



Qualidade da semente e fibra de algodão na caracterização do descaroçador de 25 serras¹

Jeane F. Jerônimo¹, Francisco de A. C. Almeida², Odilon R. R. F. da Silva³,
Ziany N. Brandão⁴, Valdinei Sofiatti⁵ & Josivanda P. Gomes⁶

¹ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

² UAEA/UFCEG. Campina Grande, PB. E-mail: janermi@gmail.com (Autor correspondente)

³ UAEA/UFCEG. Campina Grande, PB. E-mail: almeida@deag.ufcg.edu.br

⁴ Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. E-mail: odilon.silva@embrapa.br

⁵ Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. E-mail: ziany.brandao@embrapa.br

⁶ Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. E-mail: valdinei.sofiatti@embrapa.br

⁷ UAEA/UFCEG. Campina Grande, PB. E-mail: josivanda@gmail.com

Palavras-chave:

beneficiamento
qualidade de sementes
qualidade de fibras

RESUMO

O algodoeiro é uma das culturas mais importantes em valor econômico no grupo das fibras, por seu volume e valor de produção. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar um descaroçador quanto às qualidades física e fisiológica das sementes e tecnológica da fibra de algodão. O descaroçador foi construído com os seguintes componentes: limpador, cilindro de serras, cilindro de escovas, condensador e um motor elétrico trifásico de 3 CV para acionamento dos dispositivos de beneficiamento. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 2 x 2 x 4), de duas cultivares de algodão (BRS 187 8H e BRS Safira), dois tipos de serra (11 ¾" e 12"), dois processos de limpeza (com e sem limpador) e quatro rotações (500, 550, 600 e 650 rpm) com quatro repetições. Durante o beneficiamento das sementes os tipos de serra e os processos de limpeza não interferiram na qualidade física e fisiológica das sementes; já nas características tecnológicas da fibra o descaroçador foi eficiente com a rotação de 550 rpm utilizando-se serras de 12" e dispositivo de limpeza ativado (limpador).

Key words:

processing
seed quality
fiber quality

Characterization of quality of seed and cotton fiber of a 25 saw ginner

ABSTRACT

The cotton is one of the most important crop in the fiber group due to its volume and valued production. This study was conducted with the aim to characterize a ginner regarding physical and physiological quality of seeds and some technological qualities of the cotton fiber. The ginner was made with the following components: cleaner, cylinder saws, cylinder brushes, condenser, and a three-phase electric motor of 3 CV to turn on the equipment. The experimental design was a completely randomized factorial (2 x 2 x 2 x 4), with two cotton cultivars (BRS 187 and BRS Safira 8H), two types of saws (11 ¾" and 12"), two cleaning process (with and without cleaner) and four rotations (500, 550, 600 and 650 rpm) and four replications. During the processing of seeds, types of saws and cleaning processes did not affect the physical and physiological quality of seeds. Meanwhile, in the technological characteristics of the cotton fiber, the ginner showed efficient performance with the rotation of 550 rpm, using the 12" saws and cleaning device turned activated (cleaner).

INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma das espécies vegetais mais cultivadas no mundo sendo aproveitadas principalmente suas sementes e fibra. Além do grande valor para o setor têxtil outros produtos do algodão são reconhecidamente importantes como, por exemplo, a utilização da semente na alimentação animal, em forma de torta ou na produção de óleo comestível de alto valor agregado, inserido no grupo de produtos bioenergéticos (Alves et al., 2008).

O beneficiamento do algodão se inicia na colheita. Tal etapa pode, quando feita de maneira inadequada, comprometer o produto com impurezas diversas e indesejáveis pela indústria têxtil de forma que a remoção desses contaminantes dificulta

e onera significativamente o beneficiamento refletindo-se, muitas vezes, em deságio no preço final do produto (Silva et al., 2010). Além das impurezas a umidade interfere na qualidade do algodão durante o beneficiamento, tendo influência na forma como o descaroçador age nas sementes e na fibra. Desta forma, a umidade do algodão deve ser levada em consideração. Em geral, sementes menos úmidas são mais fáceis de serem processadas (Gordon et al., 2010).

Após esta etapa é realizada a separação da fibra das sementes (caroços) através de máquinas dotadas de rolos ou serras, prática esta denominada descaroçamento (Almeida et al., 2011). As sementes recém-descaroçadas se apresentam cobertas por grande quantidade de línter, que é uma camada fina de pelos

curtos aderidos ao tegumento das sementes. De acordo com Lopes et al. (2006) a presença do línter reduz a capacidade de absorção de água pela semente, podendo retardar a germinação. Entretanto, o deslinteramento se caracteriza pela eliminação, total ou parcial, desse línter presente na semente através de processo químico com ácido sulfúrico após o beneficiamento (Costa et al., 2005).

Em relação aos danos provocados nas sementes de algodão devido à rotação dos cilindros da descaroçadora, estes se apresentam em percentuais distintos com possibilidade de elevado percentual levando a resultados indesejados de integridade física das sementes. Jerônimo et al. (2006) e Lacape et al. (2009) argumentam que sementes de algodão severamente danificadas durante a colheita e o beneficiamento, sofrem reduções em sua qualidade fisiológica passíveis de serem detectadas pelos testes de vigor e germinação.

Devido à escala de produção os grandes produtores de algodão do cerrado brasileiro têm, à sua disposição, algodoeiras equipadas com modernos equipamentos de descaroçamento e beneficiamento do algodão; entretanto, em razão do alto custo de aquisição não é viável, economicamente, a implantação de algodoeiras modernas para atender aos pequenos produtores de algodão. Ressente-se, assim, da necessidade de desenvolvimento de equipamentos de baixo custo visando oferecer alternativas de beneficiamento do algodão na pequena propriedade rural. Desta forma, um descaroçador compacto de baixo custo e fácil operação e com preço acessível, pode tornar os pequenos produtores mais competitivos.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar e caracterizar um descaroçador de 25 serras para atender aos cotonicultores da agricultura familiar, especialmente quanto à qualidade física e fisiológica das sementes e tecnológica da fibra do algodão.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do descaroçador foi realizado na Metalúrgica Barros Ltda. em parceria com a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande e Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB. As análises físicas e fisiológicas das sementes e tecnológicas da fibra foram realizadas no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande e nos Laboratórios de Fibra, Sementes e Beneficiamento da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB.

Na parte superior do descaroçador foi instalado o alimentador manual construído em chapa de aço, composto de três cilindros envolvidos com pinos; três grelhas para a retirada das impurezas que acompanham o algodão em caroço; polias de acionamento e correias (Figura 1).

Para avaliação do descaroçador foram utilizadas sementes das cultivares BRS 187 8H e BRS Safira procedentes de campos experimentais da Embrapa Algodão empregando-se 192 kg de algodão em caroço por cultivar que foram beneficiados no descaroçador de 25 serras.

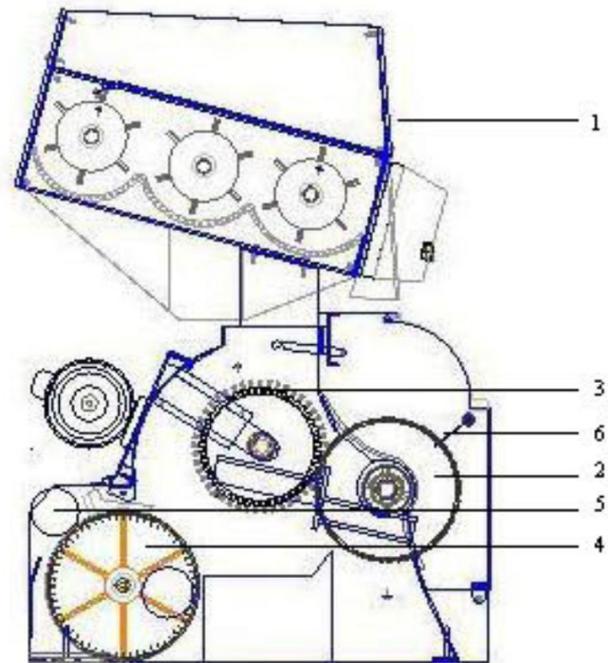


Figura 1. Representação esquemática do interior do descaroçador de 25 serras em escala reduzida composto dos seguintes dispositivos: limpador (1); cilindro de serras (2); cilindro de escovas (3); condensador (4); rolo de condução da manta de algodão (5) e pente (6)

Antecedendo aos testes de beneficiamento, a descaroçadora foi avaliada quanto à rotação das serras; além disso, foram testadas serras de 11 $\frac{3}{4}$ " e 12".

As diferentes rotações das serras (500, 550, 600 e 650 rpm) foram obtidas por um inversor de frequência para variação da rotação do motor que aciona o equipamento. Uma amostra de 3 kg foi utilizada para obtenção de uma alimentação constante do equipamento; após o descaroçamento a fibra foi submetida a avaliação quanto às suas características tecnológicas e as sementes avaliadas quanto à qualidade física e fisiológica.

Realizou-se, visando à avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes, o deslinteramento químico utilizando ácido sulfúrico concentrado (98%). A qualidade física e fisiológica das sementes foi determinada pelos testes de teor de umidade, análise de pureza, percentagem de línter, danos mecânicos, germinação, primeira contagem do teste de germinação e comprimento de plântulas.

As variáveis para as determinações das características tecnológicas da fibra foram: micronaire ($\mu\text{g pol}^{-2}$); comprimento (mm); índice de fibras curtas (%); índice de uniformidade (%); resistência à ruptura (gf tex^{-1}); alongamento (%); índice de maturidade (%); índice de fiabilidade e porcentagem de fibra (%).

O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 2 x 2 x 4), de duas cultivares de algodão (BRS 187 8H e BRS Safira), dois tipos de serra (11 $\frac{3}{4}$ " e 12"), dois processos de limpeza (com e sem limpador) e quatro rotações (500, 550, 600 e 650 rpm) com quatro repetições.

Os dados foram analisados no software Assistat 7.2 e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,01 e 0,05 de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de beneficiamento no descaroçador, apresentado na Figura 2, iniciou-se quando o algodão em caroço foi acomodado no reservatório do limpador; em seguida, o algodão foi passado no limpador formado por pinos e grelhas no qual foi feita a separação das impurezas, como recomendado por Koç & Demiryürek (2005). Após esta operação o algodão seguiu para o descaroçamento realizado pelas serras e costelas em que os dentes das serras liberaram as sementes entre elas sendo formado um cilindro de algodão na câmara de descaroçamento em virtude das serras trabalharem em rotação contrária a este; feita a separação da fibra das sementes estas passaram pelo dispositivo de regulagem e foram conduzidas para fora do descaroçador. As fibras arrastadas pelo cilindro de escovas para o condensador foram aglutinadas, formando a manta.

O resumo da análise de variância da viabilidade para as variáveis de qualidade fisiológica das sementes de algodão beneficiadas no descaroçador de 25 serras se apresenta na Tabela 1. Apenas a variável danos mecânicos foi significativa quanto ao fator rotação enquanto para o fator cultivar todas as variáveis apresentaram diferenças significativas, com exceção da variável comprimento de plântulas. O fator processo de limpeza não ocasionou efeito significativo nas variáveis consideradas. Para o fator tipos de serra só houve efeito significativo nas variáveis primeira contagem da germinação e comprimento de plântulas.

Constatou-se, para a interação dos fatores cultivares com processos de limpeza, efeito significativo para pureza física e, na interação cultivares com tipos de serra para a variável germinação. Com vista à interação dos fatores processos de limpeza com tipos de serra, ocorreram diferenças significativas



Figura 2. Limpador e descaroçador de 25 serras

nas variáveis germinação, primeira contagem e no comprimento de plântulas.

Considerando a interação entre os fatores cultivares e tipos de serra, verificou-se que as cultivares apresentaram diferenças significativas, independentemente do tipo de serra com maiores porcentagens de germinação para a cultivar BRS 187 8H; para a interação cultivares com tipos de serra, observou-se que a melhor porcentagem de germinação da cultivar BRS Safira foi registrada no beneficiamento com serra de 11 ¾".

A utilização do processo de limpeza do algodão em caroço não ocasionou redução da germinação das sementes

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis: germinação (GM), primeira contagem (1ª CT), comprimento de plântula (CP), pureza física (PF), umidade (UM), porcentagem de línter (PL) e danos mecânicos (DM)

F.V.	G.L.	Variáveis (%)						
		GM	1ª CT	CP	PF	UM	PL	DM
Rotações (R)	3	78,841 ns	130,708 ns	1,827 ns	0,332 ns	0,196 ns	1,697 ns	156,195 **
Cultivares (C)	1	5791,570 **	2888,000 **	0,695 ns	7,945 **	197,515 **	505,620 **	134,070 **
P. de Limpeza (PL)	1	21,945 ns	112,500 ns	1,060 ns	0,764 ns	0,239 ns	0,080 ns	5,695 ns
T. de Serras (TS)	1	431,445 ns	1378,125 **	7,272 *	0,341 ns	0,044 ns	5,445 ns	0,070 ns
(R x C)	3	210,695 ns	353,583 ns	0,470 ns	0,322 ns	0,094 ns	1,797 ns	2,154 ns
(R x PL)	3	125,904 ns	411,750 *	5,687 **	0,788 ns	0,133 ns	0,861 ns	1,695 ns
(R x TS)	3	78,654 ns	40,208 ns	1,579 ns	0,829 ns	0,229 ns	0,172 ns	5,320 ns
(C x PL)	1	33,008 ns	10,125 ns	0,360 ns	3,389 *	0,133 ns	0,451 ns	5,695 ns
(C x TS)	1	845,633 *	162,000 ns	1,290 ns	0,114 ns	0,965 ns	2,101 ns	1,320 ns
(PL x TS)	1	516,008 *	684,500 *	5,108 *	0,046 ns	0,452 ns	2,101 ns	7,508 ns
(R x C x PL)	3	557,299 **	941,375 **	6,973 **	0,036 *	0,198 ns	0,900 ns	17,404 *
(R x C x TS)	3	40,008 ns	113,083 ns	0,739 ns	0,858 ns	0,642 ns	0,774 ns	1,029 ns
(R x PL x TS)	3	564,383 **	422,917 *	2,896 ns	2,277 *	0,530 ns	2,064 ns	2,216 ns
(C x PL x TS)	1	897,820 **	1431,125 **	5,116 *	0,467 ns	0,003 ns	0,405 ns	11,883 ns
(R x C x PL x TS)	3	732,862 **	882,208 **	8,064 **	1,119 ns	0,789 ns	3,074 ns	2,966 ns
Resíduo	96	125,518	140,875	1,264	0,745	0,464	1,596	5,809
CV%		13,386	15,272	41,236	0,87709	5,538	10,140	34,319

** * ns Significativo a 0,01 e 0,05 de probabilidade e não significativo

quando descaroçadas com as serras 11 ¾" ou 12" (Tabela 2). Este resultado indica que é preferível que o algodão passe pelo sistema de limpeza uma vez que o mesmo promove uma alimentação regular do descaroçador. A alimentação contínua do descaroçador, no entanto, poderá interferir no desempenho do descaroçador promovendo embuchamento caso a alimentação seja excessiva, de vez que depois da limpeza o algodão entra no processo de descaroçamento e em contato com o cilindro de serra.

Para a interação rotação com processos de limpeza não houve diferenças significativas entre as rotações do descaroçador quando se utilizou o processo de limpeza da fibra; entretanto, houve diferenças significativas entre as rotações quando não se utilizou o limpador caso em que o algodão beneficiado na rotação de 550 rpm promoveu o menor vigor revelando pelo comprimento de plântulas seguido do beneficiamento nas rotações de 500 e 600 rpm, que se igualaram estatisticamente.

Os tratamentos com o descaroçamento na rotação de 550 rpm sem a utilização do limpador e o descaroçamento com a rotação de 650 rpm utilizando a limpeza do algodão em caroço, proporcionaram os menores comprimentos de plântulas. Apesar disto, os melhores comprimentos de plântulas foram obtidos com o uso do limpador de algodão em caroço na rotação de 500 rpm e sem o uso do limpador na rotação de 650 rpm cujo resultado corrobora com os obtidos por Jerônimo et al. (2006), ao afirmarem que quanto maior a rotação de trabalho das máquinas descaroçadoras menor será a qualidade das sementes.

Em referência à variável comprimento das plântulas verificou-se interação entre os fatores processo de limpeza e tipos de serras, verificando maior vigor das sementes quando o descaroçador trabalhou com serras de 11 ¾" e se utilizando o processo de limpeza do algodão em caroço. Quando as sementes foram descaroçadas com serra de 12" não foram verificados efeitos significativos do processo de limpeza. Resultado este que, provavelmente, se deveu ao evento das serras estarem reguladas promovendo, assim, um bom descaroçamento (Jerônimo et al., 2013).

Para a variável pureza física das sementes, observou-se interação entre os fatores cultivar e processos de limpeza.

Tabela 2. Valores médios da germinação (%) para as interações cultivares com tipos de serras e processos de limpeza com tipos de serras; comprimento de plântulas (%) para as interações rotações com processos de limpeza e processos de limpeza com tipos de serras; pureza física (%) para a interação cultivares com processos de limpeza

Fatores	Variáveis						
	Pureza física (%)		Germinação (%)				
	Processos de limpeza		Tipos de serras		Tipos de serras		
Cultivares	Com limpador	Sem limpador	11 ¾"	12"	Processos de limpeza	11 ¾"	12"
a. BRS 187 8H	98,26 aA	98,09 bA	89,69 aA	91,16 aA	a. Com limpador	87,12 aA	79,44 aB
b. BRS Safira	98,43 aB	98,91 aA	81,37 bA	72,56 bB	b. Sem limpador	83, 94 aA	84,28 aA
DMS Coluna		0,43		5,56			5,56
DMS Linha		0,43		5,56			5,56
Fatores	Comprimento de plântulas (%)						
	Processos de limpeza		Tipos de serras				
	Rotações (rpm)	Com limpador	Sem limpador	Processos de limpeza	11 ¾"	12"	
a. 500	3,24 aA	2,34 abB					
b. 550	2,66 aA	2,14 bA	a. Com limpador	3,26 aA	2,38 aB		
c. 600	3,14 aA	2,81 abA	b. Sem limpador	2,67 bA	2,60 aA		
d. 650	2,22 aB	3,25 aA					
DMS Coluna		1,04			0,56		
DMS Linha		0,79			0,56		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade

Quando se utilizou o processo de limpeza da fibra a pureza física das sementes não foi afetada. Quando não se utilizou o limpador a cultivar BRS Safira obteve maior percentual de pureza física mesmo que, para esta variável, os resultados se mantivessem dentro dos padrões referenciados por Donato (2004) ao afirmar que todas as amostras de sementes deslindadas atenderam ao padrão mínimo de pureza física para sementes fiscalizadas (98%), estabelecido pela Comissão Estadual de Sementes e Mudanças da Bahia (CESM-BA). Elevado percentual de pureza deve ser preferido visto que diminui a necessidade de processamento posterior para a limpeza do produto (Jerônimo et al., 2006).

Os resultados de teor de umidade das sementes, danos mecânicos e percentagem de línter relativos aos fatores cultivar e rotações do descaroçador, se encontram na Tabela 3. Para as variáveis danos mecânicos e teor de umidade das sementes de algodão observa-se superioridade da cultivar BRS 187 8H sobre a cultivar BRS Safira e para a percentagem de línter comportamento contrário aos danos e umidade. Em relação às rotações os danos mecânicos foram superiores na rotação de 650 rpm, seguidos

Tabela 3. Valores médios das variáveis danos mecânicos, umidade e percentagem de línter das sementes de algodão em função dos fatores cultivares e rotações

Fatores	Variáveis (%)		
	Danos mecânicos	Umidade	Percentagem de línter
Cultivares			
a. BRS 187 8H	8,05 a	13,54 a	10,47 b
b. BRS Safira	6,00 b	11,05 b	14,45 a
Rotações			
a. 500	4,81 c	12,33 a	12,34 a
b. 550	5,75 c	12,24 a	12,79 a
c. 600	7,75 b	12,39 a	12,27 a
d. 650	9,78 a	12,22 a	12,44 a
DMS Cultivares	0,85	0,24	0,44
DMS Rotações	1,59	0,45	0,83

Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade

da rotação de 600 rpm e os menores se deram com igualdade estatística nas rotações de 500 e 550 rpm. Para as variáveis umidade e percentagem de línter as rotações não exerceram influência tendo o mesmo comportamento. É provável que os resultados da percentagem de línter se devem às características intrínsecas da fibra em que a menor quantidade de línter revelada pela cultivar BRS 187 8H tenha ocorrido em razão do maior comprimento e da resistência da fibra serem maiores que na cultivar BRS Safira o que proporcionou menor percentagem de línter nas sementes.

A Tabela 4 contém o resumo da análise de variância de nove características tecnológicas da fibra de duas cultivares de algodão (BRS 187 8H e BRS Safira), beneficiadas no descaroador de 25 serras em que se observa efeito significativo de todas as variáveis

para o fator cultivar e não significativo para os fatores rotação e tipos de serra. A percentagem de fibras apresenta diferenças significativas para os processos de limpeza.

Para o fator tipo de serras verificou-se efeito significativo para todas as variáveis, à exceção de comprimento e uniformidade. Com referência às interações duplas observa-se para a interação entre cultivares e tipos de serras, significância estatística para sete das nove variáveis sendo que a uniformidade e o índice de fibras curtas foram não significativos; para a interação entre os processos de limpeza e tipos de serra houve significância para seis das nove variáveis estudadas.

Mediante os resultados apresentados na Tabela 5 verifica-se que a cultivar BRS 187 8H apresentou superioridade quanto às

Tabela 4. Resumo da análise de variância das características tecnológicas da fibra comprimento - CPM (mm), uniformidade - UNF (%), índice de fibras curtas - IFC (%), resistência - RST (gf tex⁻¹), alongamento - ALG (%), índice micronaire - MIC (μg pol⁻²), índice maturidade - MAT (%), índice de fiabilidade - IF e percentagem de fibra - PF (%) em algodões beneficiados no descaroador de 25 serras

F.V.	G.L.	Variáveis								
		CPM	UNF	IFC	RST	ALG	MIC	MAT	IF	PF
Rotações (R)	3	0,28 ns	0,40 ns	5,45 ns	0,76 ns	0,03 ns	0,08 ns	0,59 ns	21823,71 ns	0,84 ns
Cultivares (C)	1	537,10 **	235,17 **	599,88 **	460,94 **	4,03 **	15,89 **	105,12 **	2438289,3 **	366,70 **
P. Limpeza (PL)	1	0,01 ns	0,08 ns	1,42 ns	0,49 ns	0,03 ns	0,06 ns	0,28 ns	190,12 ns	3,06 *
T. Serras (TS)	1	0,04 ns	0,86 ns	23,20 *	22,19 **	0,62 **	0,68 **	6,12 **	119194,03 **	1,98 ns
(R x C)	3	0,02 ns	0,87 ns	4,59 ns	0,14 ns	0,07 ns	0,04 ns	0,15 ns	9276,36 ns	1,21 ns
(R x PL)	3	0,03 ns	0,72 ns	11,33 ns	1,24 ns	0,12 ns	0,04 ns	0,34 ns	19744,54 ns	1,48 *
(R x TS)	3	0,11 ns	0,28 ns	5,13 ns	0,49 ns	0,16 ns	0,13 ns	0,77 ns	3752,61 ns	0,03 ns
(C x PL)	1	0,04 ns	0,03 ns	0,03 ns	0,01 ns	0,19 ns	0,13 ns	0,12 ns	12521,53 ns	0,03 ns
(C x TS)	1	0,69 *	0,68 ns	15,61 ns	33,52 **	3,28 **	0,59 **	11,28 **	140450,00 **	4,67 **
(PL x TS)	1	0,72 *	3,41 **	73,66 **	1,47 ns	0,14 ns	0,29 *	4,50 **	178951,53 **	2,15 *
(R x C x PL)	3	0,35 ns	0,76 ns	12,10 ns	0,76 ns	0,06 ns	0,23 **	1,65 *	62703,28 *	0,77 ns
(R x C x TS)	3	0,06 ns	0,03 ns	5,69 ns	2,46 *	0,01 ns	0,04 ns	0,22 ns	15224,33 ns	1,01 ns
(R x PL x TS)	3	0,11 ns	1,03 ns	0,87 ns	2,04 *	0,17 ns	0,55 **	4,23 **	53405,20 *	1,34 ns
(C x PL x TS)	1	0,01 ns	0,06 ns	56,31 **	0,001 *	0,70 **	0,03 ns	0,78 ns	253,12 ns	0,29 ns
(R x C x PL x TS)	3	0,17 ns	1,63 *	5,23 ns	1,01 ns	0,08 ns	0,36 **	3,05 **	9939,54 ns	1,96 *
Resíduo	96	0,11	0,46	5,64	0,75	0,08	0,05	0,46	17031,29	0,50
CV%		1,35	0,84	29,52	3,30	4,77	5,28	0,78	6,46	2,11

*, ** ns Significativo a 0,01 e 0,05 de probabilidade e não significativo

Tabela 5. Valores médios das características tecnológicas da fibra de algodão para as interações cultivares e processos de limpeza com tipos de serra

Fatores	Variáveis					
	Comprimento (mm)		Micronaire (μg pol ⁻²)		Maturidade (%)	
Cultivares	11 ¾"	12"	11 ¾"	12"	11 ¾"	12"
a. BRS 8H	29,32 aA	29,43 aA	4,07 bA	4,07 bA	85,59 bA	85,75 bA
b. BRS Safira	25,37 bA	25,19 bB	4,92 aA	4,63 aB	88,00 aA	86,97 aB
Processo de limpeza	11 ¾"	12"	11 ¾"	12"	11 ¾"	12"
a. Com limpador	27,28 aA	27,39 aA	4,52 aA	4,28 bB	86,94 aA	86,12 bB
b. Sem limpador	27,41 aA	27,22 aB	4,47 aA	4,42 aA	86,66 aA	86,59 aA
DMS Coluna		0,18		0,12		0,33
DMS Linha		0,18		0,12		0,33
	Índice de fiabilidade		Resistência (gf tex ⁻¹)		Alongamento (%)	
Cultivares	11 ¾"	12"	11 ¾"	12"	11 ¾"	12"
a. BRS 8H	2459,16 aA	2453,94 aA	28,19 aA	27,99 aA	6,17 aA	5,99 aB
b. BRS Safira	1520,00 bB	1647,28 bA	23,37 bB	25,22 bA	5,50 bB	5,96 aA
DMS Coluna		64,77		0,43		0,14
DMS Linha		64,77		0,43		0,14
Processo de limpeza	11 ¾"	12"	11 ¾"	12"	11 ¾"	12"
a. Com limpador	1950,97 bB	2086,78 aA	80,516 bA	80,68 aA	8,27 aA	7,61 bA
b. Sem limpador	2028,19 aA	2014,44 bA	80,894 aA	80,40 aB	6,97 bB	9,34 aA
DMS Coluna		64,77		0,34		1,18
DMS Linha		64,77		0,34		1,18

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade

características tecnológicas da fibra: comprimento, índice de fiabilidade e resistência à ruptura, em ambas as serras, frente à cultivar BRS Safira. O comprimento de fibra exerce grande importância no limite do índice de fiabilidade e na regularidade da distribuição das fibras no fio e tem efeito direto na resistência do fio. Esses resultados revelam a diferença genética entre as duas cultivares e se encontram de acordo com os obtidos por Beltrão & Santana (2002) ao afirmarem que o algodão colorido, cultivar BRS 200 Marrom, apresenta inferioridade em todas as características de fibra quando comparadas com as demais cultivares de algodão branco herbáceo. Quanto às serras, o tipo e sua rotação não exercem influência sobre essas características o que, em parte, se encontra de acordo com as afirmações de Silva et al. (2002) e Patil & Patil (2010) segundo os quais o processo de beneficiamento não afeta, de forma consistente, essas características da fibra.

Em relação às variáveis micronaire e maturidade, a cultivar BRS Safira apresentou valores estatisticamente maiores aos da BRS 187 8H. O micronaire, que considera tanto a finura quanto a maturidade, é classificado como elevado na cultivar BRS Safira. A característica da fibra alongamento que permite verificar a elasticidade à tração de um material têxtil indicou que a cultivar BRS 187 8H apresentou fibras significativamente mais alongadas na serra de 11 $\frac{3}{4}$ ". Observou-se também interação entre os tipos de serra e as cultivares em relação às variáveis comprimento, micronaire, maturidade, fiabilidade, resistência e alongamento. O beneficiamento com a serra de 11 $\frac{3}{4}$ " foi superior ao da serra de 12" na cultivar BRS Safira para as variáveis comprimento, micronaire e maturidade, além do efeito contrário que ocorreu nas variáveis índice de fiabilidade, resistência e alongamento a ruptura. Referidos resultados podem estar relacionados ao movimento de giros que as sementes fazem com o movimento das serras as quais podem ocasionar o corte quanto a quebra da fibra devido ao movimento das sementes ou formar um cilindro de algodão (Holt & Laird, 2008); entretanto, para quase todas as características da fibra, com exceção do alongamento, as serras não afetaram a qualidade tecnológica da fibra proveniente da cultivar BRS 187 8H.

Na interação entre os fatores processo de limpeza e tipos de serra (Tabela 5) observa-se que o comprimento não foi afetado pelos diferentes tipos de serra quando se utilizou o limpador, sem o qual o comprimento foi significativamente maior na serra de 11 $\frac{3}{4}$ " em relação à de 12". Essas informações corroboram com a afirmativa de que na remoção de impurezas da fibra o limpador acaba removendo parte dela reduzindo seu comprimento. Quando não se utiliza o limpador a diferença no comprimento da fibra é decorrente exclusivamente das serras e, neste caso, a serra com diâmetro de 11 $\frac{3}{4}$ " proporcionou fibra com maior comprimento caracterizando também maior eficiência de descaroçamento (Jerônimo et al., 2013).

Para as variáveis micronaire e maturidade os processos de limpeza não apresentaram diferenças significativas quando o algodão foi descaroçado com serra de 11 $\frac{3}{4}$ " porém quando se utilizou a serra de 12" no descaroçamento essas variáveis apresentaram diferenças entre os processos de limpeza da fibra quando nesta serra a fibra passou pelo limpador o micronaire foi

menor. O micronaire é uma característica que considera não só a finura mas também a maturidade e provavelmente o processo de limpeza removeu fibras imaturas, conforme apresentado na Tabela 5, o que diminuiu o micronaire, tendo sido este classificado na categoria média e a maturidade na categoria madura. Entretanto, a maturidade da fibra influencia fortemente no processo industrial quanto à aparência, resistência, irregularidade e capacidade de absorção dos corantes pelas fibras, fios e tecidos, após o tingimento (Sestren & Lima, 2007).

Utilizando o limpador, o algodão em caroço entra em contato com rolos de pinos que rolam acima de grelhas por fricção e agitação na retirada das impurezas. Após o processo de limpeza esse algodão segue para o descaroçamento, em contato com o cilindro de serras. Quando não se utiliza o limpador o algodão em caroço não sofre processo de limpeza e segue direto para o cilindro de serras para o descaroçamento. Quando o algodão em caroço possui impurezas poderá ocorrer desgaste e menor durabilidade das serras e escovas; as condições de trabalho também pioram, com níveis de poluição seis vezes maiores, gerando maior rotatividade e doenças nos trabalhadores, aumento do risco de acidentes e do esforço físico, entre outros (Jerônimo et al., 2013).

A característica índice de fiabilidade foi estatisticamente diferente nos processos de limpeza, em ambas as serras. Este comportamento se deve, provavelmente, à quantidade de impurezas existente na fibra ou aos processos de beneficiamento (Le, 2006) e, de acordo com Sestren & Lima (2007) classificou-se na categoria entre médio e alto.

Observou-se, com relação à variável uniformidade, diferença significativa entre os processos de limpeza na serra de 11 $\frac{3}{4}$ ". Quando não se utilizou o limpador ocorreu diferença significativa nas variáveis uniformidade e índice de fibras curtas entre os dois tipos de serra. A uniformidade representa a distribuição dos comprimentos medidos que, no presente estudo, se encontra classificada na categoria média (Sestren & Lima, 2007). Segundo Fonseca & Santana (2002) quanto maior a uniformidade menores serão as perdas decorrentes do processo de fiação industrial. O índice de fibras curtas é a percentagem de fibras curtas pelo peso (w) com comprimento inferior a 12,7 mm existente na amostra de algodão e se enquadrou no presente trabalho na categoria baixo (Sestren & Lima, 2007). Deste modo, quanto menor o índice de fibras curtas melhor é a qualidade da fiação (Fonseca & Santana, 2002; Lacape et al., 2005).

Na maioria das características tecnológicas da fibra analisadas os tipos de serra influenciaram as características de fibra nos diferentes processos de limpeza. Nas variáveis: comprimento, uniformidade e índice de fibras curtas houve diferença entre as serras quando se utilizou o limpador. As características de comprimento (uniformidade e índice de fibras curtas) são importantes para a resistência e regularidade dos fios e as perdas na fiação. Entretanto, se o beneficiamento provocar quebra da fibra implicará na diminuição do comprimento e da uniformidade com aumento do índice de fibras curtas (Freitas et al., 2007; Silva et al., 2010). Para as variáveis micronaire, maturidade e índice de fiabilidade, não se verificaram diferenças significativas para o fator tipo de serras. Ainda para as variáveis

micronaire (classificadas na categoria média) e maturidade (classificada na categoria madura) a serra de 11 ¾" foi superior à serra de 12" no processo de limpeza enquanto o contrário ocorreu na serra de 12" para a variável fiabilidade. Essas variáveis sofreram alterações devido, provavelmente, ao seu ângulo no ponto de descaroçamento, ocasionando danos à fibra (Jerônimo et al., 2013).

Com relação ao índice de fibras curtas o melhor desempenho foi obtido na serra de 11 ¾" na ausência do processo de limpeza que proporcionou menor quantidade de fibras curtas. Deste modo, quanto menor for o valor do índice de fibras curtas maior será a qualidade do algodão e melhor será a fiação (Fonseca & Santana, 2002). Para a serra de 12" obteve-se maior valor indicando menor qualidade da fibra.

Analisando a interação cultivares com tipos de serras (Tabela 6), em relação à percentagem de fibras observa-se que a cultivar BRS 187 8H apresentou maior quantidade de fibra em relação à cultivar BRS Safira. Para a cultivar BRS Safira verificou-se que a serra de 11 ¾" proporcionou percentagem inferior àquela obtida com a serra de 12". Não foram verificadas diferenças significativas entre os processos de limpeza na serra de 12" sendo que sem o limpador a serra de 11 ¾" afetou a porcentagem da fibra, fatores que refletem maiores índices de rendimento durante o beneficiamento e, conseqüentemente, na qualidade da fibra (Costa et al., 2005).

Com relação à interação entre os fatores rotação do descaroçador e processo de limpeza, a percentagem de fibra foi significativamente maior na rotação de 650 rpm do que na de 500 rpm, quando se utilizou o limpador antes do descaroçamento, sendo que não houve diferenças significativas nas rotações do descaroçador sem a utilização do limpador; quando se utilizou o processo de limpeza antes do descaroçamento verificou-se que as rotações 500 e 550 rpm proporcionaram maior percentagem de fibra.

A percentagem de fibra é uma das características agrônômicas mais importantes de uma cultivar de algodoeiro implicando

Tabela 6. Valores médios da porcentagem de fibra dos algodões para as interações: cultivares com tipos de serra; processos de limpeza com tipos de serra e rotações com processos de limpeza

Fatores	Variáveis				
	Porcentagem de fibra (%)				
	Tipos de serras		Tipos de serras		
Cultivares	11 ¾"	12"	Processo de limpeza	11 ¾"	12"
a. BRS 187 8H	35,49 aA	35,35 aA	a. Com limpador	33,32 bB	33,83 aA
b. BRS Safira	31,72 bB	32,35 bA	b. Sem limpador	33,89 aA	33,88 aA
DMS Coluna	0,35		0,35		
DMS Linha	0,35		0,35		
Processos de limpeza					
Rotações (rpm)	Com limpador		Sem limpador		
500	33,29 bB		33,85 aA		
550	33,60 abB		34,17 aA		
600	33,38 abA		33,83 aA		
650	34,01 aA		33,68 aA		
DMS Coluna	0,66				
DMS Linha	0,50				

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade

afirmar que quanto maior seu valor maior é a quantidade de pluma produzida por unidade de área. A Tabela 6 evidencia que a cultivar BRS 187 8H possui maior percentagem de fibra em relação à BRS Safira nos dois tipos de serra utilizadas para o descaroçamento. No entanto, os valores encontrados para essas cultivares no presente trabalho (<40%), quando comparados com os padrões atuais (>40%) são considerados baixos (Penna & Resende, 2007).

As variações encontradas entre as serras se devem, provavelmente, ao ângulo e à sua regulagem. Na utilização de limpadores obtém-se uma redução de percentagem de fibra em virtude, provavelmente da retirada das impurezas. Rotações mais baixas do descaroçador agravam a perda de fibra uma vez que maior quantidade de fibra fica aderida à semente.

CONCLUSÕES

1. As sementes de algodão beneficiadas utilizando-se os diferentes tipos de serra e os processos de limpeza, não sofreram perda de viabilidade.
2. Trabalhando com serra de 12" o descaroçador foi mais eficiente do que com serra de 11¾" para as qualidades tecnológicas da fibra.
3. A melhor qualidade da fibra é obtida com o descaroçador operando a 550 rpm, utilizando serras de 12" e dispositivo de limpeza do algodão em caroço.

LITERATURA CITADA

- Almeida, F. de A. C.; Silva, O. R. R. F. da; Santos, J. F. dos; Gouveia, J. P. G. de. Desenvolvimento e avaliação de descaroçador para o beneficiamento do algodão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.607-614, 2011.
- Alves, L. R. A.; Barros, G. S. C.; Bacchi, M. R. P. Produção e exportação de algodão: Efeitos de choques de oferta e de demanda. Revista Brasileira de Economia, v.62, p.381-405, 2008.
- Beltrão, N. E. de M.; Santana, J. C. F. de. Atualidade algodoeira no Brasil e no mundo. Bahia Agrícola, v.5, p.19-21, 2002.
- Costa, N. da C.; Almeida, F. de A. C.; Santana, J. C. F. de; Costa, I. L. L. da; Wanderley, M. J. R.; Santana, J. C. de. Técnicas de colheita, processamento e armazenamento do algodão. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 14p. Circular Técnica, 87
- Donato, P. E. R. Sistema de produção e qualidade do material utilizado como semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), na região de guanambi. Pelotas: UFPEL 2004. 51p. Tese Doutorado
- Fonseca, R. G. da; Santana, J. C. F. de. Resultados de ensaio HVI e suas Interpretações (ASTM D-4605). Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 13p. Circular Técnica, 66.
- Freitas, J. F.; Leandro, W. M.; Carvalho, M. C. S. Efeito da adubação potássica via solo e foliar sobre a produção e a qualidade da fibra em algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.37, p.106-112, 2007.

- Gordon, S.; Sluijs, M. van der; Krajewski, A.; Horne, S. Ginning and fibre quality series: Measuring moisture in cotton. *The Australian Cottongrower*, v.31, p.38-42, 2010.
- Holt, G. A.; Laird, J. W. Initial fiber quality comparisons of the power roll gin stand to three different makes of conventional gin stands. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, v.24, p.295-299, 2008.
- Jerônimo, J. F.; Silva, O. R. R. F. da; Almeida, F. A. de C.; Queiroga, V. de P.; Santos, J. W. dos. Propriedade física e fisiológica de sementes de algodão beneficiadas em três máquinas descarçadoras. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.10, p.1025-1031, 2006.
- Jerônimo, J. F.; Silva, O. R. R. F. da; Almeida, F. de A. C.; Sofiatti, V.; França, P. R. C. de; Brandão, Z. N. Desenvolvimento e avaliação de um descarçador e prensa enfardadeira itinerantes para o beneficiamento do algodão. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.319-326, 2013.
- Koç, E.; Demiryürek, O. Theoretical investigation of separator units in saw-gin machines. I: Cotton flow rate estimation. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, v.13, p.78-83, 2005.
- Lacape, J. M.; Nguyen, T. B.; Courtois, B.; Belot, J. L.; Giband, M.; Gurlot, J. P.; Gawryziak, G.; Roques S.; Hau, B. QTL analysis of cotton fiber quality using multiple *Gossypium hirsutum* × *Gossypium barbadense* backcross generations. *Crop Science*, v.45, p.123-140, 2005.
- Le, S. Cleaning performance of modified cylinder cleaners. *Journal of Cotton Science*, v.10, p.273-283, 2006.
- Lopes, K. P.; Bruno, R. L. de A.; Costa, R. F. da; Bruno, G. B.; Rocha, M. S. Efeito do beneficiamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes do algodoeiro herbáceo. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.426-435, 2006.
- Patil, P. G.; Patil, V. Development of prototype double roller gin with improved power transmission and its performance evaluation. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, v.5, p.20-25, 2010.
- Penna, J. C. V.; Resende, P. A. Melhoramento do algodoeiro anual de fibras de cor marrom. *Horizonte Científico*, v.1, p.1-21, 2007.
- Sestren, J. A.; Lima, J. J. Característica e classificação da fibra de algodão. In: Freire, E. C. (ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. Cap.22, p.765-820.
- Silva, O. R. R. F. da.; Santana, J. C. F. de; Cartaxo, W. V.; Luz, M. J. S. da; Santos, J. W. dos. Influência do descarçamento nas características tecnológicas da fibra do algodão analisado pelo HVI (high volume instruments) e pelo AFIS (advanced fiber information system). *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.6, p.497-501, 2002.
- Silva, O. R. R. F. da; Sofiatti, V.; Santana, J. C. F. de; Wanderley, M. J. R.; Santos, J. W. dos. Impacto do beneficiamento sobre o número de neps e quantidade de impurezas da fibra do algodão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.107-112, 2010.