

## ANÁLISE MULTIVARIADA NA QUALIDADE DA FIBRA DE CULTIVARES DE ALGODÃO ADENSADO EM SISTEMAS DE COLHEITA

ELIZABETH HARUNA KAZAMA<sup>1</sup>, FRANCIELLE MORELLI FERREIRA<sup>2</sup>,  
ANTÔNIO TÁSSIO ORMOND<sup>3</sup>, FRANCIELLE MORLIN<sup>4</sup>, ADÃO FELIPE DOS  
SANTOS<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. agrícola e ambiental, mestranda em Agronomia (Ciência do solo), Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal - SP (16) 3209-7200, bethkazama@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrícola e ambiental, prof. Assistente, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Unemat, Alta Floresta.

<sup>3</sup> Eng. Agrícola e ambiental, doutorando em Agronomia (Ciência do solo), Depto de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP.

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, mestranda em Agronomia (Produção vegetal), Depto de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP.

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, mestrando em Agronomia (Produção vegetal), Depto de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP.

Apresentado no  
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015  
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** As características da fibra do algodão são influenciados por fatores genéticos e ambientais, como o manejo, o clima, a maturação, e significativamente pelas condições de colheita. O objetivo deste estudo foi analisar as características da fibra do algodão, dependendo do sistema de colheita, manual, picker e stripper, e duas cultivares (FMT 701 e IMACD 408), utilizando métodos estatísticos multivariados. O experimento foi conduzido em Juscimeira, Mato Grosso, em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições. A análise de agrupamento hierárquico, não-hierárquico e componentes principais formaram três grupos distintos com base no sistema de colheita, manual, picker e stripper, de acordo com as variáveis de características da fibra. A análise de componentes principais indicou que o sistema de colheita influência a qualidade da fibra, em especial devido ao teor de impurezas, que afeta as outras características da fibra, com exceção do comprimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** biplot; comprimento de fibra, resistência da fibra, *Gossypium hirsutum*, análise de agrupamento, componentes principais

### MULTIVARIATE ANALYSIS OF FIBER CHARACTERISTICS OF DENSE COTTON IN THREE HARVEST SYSTEMS

**ABSTRACT:** Cotton fiber characteristics are influenced by genetic and environmental factors, such as management, climate, maturation, and significantly by harvesting conditions. The objective of this study was to analyze the variables of cotton fiber characteristics depending on the harvest system, manual, picker and stripper and two cultivars (FMT 701 and IMACD 408) using multivariate statistical methods. Experiment was conducted in Juscimeira, Mato Grosso, in randomized complete block design (RBD) with five replications. The analysis of hierarchical clusters, non-hierarchical and principal components grouped on three clusters based on the harvesting system, manual picker and stripper, according to the variables of fiber characteristics. The principal component analysis indicated that the harvesting system

influences on the quality of the fiber, in particular due to the impurity content, which affects the other fiber characteristics, except for the length.

**KEYWORDS:** biplot; fiber length, fiber strength, *Gossypium hirsutum*, cluster analysis, principal components

## INTRODUÇÃO

As características da fibra do algodão são o conjunto de propriedades físicas que determinam seu valor como matéria prima, abrangendo variáveis como comprimento, uniformidade do comprimento, resistência, alongamento, maturidade, finura, brilho, cor, conteúdo de material não fibroso, teor de água e durabilidade (Costa et al. 2006). Este conjunto de propriedades físicas é o que define com maior impacto o preço de venda da pluma do algodão

Algumas variáveis da qualidade da fibra como comprimento, uniformidade do comprimento, resistência e alongamento, são geneticamente controláveis, entretanto, características como micronaire, reflectância e amarelecimento são tanto geneticamente controlados, quanto impactados pelas condições ambientais (Krieg and Hequet, 2005; Saha et al., 2008). Os principais fatores ambientais que podem afetar as características da fibra são temperatura, manejo, disponibilidade de água, propriedades do solo e a operação de colheita (Kelley and Boman, 2005). A qualidade também é fortemente afetada pela temperatura, disponibilidade de água assim como o clima (umidade e temperatura) durante a colheita podem causar perdas significativas (Tsaliki, 2005).

Outras características da fibra igualmente importantes, com referência a cor e fluorescência do material, são as variáveis: reflectância e amarelecimento. A reflectância (REFLECT) é definida como valor correspondente à quantidade de luz refletida pelas fibras de algodão, indicando a brancura; o amarelecimento (AMAREL) é o valor correspondente ao grau de amarelecimento das fibras.

O conteúdo de materiais não fibrosos, como impurezas vegetais ou minerais afetam diretamente ao índice de roturas e desperdícios ao longo do processo de fiação, além do aumento das imperfeições no conjunto de fibras (Lima, 2014). Assim, busca-se por matéria-prima com menores valores das variáveis LEAF (grau de folha), COUNT (número de impurezas superficiais) e ÁREA (percentual da área ocupada pelas impurezas).

Uma etapa de alto custo e de extrema importância no processo produtivo do algodão é a colheita, uma vez que, sendo mal conduzida, poderá acarretar prejuízos qualitativos e quantitativos no produto final. Para a colheita do algodão, existem dois tipos de máquinas: a colhedora de fusos (*picker*), que retira apenas o algodão em caroço, e a colhedora *stripper*, dotada de sistema de roldanas, que retira capulhos inteiros, as casquilhas e os invólucros (EMBRAPA, 2003).

As colhedoras do tipo *picker* têm como principal elemento os fusos em rotação, que extraem de forma seletiva o algodão em caroço dos capulhos abertos da planta do algodão, sem puxar as casquilhas (Belot e Vilela, 2006). As colhedoras do tipo *stripper* são compostas por um conjunto de dedos formando um pente (largura que pode variar entre 3,0 e 7,2 m) (Silva et al., 2010). No sistema de colheita *stripper* o molinete bate nas plantas quebradiças e a máquina recolhe os capulhos com brácteas e fragmentos lenhosos (Martin, 2006).

A estatística multivariada surgiu como importante ferramenta que visa analisar uma grande quantidade de informação que dificilmente seria compreendida com métodos univariados (Beebe et al., 1998), neste contexto, a multivariada é analisada na totalidade das

variáveis, pois uma depende da outra, e as informações obtidas são geradas pelo conjunto e não individualmente (Grobe, 2005).

Nesse contexto, portanto, o manejo do algodoeiro está diretamente relacionado com a qualidade da fibra, uma vez que, o sistema de colheita pode influenciar negativamente o produto final. O objetivo deste trabalho foi analisar as variáveis das características da fibra do algodão em função dos sistemas de colheita, manual, picker e stripper e de duas cultivares (FMT 701 e IMACD 408) usando métodos de estatística multivariada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012, em Juscimeira, Mato Grosso. A área experimental apresenta coordenadas geográficas aproximadas de 16° 22' 16.92" Latitude Sul, 55° 6' 55.99" Longitude Oeste e altitude média de 505 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o tropical sazonal, com invernos secos e verões chuvosos. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO Vermelho, apresentando classe textural média (EMBRAPA, 2006).

O algodão foi produzido em sistema de cultivo adensado, com espaçamento de 0,45 m entre fileiras, semeado em 04 de janeiro de 2012, sob sistema de semeadura direta. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), sendo considerados dois níveis para o fator A (duas cultivares, FMT 701 e IMACD 408) e três níveis para o fator B, ou seja, três sistemas de colheita (sistema manual, sistema *picker* e sistema *stripper*), com cinco repetições.

A cultivar FMT 701, pertencente à Fundação Mato Grosso, é recomendada para cultivo em todo o Brasil, possui ciclo tardio, porte de planta alto e formato da planta cilíndrica; planta pouco pilosa, com maçãs de forma ovalada e tamanho médio; rendimento de fibra de 39 a 42% na algodoeira e aderência da fibra mediana (Fundação Mato Grosso, 2012).

A cultivar IMACD 408, pertencente ao Instituto Mato-grossense do Algodão, possui folhas médias, pouco pilosas e bem recortadas. De ciclo intermediário, é um material de arquitetura piramidal, que exige cuidado com regulador de crescimento, é adaptada tanto à colheita mecânica como também manual tendo uma retenção de pluma média e apresenta rendimento de fibra em torno de 44% (Pupim-Júnior et al. 2005).

As amostras de algodão em caroço oriundas da colheita manual e colheita mecanizada (retiradas do cesto armazenador das colhedoras) foram beneficiadas em máquinas de rolo pela Fundação MT em Rondonópolis, MT, Brasil. As características da fibra (porcentagem de fibra, *micronaire*, comprimento, uniformidade de comprimento, maturidade, resistência, índice de fibras curtas, amarelecimento, cor, reflectância, impurezas, *area*, etc) foram analisadas em Laboratório de Classificação de Fibras da BM&F através do sistema HVI (*High Volume Instrument*).

Os resultados de produtividade do algodão em caroço foram oriundos da colheita manual realizada em cada parcela, antes da passagem das colhedoras, obtendo 3.911 kg ha<sup>-1</sup> para cultivar FMT 701 e 4.108 kg ha<sup>-1</sup> para cultivar IMACD 408. O teor médio de água no algodão em caroço na ocasião da colheita era de 9,5%.

Para aplicação da análise multivariada, o conjunto de dados foi padronizado de modo que cada variável foi mantida com média nula e variância unitária. Os dados originais foram submetidos à análise de agrupamento hierárquica, utilizando como coeficiente de semelhança a dissimilaridade euclidiana, e a similaridade entre grupos foi o método de Ward (Ward, 1963). A análise de agrupamentos não hierárquica (k-média) foi processada, sendo que k corresponde ao número de grupos indicados na análise de agrupamento hierárquica (Sneath e Sokal, 1973).

A análise de componentes principais permite condensar a maior quantidade de informação original contida em  $n$  variáveis ( $n = 12$ , neste estudo) em  $p$  latentes ortogonais denominadas componentes principais ( $p = 3$ , neste trabalho), que são combinações lineares das variáveis originais criadas com os dois maiores autovalores da matriz de covariância dos dados (Hair, 2005). Desta forma, o conjunto inicial de 12 variáveis passou a ser caracterizado por três novas variáveis latentes, o que possibilitou sua localização em figuras bidimensionais (ordenação dos acessos por componentes principais). A adequação desta análise é verificada pela quantidade da informação total das variáveis originais retida pelos componentes principais que mostram autovalores superiores a um (Kaiser, 1958). Autovalores inferiores à unidade não foram considerados relevantes, seguindo o critério de Kaiser.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O dendrograma obtido pela análise de agrupamentos (Figura 1) permitiu a divisão das variáveis em grupos, por meio da distância euclidiana entre acessos, utilizando o método de Ward, definindo-se a distância de corte igual a 15, formam-se dois grupos: sistema de colheita manual e sistema de colheita mecanizada. Para maiores distinções entre os grupos, definindo o corte igual a 13, é possível a formação de três grupos: (I) sistema de colheita manual, (II) sistema de colheita picker e (III) sistema de colheita stripper. Essa divisão mostrou um resultado importante que foi a ordenação dos acessos segundo a qualidade da fibra do algodão em função do sistema de colheita realizado.

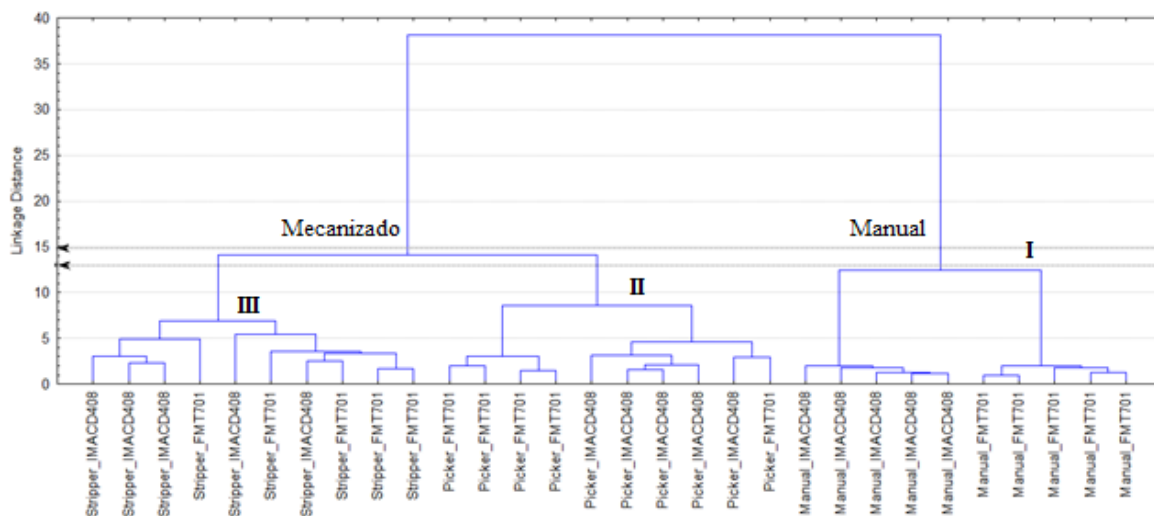


FIGURA 1. Dendrograma da análise hierárquica de agrupamentos segundo as cultivares (FMT 701 e IMACD 408) e três sistemas de colheita (manual, picker e stripper).

Somente para sistema de colheita manual, as cultivares apresentaram-se como fator determinante para assumirem grupos diferentes, ou seja, a cultivar FMT 701 obteve os melhores valores de qualidade de fibra, mantendo-se à direita no dendrograma, em comparação à cultivar IMACD 408. Os sistemas de colheitas mecanizados influenciaram nas características genótípicas das fibras, pois para os sistemas mecanizados, nota-se que as cultivares FM0T 701 e IMACD 408 encontraram-se aleatoriamente nos grupos II e III.

Considerando o número de agrupamentos igual a três, realizou-se a análise de agrupamento pelo método não hierárquico, k-means, para a confirmação da ordenação. Conforme Tabela 1, as variáveis apresentaram diferenças significativas ( $p < 0.05$ ), com exceção da variável alongamento, indicando que esta variável não foi representativa para a diferenciação dos grupos.

TABELA 1. Análise de variância para cada variável dos grupos formados pela análise não hierárquica de agrupamentos k-means.

Variável	Soma de quad. entre grupos	Graus de liberdade	Soma de quad. dentro dos grupos	Graus de liberdade	Valores de F	Prob. (p)
UHM	14.644	2	14.356	27	13.771	0.000075
UI	11.280	2	17.720	27	8.594	0.001294
RES	10.403	2	18.597	27	7.551	0.002484
ELONG	2.644	2	26.356	27	1.354	0.275135
SFC	9.082	2	19.918	27	6.155	0.006274
LEAF	27.219	2	1.780	27	206.379	0.000000
COUNT	23.669	2	5.331	27	59.944	0.000000
AREA	23.991	2	5.009	27	64.654	0.000000
MAT	15.689	2	13.311	27	15.912	0.000027
PORCFB	27.184	2	1.816	27	202.033	0.000000
AMAREL	10.833	2	18.166	27	8.051	0.001810
REFLECT	25.423	2	3.577	27	95.943	0.000000

As médias padronizadas das características da fibra em cada grupo, definidos como sistema de colheita manual, picker e stripper, segundo análise de agrupamentos k-means (Figura 2) demonstram que o grupo de colheita manual obteve as maiores médias para as características de fibra consideradas mais desejadas, UHM, UI, RES, PORCFB e REFLECT, porém a variável AMAREL também obteve maior média, embora não seja considerada desejada.

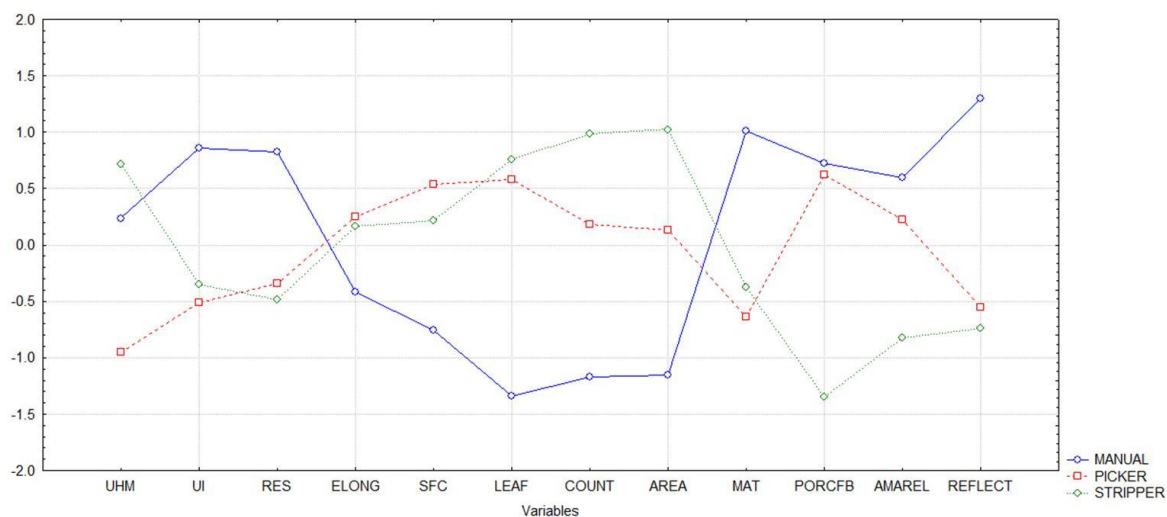


FIGURA 2. Análise de agrupamento não hierárquica (k-means) em função do sistema de colheita.

Os sistemas de colheita mecanizada obtiveram os maiores valores de média para as variáveis que estão relacionadas às impurezas, LEAF, COUNT e AREA, o que demonstra que o sistema de colheita influencia na presença do grau de impurezas quando comparou-se o sistema manual ao sistema picker, e diferenciando-se ainda mais do sistema stripper. Esses valores podem ser explicados devido ao mecanismo de extração dos capulhos, uma vez que, na colheita manual retira-se seletivamente o algodão em caroço com o mínimo de impurezas,

justificando o menor resultado obtido, entretanto, as colhedoras do tipo *picker* têm como principal elemento os fusos em rotação, que extraem de forma menos agressiva o algodão em caroço dos capulhos abertos da planta do algodão, sem puxar as casquilhas, resultando em menor conteúdo de impurezas quando comparado com o sistema de colheita *stripper*. O sistema de colheita *stripper* consiste no arranquio pelos pentes da plataforma, recolhendo os capulhos com brácteas e fragmentos lenhosos, resultando, portanto, no maior índice de impurezas.

Cabe-se ressaltar que o sistema de colheita *picker* aproxima-se do sistema de colheita manual, em relação à porcentagem de fibra, ou seja, a porcentagem de fibra que as cultivares possuem intrinsecamente ao genótipo foi pouco afetado no sistema de colheita *picker*, que possui um mecanismo de colheita mais suave em comparação ao sistema de colheita *stripper*, que por ser mais agressivo pode alterar a porcentagem de fibra do material, talvez devido a maior quantidade de impurezas recolhidas no momento da colheita.

O alto conteúdo de impurezas provocou decréscimo da reflectância e aumento do amarelecimento quando comparados médias do sistema de colheita mecanizado à manual. Em experimento realizado na Turquia, utilizando um trator com plataforma montada, possuindo sistema de roldanas (*picker*), Oz (2014) observou que o sistema de colheita provoca queda de qualidade para variáveis relacionadas à cor do algodão, corroborando com este trabalho, entretanto, o mesmo autor não encontrou efeito da colheita mecanizada nas variáveis comprimento e uniformidade da fibra.

Três componentes principais foram extraídos com autovalor maior que um. Os componentes principais permitem compreender relações complexas contidas nas características da fibra. Três autovalores foram utilizados explicando 80.02% da variabilidade contida nos dados originais (53,38% em CP1, 16,64% em CP2 e 9,99% em CP3) (Tabela 2). A interpretação dos resultados por componentes principais é baseado na suposição que o PC 1 é representado no eixo da abscissa, enquanto que os PC 2 e PC 3 sejam representados no eixo das coordenadas. Além disso, os sinais dos coeficientes (positivos ou negativos) expressam a relação entre variáveis, direta e inversa, respectivamente (Bussad e Morretin, 1987).

TABELA 2. Autovalores gerados da matriz de covariância para características da fibra.

Componente principal	Autovalor	Variância total (%)	Autovalor acumulado	Acumulado %
1	6.41	53.38	6.41	53.38
2	2.00	16.64	8.40	70.02
3	1.20	9.99	9.60	80.02
4	0.96	8.01	10.56	88.03
5	0.50	4.16	11.06	92.19
6	0.39	3.26	11.45	95.46
7	0.20	1.63	11.65	97.09
8	0.13	1.11	11.78	98.20
9	0.11	0.94	11.90	99.14
10	0.06	0.46	11.95	99.61
11	0.03	0.28	11.99	99.89
12	0.01	0.11	12	100

Na tabela 3 é possível observar as correlações das variáveis e dos componentes principais. No CP1, denominada impurezas e qualidade da fibra, todas as variáveis apresentaram correlação, com exceção do UHM, considerando-se correlação maior que 0.50.

Observa-se que as variáveis ELONG (0,5132), SFC (0,6837), LEAF (0,9511), COUNT (0,8995) E AREA (0,8900) possuem correlação positiva, ou seja, quando uma das variáveis aumenta, as demais tendem a aumentar proporcionalmente, ressalta-se a alta contribuição e correlação das variáveis relacionadas às impurezas para este componente principal. As variáveis com correlação negativa foram UI (-0.6306), RES (-0.7032), MAT (-0.7155), PORCFB (-0.647), AMAREL (-0.6963), REFLECT (-0.9260), estas variáveis são as características desejadas para indústrias têxteis, com exceção da variável AMAREL (-0.6963).

No CP2, denominada comprimento e alongamento, a variável UHM (0.8915) correlaciona-se inversamente proporcional às taxas de ELONG (-0.6299) e PORCFB(-0.6587), ou seja, quanto mais compridas forem as fibras menos se alongarão, e menor será a porcentagem de fibra do material.

Na CP3, as variáveis que compõem este componente são ELONG (0.5125) e AMAREL (-0.5936), embora também tenham sua contribuição nos outros componentes, demonstram que existe uma relação de que, quanto maior o alongamento, menor será o amarelecimento das fibras. As fibras de algodão são um modelo de desenvolvimento celular e alongamento, que ocorre em quatro estádios: iniciação, alongamento, síntese da segunda parede celular e maturação (Basra e Malik, 1984; Kim and Triplett, 2001). O estágio de iniciação da fibra do algodão age como uma chave que determina o número de fibras em cada óvulo, enquanto que a relação e duração do alongamento da célula determinam o comprimento e finura (Smart et al., 1998; Ruan et al., 2001). Além disso, estudos demonstram que vários genes estão relacionados ao alongamento da fibra (Chen et al., 2011).

Baxevanos et al. (2013), em ensaio realizado com seis cultivares comerciais, por cinco anos na Grécia, observaram que as variáveis porcentagem de fibra e alongamento são fortemente controlados pelo genótipo, enquanto que as variáveis: resistência, comprimento e uniformidade são moderadamente controlados pelo genótipo; índice de fibras curtas e a cor são fracamente controladas pelo genótipo, porém, todas essas mesmas variáveis sofreram forte influência do fator ambiental (fenótipo), em especial a produtividade, resistência, índice de fibras curtas, amarelecimento e reflectância.

Fibras curtas não são desejadas nos processos têxteis, pois causam desperdícios e reduzem a eficiência de produção, os fatores que afetam o índice de fibras curtas podem ser genéticos, ambientais, de descaroçamento e aplicação precoce de desfolhante (Oz, 2014). Busca-se por fibras mais maduras, uma vez que, a maturidade influencia fortemente a resistência, pois, o beneficiamento não apresenta efeito sobre a maturidade, e as fibras curtas não suportam os esforços que sofrem da colheita até a fiação, logo se quebram, aumentando o conteúdo de fibras curtas (Lima, 2014). Por essa razão, esta variável correlaciona-se inversamente às variáveis maturidade, porcentagem de fibra, resistência, uniformidade e reflectância (Tabela 3). McAlister III e Rogers (2005) observaram incremento significativo entre os sistemas de colheita *picker* (9,5) e *stripper* (16,7) para o SFI.

TABELA 3. Correlação entre cada componente principal e características da fibra do algodão.

Variável	CP 1	CP 2	CP 3
UHM	-0,0587	<b>0,8915</b>	0,3259
UI	<b>-0,6306</b>	-0,0122	0,1749
RES	<b>-0,7032</b>	0,2630	-0,1851
ELONG	<b>0,5132</b>	<b>-0,6299</b>	<b>0,5125</b>
SFC	<b>0,6837</b>	-0,3579	0,1808
LEAF	<b>0,9511</b>	-0,0172	-0,1578
COUNT	<b>0,8995</b>	0,2418	-0,1522
AREA	<b>0,8900</b>	0,3156	-0,1417
MAT	<b>-0,7155</b>	0,0930	0,4708

PORCFB	<b>-0,6470</b>	<b>-0,6587</b>	-0,2179
AMAREL	<b>-0,6963</b>	-0,0393	<b>-0,5936</b>
REFLECT	<b>-0,9260</b>	0,0771	0,2070

CP1: componente principal 1; CP2: componente principal 2; CP3: componente principal 3.

Variáveis em negrito têm importância significativa para o CP. Sinais iguais indicam relação direta e, contrários, indireta.

Variáveis que possuem maior significância para formação do componente principal apresentam maiores valores nos coeficientes de correlação (Tabela 3). Sendo assim, as variáveis LEAF (0.9511), COUNT (0.8995), AREA (0.8900) e REFLECT (-0.9260) foram as mais significativas para discriminação dos grupos formados. Observa-se que as impurezas foram determinantes para discriminação, e que sua influência impactou negativamente para qualidade de fibra de menor qualidade nos sistemas de colheita mecanizados, em especial, o stripper. A variável UHM (0.8915) também obteve alto valor de correlação, porém, no CP 2, que é independente de CP 1, ou seja, o comprimento não foi influenciado pelas impurezas do material.

A representação gráfica e a correlação das variáveis nos componentes principais (Fig. 3, Fig. 4 e Tabela 3) permitiram caracterizar as variáveis que mais discriminaram na formação dos grupos I, II e III (Sistema de colheita manual, picker e stripper, respectivamente). As variáveis MAT, REFLECT, PORCFB, AMAREL e UI são responsáveis pela discriminação do sistema de colheita manual, localizadas à esquerda de CP1 (correlações negativas), enquanto que as variáveis AREA, COUNT, LEAF e SFC são responsáveis pela discriminação do sistema Stripper, localizadas à direita de CP2, e o sistema de colheita picker, apresentando-se como intermediário.

Em CP 2, a variável UHM (0.8915) apresentou-se com maior significância, discriminando os acessos na parte superior do gráfico biplot (Figura 3), indicando que o sistema de colheita stripper possui maior comprimento que o sistema picker.

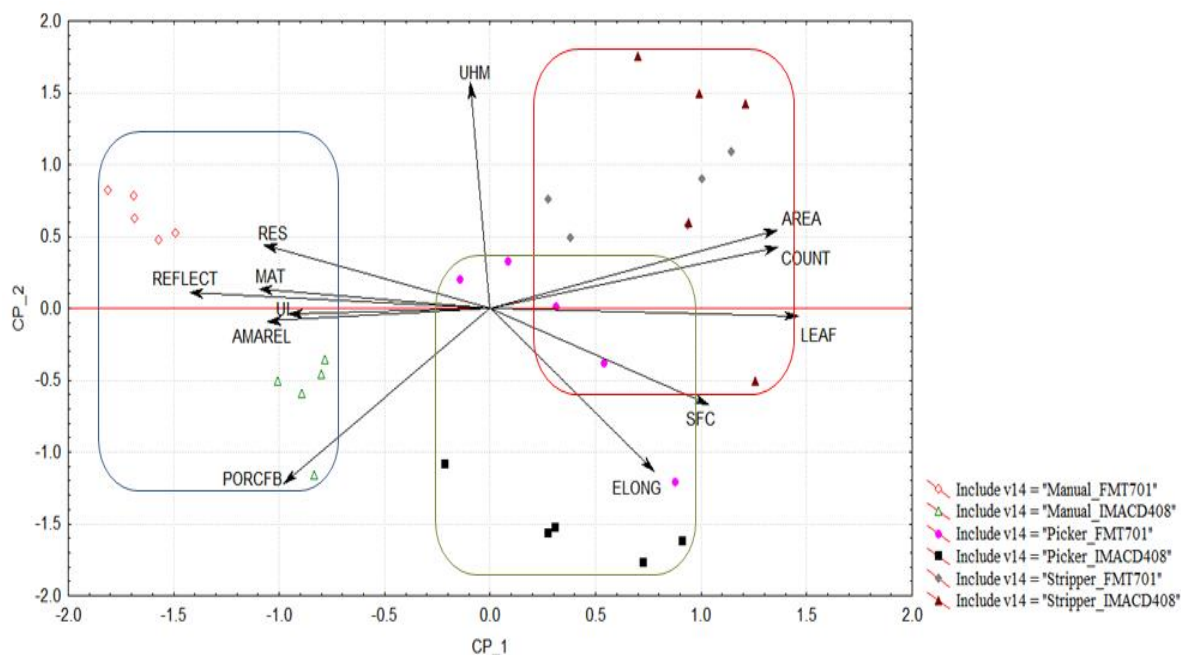


FIGURA 3. Biplot para características da fibra e sistemas de colheita CP 1 x CP 2.

## CONCLUSÕES

A análise de agrupamento apresentou a cultivar FMT 701 com características da fibra de melhor qualidade em relação à IMACD 408.

As análises de agrupamentos hierárquica, não hierárquica e componentes principais permitiram ordenar acessos em três grupos de sistemas de colheita, manual, picker e stripper, segundo as variáveis de características da fibra.

Houve influência dos sistemas de colheita, fator fenótipo, para discriminar a qualidade da fibra do algodão em relação ao fator genótipo, cultivar.

A análise de componentes principais indicou que o sistema de colheita influencia sobre a qualidade da fibra, em especial devido ao índice de impurezas, que afeta as demais características da fibra, com exceção do comprimento.

## REFERÊNCIAS

Basra, A. S.; Malik, P. Development of the cotton fiber. *International Review of Cytology* 89: 65-113, 1984.

Baxevanos, D.; Tsialtas, I. T.; Goulas, C. Repeatability and stability analysis for fiber traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.* 7(10):1423-1429, 2013.

Beebe, K. R.; Pell, R. J.; Seasholt, M. B. *Chemometrics: A practical guide*. New York, John Wiley & Sons. 348p, 1998.

Belot, J. L.; Vilela, P. M. C. A. Colheita de algodão. In: FACUAL - Fundo de Apoio a Pesquisa do Algodão. *Algodão – Pesquisas e Resultados para o Campo*. Cuiabá: FACUAL, 390p, 2006.

Bussad, W. O.; Morretin, P. A. *Estatística básica*. Atual. São Paulo, 1987.

Chem, X.; Guo, W.; Zhang, T. Cotton omics in China. *Plant Omics Journal* 4(6):278-287, 2011.

Costa, J. N.; Santana, J. C. F.; Wanderley, M. J. R.; Andrade, J. E. O.; Sobrinho, R. E. *Padrões Universais para Classificação do Algodão*. Campina Grande: Embrapa Algodão. (Documentos, 151). 23 p, 2006.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Cultura do algodão no cerrado: Colheita* 2003.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Brasília, 2006. 306 p, 2006.

Faircloth, J. C.; Hutchinson, R.; Barnet, J.; Paxson, K.; Coco, A.; Price III P. An evaluation of alternative cotton harvesting methods in Northeast Louisiana – a comparison of the brush stripper and spindle harvester. *Journal of Cotton Sci.*, 8:243-253, 2004.

Faulkner, W. B.; Wanjura, E. F.; Hequet, E. F.; Boman, R. K.; Shaw, B. W.; Parnell Jr, C. B. Evaluation of modern cotton harvest systems on irrigated cotton: fiber quality. *Applied Eng. in Agriculture* 27(4):507-513, 2011.

Grobe, J. R. *Aplicações de estatística multivariada na análise de resultados em experimentos com solos e animais* PhD dissertation, Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2005.

Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre, Bookman, 2005.

Kaiser, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23:187-200, 1958.

Kelley, M.; Boman, R. Field weathering effects on selected cotton fiber quality parameters in Texas High Plains. *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, New Orleans Louisiana, January 4-7, 2005.

Kim, H. J.; Triplett, B. A. Cotton fiber growth in planta and in vitro. Models for plant cell elongation and cell wall biogenesis. *Plant Physiol* 127(4):1361-6, 2001.

Krieg, D. R., Hequet, E. F. Fiber quality variation within a cotton plant as affected by genetics and environment. Proc. Beltwide Cotton Conf., New Orleans Louisiana, January 4-7, p. 2390-2385, 2005.

Lima, J. J. A indústria têxtil e a qualidade da fibra do algodão. In: Manual de Beneficiamento, AMPA – IMAMT, MT, 2014.

Martin, J. Avanços das pesquisas sobre algodão ultra-adensado. In: FACUAL - Fundo de Apoio a Pesquisa do Algodão. *Algodão – Pesquisas e Resultados para o Campo*. Cuiabá: FACUAL, 2006.

McAlister III, D. D.; Rogers, C. D. The effect of harvesting procedures on fiber and yarn quality of ultra-narrow-row cotton. *Journal of Cotton Science*, 9(1): 15-23, 2005.

Mei, Y.; Zhou, J.; Xu, H.; Zhu, S. Development of sea island cotton (*Gossypium barbadense* L.) core collection using genotypic values. *Crop Sci.* 6(4):673-680, 2012.

Meredith, W. R. Jr. Quantitative genetics. P.132-147. In: R.J. Kohel and C.F. Lewis (eds) Cotton, Agronomy, number 24 in series, Madison, Wisconsin, USA, 1984.

Oz, E. Performance evaluation of a tractor mounted mechanical cotton picker. *Bulgarian J. Agric. Sci.*, 20(2):487-496, 2014.

Pupim-Junior, O.; Belot, J. L.; Vilela, P. C. A.; Zambiasi, T. C.; Martin, J.; Ribeiro, G. A.; Ferreira, D. S. CD 408, Variedade de algodão de alto potencial e estabilidade produtividade para as regiões do sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5., 2005. Salvador. *Anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005.

Ruan, Y. L.; Llewellyn, D. J.; Furbank, R. T. The control of single-celled cotton fiber elongation by developmentally reversible gating of plasmodesmata and coordinated expression of sucrose and K<sup>+</sup> transporters and expansin. *Plant Cell* 13(1):47-60, 2001.

Saha, S.; Jenkins, J. N.; Wu, J.; McCarty, J. C.; Stelly, D. M. Genetic analysis of agronomic and fiber traits using four interspecific chromos substitution lines in cotton. *Plant Breeding* 127: 612-618, 2008.

Santana, J. C. F.; Freire, E. C.; Carvalho, L. P.; Costa, J. N.; Gusmão, J. L.; Silva, J. A. Características da fibra e do fio do algodão: Análise e interpretação dos resultados. In: Beltrao NEM e Azevedo DMP (ed.) O agronegócio do algodão no Brasil. 2 ed. Brasília. EMBRAPA Informação tecnológica, 2008.

Smart, L. B.; Vojdani, F.; Maeshima, M.; Wilkins, T. A. Genes involved in Osmoregulation during turgor-driven cell expansion of developing cotton fibers are differentially regulated. *Plant Physiol* 116: 1539–1549, 1998.

Silva, O. R. R. F.; Sofiatti, V.; Belot, J. L. Colheita do algodão adensado. In: *O Sistema de Cultivo do Algodoeiro Adensado em Mato Grosso*. Cuiabá. Editora Defanti, p. 390, 2010.

Sneath, P. H. A.; Sokal, R. R. Numerical Taxonomy: The principles and practice numerical classification. Freeman, San Francisco, 1973.

Ward, J. H. Jr. Hierarchical grouping to optimize na objective function, *J Am Stat Assoc* 58(301):236-244, 1963.