



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



MICHEL DE CARVALHO REIS

**CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO
INDIRETA EM GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.)**

UBERLÂNDIA – MG

JULHO DE 2016

MICHEL DE CARVALHO REIS

CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO
INDIRETA EM GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte dos requisitos
necessários do Curso de graduação em
Agronomia para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Larissa Barbosa de Sousa

UBERLÂNDIA – MG
JULHO DE 2016

MICHEL DE CARVALHO REIS

CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO
INDIRETA EM GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte dos requisitos
necessários do Curso de graduação em
Agronomia para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Larissa Barbosa de Sousa
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Ana Paula Oliveira Nogueira
Membro da Banca

Daniel Bonifácio Oliveira Cardoso
Membro da Banca

Uberlândia-MG, 28 de Julho de 2016

Aos meus pais, Valteir Venâncio dos Reis e Rosilda de Carvalho Reis, por serem exemplo de pessoas. Pelo amor, dedicação, e por terem apoiado e incentivado meus sonhos. E a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente em minha formação acadêmica e profissional.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram e fizeram parte no decorrer desta minha jornada, em especialmente:

A Deus pela dádiva da vida, por iluminar e sempre guiar meus passos e por ter me dado saúde, força e sabedoria para superar as dificuldades, permitindo a conclusão de mais uma etapa de minha vida.

À minha família, por serem os pilares que me sustentaram e deram força para enfrentar a vida, sempre tiveram ao meu lado em todos os momentos, e sabem de todas as derrotas e vitórias que tive até este devido momento. Aos meus pais, pelo amor incondicional e pelos ensinamentos e exemplos de vida, e se cheguei até este momento importante da minha vida foram graças a vocês, que sempre estiveram comigo de alguma forma.

A minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Larissa Barbosa de Sousa pela oportunidade concedida, pela orientação, pelo apoio, pelos ensinamentos e pela enorme paciência durante esta caminhada.

A todos os meus amigos e colegas integrantes do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro (PROMALG), pelo apoio, e por se esfoçarem para a realização e condução dos experimentos, pois sem vocês, seria impossível a conclusão deste trabalho.

Enfim, a todos os que de alguma forma, fizeram parte da minha formação, o meu **MUITO OBRIGADO!**

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
1 - INTRODUÇÃO.....	8
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4 - CONCLUSÕES	15
5 – REFERÊNCIAS	23

REIS, MICHEL DE CARVALHO. **Correlação entre caracteres como critério de seleção indireta em genótipos de algodoeiro** (*Gossypium hirsutum* L.). Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Agronomia. Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

RESUMO

A cultura do algodão tem notável importância para a economia brasileira e mundial. O conhecimento das relações entre caracteres, possibilita desenvolver alternativas que aumentem o progresso genético com a seleção simultânea de vários caracteres. A utilização das estimativas de correlação para aplicação da seleção indireta pode permitir maior eficiência e progresso na seleção, comparada com a seleção direta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação fenotípica e o desdobramento dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres morfológicos e tecnológicos da fibra como critério de seleção indireta em genótipos de algodoeiro. O experimento foi realizado na fazenda experimental Capim Branco, em Uberlândia-MG, na safra 2014/2015. Foram avaliados 21 genótipos, sendo 19 genótipos F3 proveniente do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro (PROMALG) e duas testemunhas comerciais: FM 966 e a DP 555. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de plantas de algodão 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,9 metros. Os caracteres morfológicos e agrônômicos avaliados foram: **a)** teor de clorofila *a* e *b* (TCA e TCB), **b)** número de ramos frutíferos (NRF), **c)** altura do 1º nó frutífero (ALTN), **d)** porcentagem de maçãs de 1ª, 2ª e 3ª posição (MPP, MSP, MTP), **e)** índice de área foliar (IAF), **f)** produtividade de algodão em caroço (PAC), **g)** produtividade de pluma (PP) e **h)** rendimento de pluma (RF). Com o auxílio do aparelho HVI (*High Volume Instrument*), avaliou-se as seguintes características de qualidade da fibra: **i)** Comprimento médio da fibra (UHML), **ii)** Uniformidade de comprimento (UI), **iii)** Índice de fibras curtas (SFI), **iv)** Resistência da fibra à ruptura (STR), **v)** Elongamento da fibra (ELG), **vi)** Micronaire (MIC), **vii)** Maturidade da fibra (MR). As análises estatísticas e o diagnóstico da multicolinearidade foram realizadas com o auxílio do Programa Genes. A partir das correlações observou-se que as características intrínsecas de qualidade da fibra tem influência sobre a produtividade de algodão em caroço, e também sobre caracteres morfológicos do algodoeiro. Baseado nas correlações fenotípicas e a partir da análise de trilha identificaram-se o caráter micronaire de maior efeito favorável sobre a produtividade de algodão em caroço, por apresentar correlação positiva e efeito direto. Sendo assim o caractere micronaire pode ser utilizado como critério de seleção indireta em genótipos de algodoeiro.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, seleção indireta, produtividade de algodão em caroço

1 – INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das espécies do gênero *Gossypium*, pertencente à família *Malvaceae* (CARDOSO et al., 2015). Existem vários tipos de fibras naturais que são produzidas em todo o mundo, mas a fibra de algodão é a principal matéria-prima utilizada pelas indústrias têxteis (CONAB, 2015). Segundo Araújo et al. (2013) a cultura do algodão tem notável importância para a economia brasileira e mundial, devido aos aspectos socioeconômicos e os interesses dos diversos setores da cadeia produtiva da fibra.

A cotonicultura brasileira é uma das atividades agrícolas que ao longo dos últimos anos tem passado por um constante processo evolutivo (SILVA; PIRES, 2015). O Brasil é o quinto maior produtor de algodão em pluma do mundo, sendo os maiores produtores a Índia, China, EUA e Paquistão (ABRAPA, 2016a). De acordo com a Abrapa (2016b) o Brasil é o terceiro maior país exportador da fibra, além de obter as maiores produtividades mundiais de algodão cultivado em sequeiro.

A Conab (2016) no seu sétimo levantamento da safra brasileira de grãos estimou que a área plantada com algodão no país equivalente a 965,7 mil hectares na safra 2015/2016. Estabelecendo uma projeção de produção de algodão em caroço total de 3,71 milhões de toneladas e a produção de algodão em pluma 1,48 milhões de toneladas. Entretanto, quando comparado com a safra 2014/2015 houve redução na área plantada, na produção de algodão em caroço e pluma, correspondente a 1,1%; 5,3% e 5,2% respectivamente, suponha-se que o motivo dessa redução são devido a fatores de crise econômica em que o país se encontra e a ocorrência de adversidades agrometeorologias no período de safra.

Os principais estados brasileiros produtores de algodão em pluma na safra 2014/2015 foram Mato Grosso, Bahia, Mato Grosso do Sul e Goiás, representando 57%, 29%, 4% e 3% da produção total respectivamente. Portanto, aproximadamente 86% da produção de algodão em pluma total do país concentra-se nos estados de Mato Grosso e da Bahia (MAPA, 2015).

Em um programa de melhoramento genético de plantas, a escolha de um método de seleção que proporciona desenvolver genótipos superiores é uma das etapas de maior importância quando busca-se a obtenção de novos cultivares (ENTRINGER et al., 2014). No melhoramento genético do algodoeiro busca-se principalmente um método de seleção que assegure avançar genótipos que expressem maior produtividade de algodão em caroço,

produzam mais fibra, e que tenham a qualidade exigida pelas indústrias têxteis, para lançamento destes genótipos como novas cultivares de algodoeiro.

Nesse contexto, o conhecimento das relações entre caracteres, estimadas pelas correlações, possibilita desenvolver alternativas que aumentem o progresso genético com a seleção de vários caracteres, ou se a seleção em um deles apresenta complexidade, como é caso da produtividade, por ser uma característica de herança poligênica, ou seja, controlada por vários genes, e consequentemente é um caractere altamente influenciado pelo ambiente, e/ou também pela dificuldade na mensuração e identificação. Portanto, a utilização das estimativas de correlação para aplicação da seleção indireta pode permitir maior eficiência e progresso na seleção, comparada com a seleção direta (RIOS et al., 2012).

A correlação é um parâmetro estatístico que mede o grau de relação entre caracteres, que pode ser negativa ou positiva (RAMALHO et al., 2012). A associação existente entre os caracteres são avaliados por meio das correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais. Portanto, somente as correlações fenotípicas e as genotípicas envolvem associação de natureza herdável, sendo assim, as de maior importância para orientar um programa de melhoramento vegetal (AZEVEDO et al., 2016). Entretanto, a correlação estimada pode não representar a verdadeira associação entre dois caracteres, uma vez que uma alta ou baixa correlação pode ocorrer por influência de um terceiro caráter ou conjunto de caracteres (TOEBE; CARGNELUTTI FILHO, 2013).

Diante disso, a análise de trilha proporciona o entendimento mais detalhado sobre as relações existentes entre caracteres por meio da estimação de coeficientes que determinam a influência que um caractere age sobre outro. Assim sendo, a correlação entre dois caracteres pode ser desdobrada nos seus efeitos diretos e indiretos (TEIXEIRA et al., 2012). Lúcio et al. (2013) menciona que geralmente o estudo da análise de trilha é empregado em pesquisas que envolvem o melhoramento genético vegetal, para possibilitar a identificação do tipo e o grau de correlação entre caracteres e fornecer informações importantes e úteis ao melhorista no processo de seleção.

Porém, previamente ao emprego da análise de trilha, deve-se submeter os dados ao diagnóstico de multicolinearidade, para evitar o erro sistemático nos resultados, que distorce a estimativa dos efeitos diretos e indiretos. Logo, há duas estratégias básicas para a análise de trilha: identificação e eliminação de caracteres responsáveis pela colinearidade; ou análise de

trilha com regressão em crista, quando o pesquisador opta por não eliminar as variáveis (SALLA et al., 2015).

No contexto do melhoramento de plantas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação fenotípica e o desdobramento dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres morfológicos e tecnológicos da fibra como critério de seleção indireta em genótipos de algodoeiro.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado em condições de campo, em uma área experimental situada na Fazenda Capim Branco, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 18° 52' S e 48° 20' W, com altitude de 805 metros, na safra 2014/2015.

A área em que foi instalado o experimento situa-se sobre um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico. Antes da implantação do experimento foi feito a amostragem de solo da área, após coletado a amostra composta, esta foi encaminhada para o laboratório de análises químicas e físicas do solo, para fins de recomendação de calagem e adubação. O preparo do solo foi realizado de forma convencional, fazendo uma aração e duas gradagens. Antes da semeadura, a área foi sulcada com noventa centímetros de espaçamento e a adubação e correção da acidez do solo foram feitas de acordo com a necessidade da cultura.

Foram avaliados 21 genótipos de algodoeiro de fibra branca, sendo 19 genótipos F3 proveniente do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro (PROMALG), que foram: **UFUJP15 – A, UFUJP15 – B, UFUJP15 – C, UFUJP15 – D, UFUJP15 – E, UFUJP15 – F, UFUJP15 – G, UFUJP15 – H, UFUJP15 – I, UFUJP15 – J, UFUJP15 – K, UFUJP15 – L, UFUJP15 – M, UFUJP15 – N, UFUJP15 – OB, UFUJP15 – P, UFUJP15 – S, UFUJP15 – T, UFUJP15 – Z**, e duas cultivares comerciais: **FM 966** (Fibermax) e a **DP 555** (Deltapine). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados (DBC) com três repetições. A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas em 0,9 metros. A área útil foi representada pelas duas fileiras centrais de cada parcela com 4 m de comprimento, excluindo-se as plantas na extremidade das fileiras a cerca de 0,5 de cada extremidade.

Foram semeadas dezesseis sementes por metro linear a dois centímetros de profundidade. O desbaste foi feito aos trinta dias após a emergência das plântulas, objetivando permanecer somente oito plantas por metro linear, totalizando uma população adotada de 88.890 plantas ha⁻¹. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com inseticida Fipronil, de nome comercial Standak[®] e a formulação de fungicida sistêmico Carboxina com um fungicida de contato Tiram, de nome comercial Vitvax[®] Thiram 200 SC, ambos utilizados na dose de 450 mL do produto comercial para cada 100 Kg de sementes.

Durante o ciclo da cultura foram empregados diversos tratos culturais. Entre eles o controle de plantas infestantes, com a aplicação de herbicida de ação pré-emergência, produto

comercial Dual Gold na dose de 1,5 litros por hectare. Em pós-emergência foram utilizados os produtos comerciais Gliover e Gramoxone 200, ambos em dose de 1,5 L. ha⁻¹, e as aplicações feitas em jato dirigido, complementados com capinas manuais, quando necessário. Em relação a doenças, mediante a ocorrência de Pinta-preta (*Alternaria* sp) e Ramulária (*Ramularia areola*), e insetos pragas, com a incidência de Tripes (*Frankliniella schultzei*), Pulgão (*Aphis gossypii*), Curuquerê (*Alabama argilacea*), Bicudo (*Anthonomus grandis*), Percevejo-manchador (*Dysdercus* spp.), foram feitas amostragens periodicamente, e para o controle foram feitas aplicações de produtos fitossanitários recomendados para a cultura. Para o controle do crescimento vegetativo das plantas de algodoeiro foi utilizado o bio-regulador de crescimento, com nome comercial de Pix® HC. Com a finalidade de condicionar um maior pegamento da flores e bom desenvolvimento das maçãs foram feitas aplicações de ácido bórico no estágio de florescimento pleno (80 a 90 DAE) da cultura.

Em cada parcela foram selecionadas cinco plantas aleatoriamente, e durante as fases de desenvolvimento das plantas e na colheita, realizaram-se as seguintes avaliações morfológicas e agrônômicas: **a)** Teor de Clorofila *a* e *b* (**TCA** e **TCB**) – determinado em duas folhas do terço médio de cada planta, com o auxílio do aparelho Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila (CFL 1030); **b)** Número de ramos frutíferos (**NRF**) – quantificação visual do número de ramos frutíferos presente em cada planta, o ramo frutífero apresenta característica de crescimento simpodial, em forma de zigue-zague; **c)** Altura do 1º nó frutífero (**ALTN**, em cm) – compreende a distância, em centímetros, entre a superfície do solo e a inserção do primeiro nó frutífero em cada planta; **d)** Número de maçãs de 1ª Posição (**MPP**), **e)** Número de maçãs de 2ª Posição (**MSP**), **f)** Número de maçãs de 3ª Posição (**MTP**) - quantificação visual do número total de maçãs de cada posição separadamente, que posteriormente foram determinado em porcentagem de maçãs de cada posição, avaliação feita em cada planta da área útil da parcela; **g)** Índice de área foliar (**IAF**, em cm²) - feita em duas folhas do terço médio de cada planta, mensurando o comprimento da nervura central de cada folha em centímetros com o auxílio de régua graduada. Para se obter a área foliar, as médias do comprimento da nervura central foram submetidas a equação desenvolvida por Fideles Filho et al. (2010): $Y = 0,7254 (X)^{2,08922}$, em que Y corresponde o resultado da área foliar e o X ao comprimento da nervura central da folha; **h)** Produtividade de algodão em caroço (**PAC**, kg ha⁻¹) – foi colhido as plumas de algodão em caroço da plantas da área útil de cada parcela sendo posteriormente pesadas em balança digital, e a partir deste peso e da área quadrada da área útil, este valor foi estimado para produtividade em quilogramas de algodão em caroço por hectare. **i)** Produtividade de pluma (kg ha⁻¹) (**PP**) – peso da fibra, após o beneficiamento

da pluma de algodão em caroço, e este peso foi estimado para produtividade em quilogramas por hectare. **j)** Rendimento de pluma (%) (**RF**) – compreende o peso da fibra dividido pelo peso do algodão em caroço, e este valor é multiplicado por 100 para se obter o valor o rendimento de pluma em porcentagem.

As características intrínsecas de qualidade da fibra foram avaliadas com o auxílio do instrumento HVI (*High Volume Instruments*), que estima os seguintes caracteres: **i)** Comprimento médio da fibra (**UHML**), **ii)** Uniformidade de comprimento (**UI**), **iii)** Índice de fibras curtas (**SFI**), **iv)** Resistência da fibra à ruptura (**STR**), **v)** Elongamento da fibra (**ELG**), **vi)** Micronaire (**MIC**), **vii)** Maturidade da fibra (**MR**) (COSTA et al., 2006).

Inicialmente os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e ao teste de Scott Knott, ambas as análises a 5% de significância. As estimativas de correlações fenotípicas (*rf*) entre os caracteres foram estimadas a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t com $n-2$ graus de liberdade, em que n corresponde ao número de genótipos avaliados.

Antes de ser realizada a análise de trilha, foi feita a diagnose da multicolinearidade, e o grau de multicolinearidade da matriz singular $X'X$ foi estabelecido conforme os critérios sugeridos por Montgomery e Peck (1981), feito com base no número de condição (NC), que é a relação entre o maior e o menor autovalor da matriz. Se $NC < 100$, a multicolinearidade é denominada fraca e não constitui problema para a análise; se $100 \leq NC < 1000$, a multicolinearidade é considerada de moderada à forte; e se $NC \geq 1000$, é considerada severa (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Posteriormente, foi realizado o desdobramento das correlações fenotípicas, em efeitos diretos e indiretos dos caracteres morfológicos e de qualidade da fibra (variáveis independentes) sobre a produtividade de algodão em caroço (**PAC**) (variável dependente), por meio do modelo de análise de trilha proposto por Wright (1921; 1923).

As análises estatísticas e o diagnóstico da multicolinearidade foram realizadas pelo Programa Genes (CRUZ, 2013).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância dos caracteres morfológicos e tecnológicos da fibra encontram-se na tabela 1. Verifica-se que houve diferença significativa para três das dezoito caracteres avaliados.

O coeficiente de variação experimental (CV) para os caracteres avaliados oscilou de 1,14% para UI à 55,74% para PP, mas em média os valores obtidos demonstram a precisão experimental. O PAC e PP apresentaram os maiores valores de CV, mas são admissíveis por se tratar de caracteres governados por vários genes, e consequentemente altamente influenciados pelo ambiente. Para se alcançar bons resultados de progresso genético por meio da seleção nos programas de melhoramento genético do algodoeiro é de fundamental importância a precisão experimental, por reduzir a expressão dos efeitos ambientais sobre os genótipos (LEITE et al., 2015).

TABELA 1. Quadrados Médios (QM) e coeficientes de variância para as 18 características avaliadas, em 21 genótipos de algodoeiro (Uberlândia, 2015).

QUADRADOS MÉDIOS																			
FV	GL	TCA	TCB	NRF	ALTN	MPP	MSP	MTP	IAF	PAC	PP	RF	UHML	UI	SFI	STR	ELG	MIC	MR
BLOCOS	2	228,55	92,74	112,81	8,83	150,04	19,56	43,32	1800,19	2117710,80	259424,93	12,78	4,69	6,10	4,89	0,52	0,28	0,25	0,02
GENÓTIPOS	20	3,59 *	1,40 ^{ns}	1,14 ^{ns}	12,10 ^{ns}	18,28 ^{ns}	11,33 ^{ns}	13,30 ^{ns}	127,73 ^{ns}	265048,92 ^{ns}	51641,56 ^{ns}	5,26 *	0,40 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,44 ^{ns}	5,80 *	0,22 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,00 ^{ns}
RESÍDUO	40	1,79	1,15	1,55	13,11	25,26	15,14	12,11	325,24	219983,45	40230,23	2,69	0,54	0,95	0,57	1,57	0,17	0,12	0,01
TOTAL	62																		
CV (%)		3,36	6,92	10,8	14,64	8,51	12,57	33,54	17,97	46,14	55,74	4,41	2,32	1,14	13,86	3,92	6,49	7,98	1,18

(*) Significativo em 5% de probabilidade, pelo teste de F. TCA = Teor de clorofila A, TCB = Teor de clorofila B, NRF = Número de ramos frutíferos, ALTN = Altura do 1º nó frutífero (cm), MPP = Maças de primeira posição, MSP = Maças de segunda posição, MTP = Maças de terceira posição, IAF = Índice de área foliar (cm²), PAC = Produtividade de algodão em caroço (kg. ha⁻¹), PP = Produtividade de pluma (kg. ha⁻¹), RF = Rendimento de fibra (%), UHML = Comprimento de fibra (mm), UI = Uniformidade de fibra, SFI = Índice de fibras curtas (%), STR = Resistência de fibra à ruptura (gf tex⁻¹), ELG = Alongamento de fibra (%), MIC = Índice Micronaire e MR = Maturidade de fibra.

Na tabela 2, encontram-se o agrupamento das médias dos 21 genótipos de algodoeiro avaliados para os dezoito caracteres estimados. O teor de clorofila A (TCA), que é um dos caracteres que apresentou efeito significativo observa-se a formação de dois grupos, em que os genótipos: UFUJP15 – A (42,61), UFUJP15 – K (41,58), UFUJP15 – S (41,51), UFUJP15 – E (41,04); apresentaram médias superiores comparado as testemunhas comerciais e aos demais genótipos. Neves et al. (2005) relata que as clorofilas são pigmentos que realizam a conversão da radiação luminosa em energia química, sob a forma de ATP e NADPH, em função disso, são estreitamente relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas, consequentemente afetando o crescimento, a produtividade e adaptabilidade aos diferentes ambientes.

Em relação ao caractere rendimento de fibra (RF), que se refere à porcentagem de fibras existente em relação à produtividade de algodão em caroço, verifica-se a formação de três grupos distintos, com as médias variando de 35,23% (UFUJP15 – S) a 40,88% (DP 555), e destaca-se o genótipo UFUJP15 – T (38,97%), apresentando média que se enquadrou no mesmo grupo da testemunha comercial FM966 (39,32%), e superior comparada aos demais genótipos. Estes valores de RF são aceitáveis, pois a maioria dos programas de melhoramento genético do algodoeiro visam rendimento de fibra próximos a maiores que 40%.

O alto rendimento de fibra, que é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento pelo alto valor agregado, em média 3,5 vezes maior que o pago pela arroba do algodão em caroço (COUTINHO *et al.*, 2015). Tornando a principal característica de interesse sendo responsável por aproximadamente 90% do custo de produção (BÉLOT; MARQUIÉ, 2006)

Segundo Fonseca; Santana (2002) a resistência de fibra à ruptura (STR) refere-se a resistência específica à ruptura de um feixe fibroso, a partir da finura das fibras individuais (tex) obtido do valor de micronaire, os autores ainda desenvolveram valores para a classificação, sendo: muito baixa (inferior a 20), baixa (21 - 23), média (24 – 26), elevada (27 – 29), muito elevada (mais de 30).

Ainda na tabela 2, para o caractere STR observa-se a formação de dois grupos, enfatizando os genótipos UFUJP15 – C (35,30 gf tex⁻¹), UFUJP15 – K (33,63 gf tex⁻¹), UFUJP15 – Z (33,23 gf tex⁻¹); classificados com resistência a ruptura muito elevada, sendo considerado pela indústria têxteis fibras de boa qualidade para o processo de fiação, e posteriormente confecção dos tecidos.

TABELA 2. Agrupamento de médias dos 21 genótipos de algodoeiro pelo método de Scott-knott*, estimado a partir de 3 caracteres (Uberlândia, 2015).

GENÓTIPOS	TCA	RF	STR
DP 555	39,33 b	40,88 a	33,53 a
FM 966	38,77 b	39,32 b	34,60 a
UFU-A	42,61 a	37,24 c	32,07 b
UFU-B	38,64 b	36,62 c	31,93 b
UFU-C	39,35 b	36,38 c	35,30 a
UFU-D	40,10 b	36,37 c	32,03 b
UFU-E	41,04 a	36,18 c	30,43 b
UFU-F	39,97 b	36,73 c	31,47 b
UFU-G	39,47 b	37,48 c	31,37 b
UFU-H	38,78 b	36,48 c	31,13 b
UFU-J	38,68 b	36,73 c	29,90 b
UFU-K	41,58 a	37,63 c	33,63 a
UFU-L	40,42 b	35,45 c	31,33 b
UFU-M	39,41 b	37,46 c	31,30 b
UFU-N	40,14 b	37,97 c	31,90 b
UFU-OB	38,73 b	36,20 c	31,90 b
UFU-P	38,67 b	36,51 c	32,30 b
UFU-R	39,86 b	37,98 c	30,73 b
UFU-S	41,51 a	35,23 c	31,80 b
UFU-T	39,98 b	38,97 b	30,13 b
UFU-Z	39,63 b	36,64 c	33,23 a

(*) Significativo em 5% de probabilidade. **TCA** = Teor de clorofila A, **RF** = Rendimento de fibra (%) e **STR** = Resistência de fibra à ruptura (gf tex⁻¹).

Na tabela 3, encontram-se as estimativas das correlações fenotípicas (r_f). De acordo com Nogueira *et al.* (2012) para que possa fazer a interpretação das correlações, é necessário considerar três aspectos: a magnitude, a direção e a significância. As estimativas dos coeficientes das correlações positivas indicam a predisposição de uma variável elevar quando a outra eleva, enquanto as correlações negativas ocorrem de uma variável elevar enquanto a outra decrescer.

Neste estudo preferiu-se utilizar as estimativas das correlações fenotípicas para a análise de trilha, por observar diferenças entre os valores das correlações fenotípicas e as genotípicas. Segundo Shukla *et al.* (1998) a utilização de caracteres genotípicos que não correlacionam fenotipicamente, podem não ter importância prática na seleção, pois a seleção é na maioria das vezes realizada com base no fenótipo. Hoogerheide *et al.* (2007) também verificou diferença nas magnitudes das correlações fenotípicas e genotípicas, sendo assim,

também preferiram a utilização da correlação fenotípica para ser realizado a análise de trilha, pois esta que é manipulada pelo melhorista.

Conforme observa-se na Tabela 3, os caracteres que apresentaram correlações significativas com a produtividade de algodão em caroço foram: número de maçãs de segunda posição (0,5054); produtividade de pluma (0,8853) e micronaire (0,5206). Hoogerheide et al. (2007) em seu estudo com correlação entre caracteres tecnológicos da fibra e produtividade de fibra trabalhando com genótipos de algodoeiro também encontraram altas correlações similares entre PAC x MIC (0,77). Logo, pelas mesmas se correlacionarem positivamente, dá indícios ao melhorista que ao realizar seleção de genótipos de algodoeiro que apresentem maior número de maçãs de segunda posição e que produzam fibras com valores maiores de micronaire, indiretamente ele estará selecionando os genótipos que apresentarão as maiores produtividades de algodão em caroço.

As maçãs de primeira e segunda posição presente nos ramos frutíferos das plantas de algodoeiro são as responsáveis por contribuírem com as maiores produtividade de algodão em caroço, conseqüentemente com o rendimento de fibra, e são as que produzem as fibras de melhor qualidade, por apresentarem valores elevados de micronaire exigidos pela indústria têxtil quando comparado com as maçãs de terceira, quarta e as demais posições que as plantas possam desenvolver.

Para o melhoramento genético de plantas tem grande relevância identificar os caracteres de alta correlação com caráter principal, e de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta se mostre eficiente (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). A produtividade é um caráter de alta complexidade e sua expressão depende de outros caracteres, que a influência direta ou indiretamente (NOGUEIRA et al., 2012).

Quanto aos demais caracteres (Tabela 3), a maior correlação fenotípica positiva significativa foi MIC x MR (0,9060), indica ao melhorista que a seleção de genótipos com maior valor de micronaire, indiretamente estará selecionando os genótipos que apresentaram as fibras com maior maturidade. Esta correlação deve-se ao fato que o micronaire é a análise referente a finura ou diâmetro da fibra, e a maturidade da fibra é a completa deposição de camadas de celulose que formam uma fibra. Sendo assim, os genótipos que apresentam os maiores diâmetros, ou seja, micronaire tem maior espaço para a melhor distribuição e deposição das camadas de celulose que compõem uma fibra completamente madura.

. A maior correlação fenotípica negativa significativa foi MPP x MTP (-0,7333). Nesse aspecto a correlação negativa MPP x MSP (-0,6191), dando indícios que a seleção voltada para genótipos com maior número de MPP que são as maçãs que produzem as fibras consideradas de maior qualidade pelas indústrias têxteis, consequentemente terá menor número de MSP e ainda menor o número de maçãs de terceira posição.

Na tabela 3, observa-se correlações significativas positivas: MSP x PAC (0,5054); MSP x PP (0,5490); MSP x RF (0,5079). Depreende-se a partir destas correlações que se o melhorista realizar a seleção de genótipos para MSP, indiretamente irá selecionar os genótipos que apresentaram maiores produtividades de algodão em caroço, produtividade de pluma e rendimento de fibra, que os principais caracteres de importância agrônômicas exigidos pelos produtores de algodão. Esse motivo, deve-se ao fato do número de maçãs de segunda posição juntamente com as maçãs de primeira posição são as que produzem mais algodão em caroço e, consequentemente mais fibra.

As correlações negativas, mas com grande importância por envolver o caractere de Índice de fibras curtas (SFI), que é uma das características intrínsecas da qualidade da fibra indesejável no processo de fiação e tecelagem realizado pelas indústrias têxteis, foram as correlações fenotípicas de SFI x UHML (-0,6754) e SFI x UI (-0,6310). Remetendo ao melhorista que a seleção de genótipos que apresentem maior comprimento médio e uniformidade de comprimento da fibra, indiretamente estará selecionando os genótipos que vão ter menor SFI, resultando em fibras de maior valor econômico para comercialização.

TABELA 3. Correlações fenotípicas entre caracteres avaliados em 21 genótipos de algodoeiro (Uberlândia, 2015).

CARÁTER	TCA	TCB	NRF	ALTN	MPP	MSP	MTP	IAF	PAC	PP	RF	UHML	UI	SFI	STR	ELG	MIC	MR
TCA	1	0,5712 *	0,2745	-0,1344	-0,0076	-0,1281	-0,0243	0,0759	0,2061	0,2791	-0,1493 *	0,1179	-0,3555	0,3200	-0,0543	0,1530	-0,3839	-0,3845
TCB		1	0,0876	0,0972	-0,1113	-0,1159	0,3576	0,0625	0,0301	0,2123	-0,1372	0,0859 *	-0,2091	0,1029	-0,0087	-0,2325	-0,5144	-0,4353
NRF			1	-0,2003	0,1134	-0,3052	0,0613	0,2055	-0,2150	-0,3617	-0,1012	-0,4049 *	-0,0929	0,1626	-0,3131	0,4803 *	-0,2262	-0,3699
ALTN				1	-0,0086	0,2128	0,0564	0,2733	0,3530	0,2638	-0,1277	-0,0771	0,0434	0,1291	0,1021	0,1924	-0,0041	-0,1106
MPP					1	-0,6191 *	-0,7333 *	0,2006 *	-0,1255	-0,2099	-0,2301	0,1464	0,3271	-0,3387	0,1201	0,2393	-0,0877	-0,2045
MSP						1	0,0906	-0,2646	0,5054 *	0,5490 *	0,5079 *	-0,1023	0,0891	0,2731	-0,0700	-0,0988	0,5078	0,4747
MTP							1	-0,1014	-0,0402	0,0394	0,0096	-0,1907	-0,4888 *	0,3962	-0,1388	-0,3026	-0,1317	0,0128
IAF								1	0,2444	0,1610	-0,0342	-0,0124	0,2833	-0,1822	0,4210	0,1168	-0,2161	-0,2801
PAC									1	0,8853 *	0,2947	-0,0556	0,0045	0,3069	0,2435	0,0225	0,5206 *	0,4125
PP										1	0,3819	0,0809	-0,0451	0,2351	0,2371	-0,2212	0,3426	0,3585
RF											1	0,0000	0,2444	-0,0214	0,2357	-0,1570	0,4741 *	0,4489 *
UHML												1	0,3559	-0,6754 *	0,2425	-0,4607	-0,1516	-0,0300
UI													1	-0,6310 *	0,2153	0,0154	0,2375 *	0,1095 *
SFI														1	-0,2728	0,0274	0,1457	0,0728
STR															1	-0,3846	0,1540	0,3388
ELG																1	-0,0260	-0,3153
MIC																	1	0,9069 *
MR																		1

(*) Significativo em 5% de probabilidade, pelo teste de F. **TCA** = Teor de clorofila A, **TCB** = Teor de clorofila B, **NRF** = Número de ramos frutíferos, **ALTN** = Altura do 1º nó frutífero (cm), **MPP** = Maças de primeira posição, **MSP** = Maças de segunda posição, **MTP** = Maças de terceira posição, **IAF** = Índice de área foliar (cm²), **PAC** = Produtividade de algodão em caroço (kg. ha⁻¹), **PP** = Produtividade de pluma (kg. ha⁻¹), **RF** = Rendimento de fibra (%), **UHML** = Comprimento de fibra (mm), **UI** = Uniformidade de fibra, **SFI** = Índice de fibras curtas (%), **STR** = Resistência de fibra à ruptura (gf tex⁻¹), **ELG** = Alongamento de fibra, **MIC** = Índice Micronaire e **MR** = Maturidade de fibra.

Segundo Reddy et al. (2015) afirmam que o estudo de correlação entre caracteres é uma medida de associação útil para o melhorista, mas não permite tirar conclusões sobre a quais as causas e os efeitos destas associações. Silva et al. (2005) menciona que o estudo por meio da análise de trilha proporciona o entendimento detalhado das influências dos caracteres envolvidos, justificando a existência de correlações positivas e negativas, de altas e baixas magnitudes entre os caracteres estudados.

Anteriormente à análise de trilha, foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade pelo número de condição (NC) das matrizes de correlações fenotípicas. Na inclusão simultânea de todos os caracteres avaliados proporcionou efeitos severos na matriz de correlação fenotípica. Desse modo, optou-se neste estudo pela eliminação dos caracteres ALTN, MPP e STR que contribuíam para os efeitos adversos da multicolinearidade, e novamente avaliou-se a multicolinearidade, sendo verificado efeitos moderados a forte. Moreira et al.(2013) menciona que para contornar os efeitos adversos da multicolinearidade, primeiramente realiza-se a exclusão de caracteres que contribuíram para tal efeito.

Na tabela 4 estão apresentados os efeitos diretos e indiretos dos caracteres MSP, PP e MIC sobre a produtividade de algodão em caroço. Nota-se que o caráter MSP apresentou correlação positiva moderada (0,5054) e efeito direto baixo (0,0448), o que indica que a seleção simultânea para este caráter não proporciona ganho satisfatório na produtividade de algodão em caroço. Verifica-se que a PP (0,8853) e MIC (0,5306) apresentaram de moderada a alta correlações positivas e efeitos diretos altos, que foram: 0,6572 e 0,6285 respectivamente. Indiciando que a seleção simultâneas com estes caracteres pressupõem um ganho satisfatório na produtividade de algodão em caroço. Hoogerheide et al. (2007) encontraram que MIC apresentou alta correlação positiva (0,77) e efeito direto alto (0,54), assinalando que a seleção truncada com este caráter pode motivar ganho convincente na produtividade de algodão em caroço.

Entre os caracteres estudados na análise de trilha, MIC e PP foram os que tiveram efeito positivo e relativamente alto, indicando a presença de causa e efeito. Mas somente o caráter MIC está diretamente relacionado a ganhos na produtividade de algodão em caroço, pois PP é um dos caracteres de aspecto agrônômico que juntamente com produtividade de algodão em caroço são buscados obter nos genótipos de um programa de melhoramento genético do algodoeiro.

Conforme Hoogerheide et al. (2007) a presença de efeitos indiretos negativos evidencia a dificuldade que se tem em selecionar apenas com base no comportamento da variável principal.

TABELA 4. Estimativas dos efeitos direto e indireto, que envolveram o caractere principal dependente produtividade de algodão em caroço e as independentes: TCA, TCB, NRF, MSP, MTP, IAF, PP, RF, UHML, UI, SFI, ELG, MIC e MR em 21 genótipos de algodoeiro (Uberlândia, 2015).

CARÁTER	EFEITOS DE ASSOCIAÇÃO	ESTIMATIVA
MSP	DIRETO SOBRE PAC	0,0448
	INDIRETO VIA TCA	-0,0028
	INDIRETO VIA TCB	-0,0102
	INDIRETO VIA NRF	0,0045
	INDIRETO VIA MTP	0,0003
	INDIRETO VIA IAF	-0,0704
	INDIRETO VIA PP	0,3608
	INDIRETO VIA RF	-0,0595
	INDIRETO VIA UHML	-0,0243
	INDIRETO VIA UI	-0,0071
	INDIRETO VIA SFI	0,0555
	INDIRETO VIA ELG	-0,0211
	INDIRETO VIA MIC	0,3191
	INDIRETO VIA MR	-0,0843
TOTAL		0,5054
PP	DIRETO SOBRE PAC	0,6572
	INDIRETO VIA TCA	0,0062
	INDIRETO VIA TCB	0,1870
	INDIRETO VIA NRF	0,0053
	INDIRETO VIA MSP	0,0246
	INDIRETO VIA MTP	0,0001
	INDIRETO VIA IAF	0,0429
	INDIRETO VIA RF	-0,0447
	INDIRETO VIA UHML	0,0192
	INDIRETO VIA UI	0,0036
	INDIRETO VIA SFI	0,0478
	INDIRETO VIA ELG	-0,0472
	INDIRETO VIA MIC	0,2153
	INDIRETO VIA MR	-0,0636
TOTAL		0,8853
MIC	DIRETO SOBRE PAC	0,6285
	INDIRETO VIA TCA	-0,0085
	INDIRETO VIA TCB	-0,0453
	INDIRETO VIA NRF	0,0033
	INDIRETO VIA MSP	0,0227
	INDIRETO VIA MTP	-0,0005
	INDIRETO VIA IAF	-0,0575
	INDIRETO VIA PP	0,2252
	INDIRETO VIA RF	-0,0555

INDIRETO VIA UHML	-0,0360
INDIRETO VIA UI	-0,0188
INDIRETO VIA SFI	0,0296
INDIRETO VIA ELG	-0,0055
INDIRETO VIA MR	-0,1610
TOTAL	0,5206
EFEITO DA VARIÁVEL RESIDUAL	0,2171
R^2	0,9529

TCA = Teor de clorofila A, **TCB** = Teor de clorofila B, **NRF** = Número de ramos frutíferos, **MSP** = Maças de segunda posição, **MTP** = Maças de terceira posição, **IAF** = Índice de área foliar (cm²), **PAC** = Produtividade de algodão em caroço (kg. ha⁻¹), **PP** = Produtividade de pluma (kg. ha⁻¹), **RF** = Rendimento de fibra (%), **UHML** = Comprimento de fibra (mm), **UI** = Uniformidade de fibra, **SFI** = Índice de fibras curtas (%), **ELG** = Alongamento de fibra, **MIC** = Índice Micronaire e **MR** = Maturidade de fibra.

4 – CONCLUSÕES

As características intrínsecas de qualidade da fibra tem influência sobre a produtividade de algodão em caroço, e também sobre caracteres morfológicos do algodoeiro.

A seleção indireta por meio do caractere MSP não resultaria em genótipos superiores por não apresentar efeito direto sobre a produtividade de algodão em caroço.

O caractere micronaire (MIC) por apresentar correlação positiva e efeito direto do sobre a produtividade de algodão em caroço pode ser utilizado como critério de seleção indireta nos genótipos de algodoeiro.

5 - REFERÊNCIAS

- ABRAPA. Associação Brasileira de Produtores de Algodão. **Estatísticas: O Algodão no Mundo**. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Brasil.aspx>>. Acesso em: 05 de junho de 2016a.
- ABRAPA. Associação Brasileira de Produtores de Algodão. **Estatísticas: O Algodão no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Brasil.aspx>>. Acesso em: 02 de junho de 2016b.
- ARAÚJO, L. F.; BERTINI, C. H. C.; BLEICHER, E.; VIDAL NETO, F. C.; ALMEIDA, W. S. Características fenológicas, agronômicas e tecnológicas da fibra em diferentes cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.3, p.448-453, mar. 2013.
- AZEVEDO, A. M.; SEUS, R.; GOMES, C. L.; FREITAS, E. M.; CANDIDO, D. M.; SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. S. Correlações genóticas e análise de trilha em famílias de meios-irmãos de couve de folhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.51, n.1, p. 35-44, jan. 2016.
- BÉLOT, J. L.; MARQUIÉ, C. Novos usos podem aumentar importância do caroço. In: **Revista Visão Agrícola**, v. 6, p.112-114, 2006.
- CARDOSO, D. B.O.; MUNDIM, F. M.; SOUSA, L. B. Variabilidade genética e coeficiente de determinação em genótipos de algodoeiro quanto a qualidade da fibra. **Revista Verde**. Pombal, v. 10, n. 3, p 66 – 71, jul.- set. 2015.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 3 – Safra 2015/2016, n.7 – Sétimo Levantamento, abr. 2016.
- CONAB. **Perspectivas para a agropecuária** / Companhia Nacional de Abastecimento – v.2 – Brasília: Conab, 2014 – v.1. Anual. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 27 out. 2015.
- COSTA, J. N.; SANTANA, J. C. F.; WANDERLEY, M. J. R.; SOBRINHO, R. E. V. Padrões universais para classificação de algodão. **Embrapa Algodão**: Documentos 151. Campina Grande, 22p. 2006.
- COUTINHO, C. R.; ANDRADE, J. A. S.; PEGORARO, R. F. Produtividade e qualidade de fibra de cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) na região do semiárido mineiro. **Revista Essentia**. Sobral, v. 16, n. 2, p. 62-68, jan/jun. 2015.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. v.35, n.3, p.271-276, 2013
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2012. v. 1, 514 p.

ENTRINGER, G. C.; SANTOS, P. H. A. D.; VETTORAZZI, J. C. F.; CUNHA, K. S.; PEREIRA, M. G. Correlação e análise de trilha para componentes de produção de milho superdoce. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 61, n. 3, p. 356-361, mai./jun., 2014.

FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N. E.M; PEREIRA, A. S. Desenvolvimento de uma régua para medidas de área foliar do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p 736-741, 2010.

FONSECA, R. G.; SANTANA, J. C. F. **Resultados de ensaio HVI e suas interpretações (ASTM D-4605)**. Embrapa. Campina Grande. dez. 2002. 13p (Circular técnica, 66).

HOOGERHEIDE, E. S. S.; VENCOVSHY, R.; FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C.; ARANTES, E. M. Correlações e análise de trilha de caracteres tecnológicos e a produtividade de fibra de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, n.10, p. 1401-1405, out. 2007.

LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; FEITOSA, F. S.; OLIVEIRA, C. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Revista Nativa**. Sinop, v. 03, n. 04, p. 241-245, out./dez. 2015.

LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; KRAUSE, W.; GONÇALVES, R. Q.; NIED, A. H. Relações entre os caracteres de maracujazeiro-azedo. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v. 43, n. 2, p. 225-232, fev. 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio**. Brasil 2014/15 a 2024/25 –Projeções de Longo Prazo. Brasília, jul. 2015.

MONTGOMERY, D. C.; PECK E. A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley e Sons 1981. 504p.

MOREIRA, S. O.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; MEDEIROS, A. M. Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.1, p. 15-20, 2013.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, D.G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, nov./dec. 2012.

RAMALHO, M.A.P.; et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Ed. Lavras: Ed. UFLA, Lavras, 2012, 522p.

REDDY, K. B.; REDDY, V. C.; AHMED, M. L.; NAIDU, T. C. M.; SRINIVASARAO, V. Correlation and Path Coefficient Analysis in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, v. 3, n. 3, p. 70-80, 2015.

RIOS, S. A.; BORÉM, A.; GUIMARÃES, P. E. O.; PAES, M. C. D. Análise de trilha para carotenoides em milho. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 59, n.3, p. 368-373, mai./jun. 2012.

SALLA, V. P.; DANNER, M. A.; CITADIN, I.; SASSO, S. A. Z.; DONAZZOLO, J.; GIL, B. V. Análise de trilha em caracteres de frutos de jaboticabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.50, n. 3, p. 218-223, mar. 2015.

SHUKLA, S.; SINGH, K.; PUSHPENDRA. Correlation and path coefficient analysis of yield and its components in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Soybean Genetics Newsletter**, v.25, p.67-70,1998.

SILVA, A. A.; PIRES, M. M. Os impactos da proalba na cotonicultura do estado da bahia. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. Taubaté, v.11, n. 3, p. 4-30, set.-dez. 2015.

SILVA, S. A.; CARVALHO, F. I. F.; NEDEL, J. L.; CRUZ, P. J.; SILVA, J. A. G.; CAETANO, V. R.; HARTWING, I.; SOUSA, C. S. Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 2, p. 191-196, 2005.

TEIXEIRA, D. H. L.; OLIVEIRA, M. S. P.; GONÇALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. Correlações genéticas e análise de trilha para componentes da produção de frutos de açaizaeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 34, n. 4, p. 1135-1142, dez. 2012.

TOEBE, M.; CARGNELUTTI FILHO, A. Não normalidade multivariada e multicolinearidade na análise de trilha em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 48, n. 5, p. 466-477, maio. 2013.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921. Disponível em: <<http://www.biodiversitylibrary.org/item/36231#page/756/mode/1up>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

WRIGHT, S. The theory of path coefficients – a replay to Niles’ criticism. **Genetics**, v.52, p.239-255, 1923. Disponível em:<<http://www.genetics.org/content/genetics/8/3/239.full.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2016.