados iniciais de um programa de melhoramento conduzido pela Embrapa Algodão para aumento no teor de óleo em algodão.

## Revisão de literatura

A variabilidade genética para o teor de óleo em algodão é relatada em diversos estudos. Pope e Ware (1945) encontraram variação no teor de óleo de 16,1% a 26,7%, e valores similares a estes são relatados por Ashokkumar e Ravikesavan (2013), Carvalho et al. (2008, 2010), Gondim-Tomaz et al. (2011), Horn et al. (2011), Lawhon et al. (1977) e Turner et al. (1976). A cultivar brasileira com o maior teor de óleo na semente, a cultivar BRS Aroeira, apresenta 26% de teor de óleo, enquanto a maioria apresenta em média 14% (FREIRE et al., 2009). Porém, teores de até 30% são mencionados em algodão (KHAN et al., 2010).

Além de variabilidade genética para o teor de óleo em algodão, outros estudos relatam para o teor de óleo de moderada a elevada herdabilidade no sentido amplo e reduzida herdabilidade no sentido restrito (AZHAR; AJMAL, 1999; AZHAR; AHMAD, 2000; KHAN et al., 2007). Quanto à correlação do teor de óleo com os caracteres de qualidade e rendimento de fibra, é relatada desde ausência de correlação até correlações elevadas, em que pouca repetibilidade é observada nas correlações entre a maioria dos caracteres e o teor de óleo na semente (AN et al., 2010; BADIGANNAVAR, 2010; DANI, 1991; MERT et al., 2005, TURNER et al., 1976).

## Material e Métodos

A partir de avaliações de acessos do banco de germoplasma de algodão da Embrapa quanto ao teor de óleo, foram identificados dez genótipos com maiores teores de óleo. Estes dez com alto teor de óleo foram cruzados em um sistema dialélico, realizando-se dois dialelos com cinco genitores cada um, a partir dos quais foram escolhidos três genótipos com maior capacidade geral de combinação. Esses genótipos foram então cruzados com linhagens-elite do programa de melhoramento nos Cerrados. A geração  $F_1$  dos cruzamentos foi avançada até a geração  $F_3$ , em que se iniciou a seleção de plantas individuais e de progênes com maior teor de óleo nas sementes. O método de seleção foi o



genealógico, sob autofecundação, selecionando-se plantas com mais de 23% de teor de óleo, sendo os ensaios instalados em Barbalha – CE. Ao final do processo de seleção, foram obtidas 23 linhagens com alto teor de óleo. Essas linhagens foram então avaliadas em um ensaio, sob irrigação, no Município de Apodi – RN, em 2013, juntamente com duas testemunhas, uma com baixo teor de óleo (C-300-91) e outra com alto teor (V3), utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso com duas repetições. A parcela constou de duas fileiras de 5 m de comprimento, deixando-se aproximadamente 30 plantas por fileira após o desbaste. O espaçamento entre as fileiras foi de 0,8 m. Na ocasião da colheita, em cada parcela foi coletada uma amostra de 20 capulhos. Foram avaliados o teor de óleo nas sementes e os caracteres: porcentagem de fibra (%); peso de capulhos (g); comprimento de fibra (mm); uniformidade (%); índice de fibras curtas (%); resistência (gf/tex); alongamento (%); índice “micronaire” ( $\mu\text{g}/\text{pol}$ ); e índice de fiabilidade. O percentual de óleo foi determinado pelo sistema RMN (Sistema de Ressonância Magnética Nuclear de Baixo Campo, MQA, Oxford, 7005), utilizando-se um eletroímã de 0,47T. As características de fibra foram determinadas em HVI. E cada parcela foi colhida totalmente para se determinar a produtividade em caroço (kg/ha).

## **Resultados e Discussão**

A análise de variância a partir do ensaio com 23 linhagens selecionadas para alto teor de óleo revelou diferença significativa entre os genótipos para o teor de óleo e quatro características de fibra a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1). O teor de óleo variou de 21,66%, na linhagem CNPA2011-17, a 27,58%, na linhagem CNPA2011-3. Também apresentaram percentuais acima de 27% CNPA2011-3 e CNPA2011-5, e acima de 25,5% outras seis linhagens (CNPA2011-9, CNPA2011-23, CNPA2011-1, CNPA2011-4, CNPA2021-11, CNPA2011-21), valores que, portanto, evidenciam ganho genético. Por sua vez, quatro linhagens mostraram baixos teores (<23%), apesar de terem sido selecionadas com alto teor desde a fase de progênies até a de linhagens.

A média geral de rendimento em caroço foi de 3.973 kg/ha, com destaque para CNPA2011-22, com média de 4.624 kg/ha. E observou-se boa performance quanto aos caracteres de fibra. Os valores médios variaram entre 39,2-45,6% de porcentagem de fibra, 5,7-6,9 g de peso de capulhos, 26,1-29,9 mm de comprimento de fibra, 82,1-85,3% de uniformidade, 6,4-8,6% de índice de fibras curtas, 27,2-32,7 gf/tex de resistência, 5,3-6,5% de alongamento, 4,5-5,8  $\mu\text{g}/\text{pol}$  de índice "micronaire", 86-90% de maturidade e 2.149-2.742 de índice de fiabilidade. O rendimento médio em caroço variou entre 2,75-4,62 kg/ha.

Em relação aos caracteres de fibra, apenas duas linhagens apresentaram percentual médio de fibras inferior a 40%. A média geral, de 42,4%, é considerada alta e pode ser creditada aos progenitores oriundos do melhoramento dos Cerrados, que possuem boas qualidades de fibra. O peso de capulhos foi em geral satisfatório, exceto para três linhagens com médias inferiores a 5,8 g. Médias acima de 28 mm de comprimento de fibra, um valor considerado satisfatório para o algodão de fibra média, foram observadas entre as linhagens CNPA2011-5, CNPA2011-13, CNPA2011-19, CNPA2011-12, CNPA2011-22, CNPA2011-6, CNPA2011-20, CNPA2011-14, CNPA2011-3, CNPA2021-11 e CNPA2011-10.

Em geral, as linhagens apresentaram fibras uniformes, razoável índice de fibras curtas e boa resistência. A maioria apresentou em média uniformidade superior a 83%, índice de fibras curtas em torno de 7% e resistência superior a 28 gf/tex. Os demais caracteres apresentaram médias razoáveis. Em geral, as características de fibra estiveram dentro do padrão que se espera para o algodão de fibra média. E o aumento no teor de óleo parece não alterar prejudicialmente os caracteres de fibra nesses materiais.

Entre as linhagens tiveram destaque CNPA2011-1, CNPA2011-3, CNPA2011-4, CNPA2011-5, CNPA2011-11 e CNPA2011-22, com elevados teores de óleo e boas propriedades de fibra. Essas linhagens serão testadas em ensaio de competição e quanto ao valor de cultivo e uso para a seleção de uma nova cultivar.

**Tabela 1.** Rendimento (Rend), peso de capulhos (Pes), comprimento da fibra (Comp), uniformidade (Unf), índice de fibras curtas (Sfi), resistência (Str), alongamento (Elg), índice micronaire (Mic), maturidade (Mat), fiabilidade (Csp) e percentual de óleo em base seca (Óleo) de 23 linhagens de algodoeiro selecionadas para alto teor de óleo.

Linhagens	Rend (kg/ha)	Fibra (%)	Pes (g)	Comp (UHM)	Unf (%)	Sfi (%)	Str (gf/tex)	Elg (%)	Mic ( $\mu\text{g}/\text{pol}$ )	Mat (%)	Csp	Óleo (%)
CNPA2011-1	4.374	43,0abcd	5,9	27,8	85,6	6,4b	30,5ab	6,7	5,0	87,5ab	2676	26,43a
CNPA2011-2	4.205	43,2abcd	6,9	27,3	83,2	7,4ab	31,9ab	5,8	5,3	89,0ab	2430	25,45a
CNPA2011-3	4.128	42,3abcd	6,2	28,8	82,9	7,0ab	29,2ab	6,1	5,2	88,0ab	2446	27,58a
CNPA2011-4	3.847	45,6a	6,3	26,9	84,3	7,6ab	29,9ab	5,7	5,2	88,0ab	2454	26,45a
CNPA2011-5	4.581	42,9abcd	6,5	28,0	84,6	6,8ab	32,5a	6,2	5,5	89,0ab	2625	27,57a
CNPA2011-6	2.752	42,7abcd	5,7	28,3	84,7	7,2ab	31,2ab	5,4	5,5	90,0ab	2546	25,05a
CNPA2011-7	4.156	44,2abc	6,1	27,9	83,6	7,3ab	30,2ab	5,7	5,8	90,0ab	2301	22,93b
CNPA2011-8	3.572	44,4ab	5,8	27,6	83,6	7,4ab	28,8ab	5,8	5,6	89,0ab	2235	25,26a
CNPA2011-9	4.424	41,6abcd	5,8	27,0	82,1	8,4ab	29,2ab	5,6	5,4	89,0ab	2149	25,78a
CNPA2011-10	3.846	41,5abcd	5,7	29,1	84,2	7,0ab	29,5ab	6,5	4,5	86,0b	2659	23,23b
CNPA2021-11	4.466	39,2cd	6,8	29,0	85,3	6,4a	32,2ab	5,6	5,7	90,0a	2671	26,53a
CNPA2011-12	3.235	39,7cd	6,1	28,1	84,6	6,7ab	31,4ab	6,0	5,4	89,0ab	2571	23,73b
CNPA2011-13	3.472	40,8abcd	6,2	28,0	83,0	8,3ab	27,2ab	5,6	4,8	88,0ab	2305	25,03a
CNPA2011-14	3.934	43,1abcd	6,5	28,6	82,6	7,9ab	29,6ab	6,3	5,0	88,7ab	2381	25,23a

Continua...

Tabela 1. Continuação...

Linhagens	Rend (kg/ha)	Fibra (%)	Pes (g)	Comp (UHIM)	Unf (%)	Sfi (%)	Str (gf/tex)	Elg (%)	Mic ( $\mu$ g/ poll)	Mat (%)	Csp	Óleo (%)
CNPA2011-15	4.360	42,6abcd	5,7	27,5	83,4	7,4ab	30,1ab	6,5	5,3	88,0ab	2362	22,37b
CNPA2011-16	2.802	43,0abcd	6,1	27,6	82,4	8,6ab	28,1ab	5,3	5,1	88,0ab	2198	22,76b
CNPA2011-17	4.171	41,8abcd	5,8	26,1	82,9	8,4ab	27,2ab	5,7	4,7	87,0ab	2194	21,66b
CNPA2011-18	3.646	42,7abcd	6,1	26,3	82,9	7,9ab	28,5ab	6,2	5,2	88,0ab	2165	23,43b
CNPA2011-19	3.126	43,0abcd	6,1	28,0	84,8	7,4ab	27,8ab	5,8	5,5	89,0ab	2349	23,31b
CNPA2011-20	4.405	42,0abcd	6,9	28,3	84,0	7,1ab	29,5ab	5,4	5,2	88,0ab	2452	24,68a
CNPA2011-21	4.515	43,2abcd	6,1	27,7	84,7	7,2ab	28,1ab	5,9	5,5	89,0ab	2338	26,86a
CNPA2011-22	4.624	42,2abcd	6,1	28,1	83,3	8,0ab	27,3ab	5,8	5,3	89,0ab	2214	25,41a
CNPA2011-23	3.961	40,7bcd	6,2	29,9	84,2	6,7ab	32,7a	5,3	5,2	89,0ab	2742	25,93a
V3 (Test.)	4.611	39,4d	6,5	29,3	84,3	6,9ab	29,7ab	5,5	5,0	88,0ab	2592	24,80a
C-300-91(Test.)	4.119	42,9abcd	5,6	26,8	81,0	10,0a	25,8b	5,6	5,0	88,0ab	1877	22,93b
Média	3.973	42,4	6,1	27,9	83,7	7,5	29,5	5,8	5,2	0,88	2397	24,82
F	1,14 <sup>NS</sup>	3,56*	1,6 <sup>NS</sup>	1,39 <sup>NS</sup>	1,4 <sup>NS</sup>	1,9*	2,4*	1,2 <sup>NS</sup>	1,86 <sup>NS</sup>	2,1*	1,19 <sup>NS</sup>	5,49*
CV (%)	19,09	2,6	6,6	3,8	1,5	10,9	5,4	8,5	6,1	1,0	11,2	4,76

NS, \*, \*\* - Não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. Y - Médias corrigidas para o estado ideal. Médias seguidas da mesma letra verticalmente não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para todas as variáveis, com exceção do teor de óleo avaliado pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Rend = rendimento (kg/ha); Pes = peso de capulhos (g); Comp = comprimento (mm); Unf = uniformidade (%); Sfi = índice de fibras curtas (%); Str = resistência (gf/tex); Elg = alongamento (%); Mic = índice "micronaire" ( $\mu$ g/ poll); Mat = maturidade (%); Csp = friabilidade; Óleo = percentual de óleo em base seca (%).

## Referências

- 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**, Wageningen, v. 172, n. 1, p. 21-34, Mar. 2010.
- 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, n. 1, p. 37-46, Feb. 2011.
- ASHOKKUMAR, K.; RAVIKESAVAN, R. Genetic variation and heterotic effects for seed oil, seed protein and yield attributing traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 12, n. 33, p. 5183-5191, Aug. 2013.
- AZHAR, F. M.; AHMAD, M. Inheritance pattern of cotton seed oil in diverse germplasm of *G. hirsutum* L. **Pakistan Journal of Biological Science**, v. 3, n. 8, p. 1250-1252, 2000.
- AZHAR, F. M.; AJMAL, S. U. K. Diallel analysis of oil content in seed of *G. hirsutum* L. **Journal of Genetics and Breeding**, Rome, v. 53, n. 1, 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. 153 f. Dissertation (Degree of Doctor of Philosophy) – Faculty of the Agricultural and Mechanical College, Louisiana State University, Baton Rouge, LA.
- 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. 9 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 357).

CARVALHO, 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 Fibrosas**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 19-27, jan./abr. 2010.

DANI, R. G. Analysis of combining ability for seed oil content in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Acta Agronomica Hungarica**, Budapest, v. 40, n. 1, p. 123-127, 1991.

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.

GONDIM-TOMAZ, R. M. A.; CIA, E.; FUZATTO, M. G.; KONDO, J. I.; CARVALHO, C. R. L. Efeito de genótipos e do ambiente na produtividade de óleo de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8.; COTTON EXPO, 1., 2011, São Paulo. **Evolução da cadeia para construção de um setor forte**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. p. 1367-1370.

HORN, P. J.; NEOGI, P.; TOMBOKAN, X.; GHOSH, S.; CAMPBELL, B. T.; CHAPMAN, K. D. Simultaneous quantification of oil and protein in cottonseed by low-field time-domain nuclear magnetic resonance. **Journal of American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 88, n. 10, p. 1521–1529, Oct. 2011.

KHAN, N. U.; HASSAN, G.; KUMBHAR, M. B.; PARVEEN, A.; UM-EAIMAN; AHMAD, W.; SHAH, S. A.; AHMAD, S. Gene action of seed traits and oil content in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Sabrao Journal of Breeding and Genetics**, v. 39, n. 1, p. 17-29, 2007.

KHAN, N. U.; MARWAT, K. B.; HASSAN, G.; TULLAH, F.; BATOOL, S.; MAKHDOOM, K.; AHMAD, 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, n. 1, p.615-625, 2010.

LAWHON, J. J.; CATER, M. M.; MATTIL, K. F. Evaluation of the food use potential of sixteen varieties of cottonseed. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 54, n. 2, p. 75-80, Feb. 1977.

MERT, M.; AKISCAN, Y. A.; GENCER, 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**, Copenhagen, v. 55, n. 1, p. 76-80, 2005.

POPE, O. A.; WARE, J. O. **Effect of variety, location and season on oil, protein, and fuzz of cottonseed and on fiber problems of lint**. Washington: USDA, 1945. 41 p. (USDA. Technical bulletin, 903).

TURNER, J. H.; RAMEY, H. H.; WORLEY, S. Influence of environment on seed quality of four cotton cultivar. **Crop Science**, Madison, v. 16, n. 1, p. 407-409, Maio/June 1976.

**Embrapa**

---

**Algodão**

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

CGPE: 12406