

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (5)

May 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/14520211404>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1404>



Rede de correlações entre características de flor e de fruto do maracujazeiro-azedo

Network of correlations between flower and fruit characteristics of yellow passion fruit

Maria Gabriela Formagio

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Corresponding author

Leandro Rafael Fachi

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá

leandrofachi@hotmail.com

Eveline Maria Brezolin Dezengrini

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Dhiego Pereira Krause

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Thiago Neto Valerio Campos

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Kecy Sena Lima

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Willian Krause

Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Tangará da Serra

Resumo: O objetivo deste trabalho foi construir redes de correlação ponderadas, a fim de descobrir estruturas de correlação e padrões de ligação entre características de flor e fruto do maracujazeiro azedo. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra – MT. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado com três repetições e cinco flores por parcela. Foram avaliadas 110 famílias de irmãos completo (FIC) provenientes do programa de melhoramento genético do maracujazeiro azedo da UNEMAT. Avaliaram-se os parâmetros de morfologia e morfometria floral, e características de fruto utilizando a rede de correlação de Pearson e os resultados foram submetidos ao teste “t” de Student. Os resultados da rede de correlação possibilitaram identificar com mais rapidez e facilidade o agrupamento de características e as correlações existente entre características da flor e do fruto de maracujazeiro. Também se observou que as características florais (Comprimento do nectário em relação às anteras, comprimento do nectário em relação ao estigma e comprimento do androginóforo) são os caracteres de maior correlação com características físicas dos frutos (Massa de fruto, peso de polpa e espessura de casca). As flores com estiletes totalmente curvos apresentam melhores resultados no processo de pegamento de frutos.

Palavras-chaves: *Passiflora edulis* Sims, morfometria floral, correlação.

Abstract: The objective of this work was to build weighted correlation networks, to discover correlation structures and connection patterns between flower and fruit characteristics of yellow passion fruit. The experiment was conducted in the experimental area of the State University of Mato Grosso - UNEMAT, Campus Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra - MT. The experimental design used was in randomized blocks with three replications and five flowers per plot. 110 families of siblings (FIC) from the genetic improvement program of UNEMAT's yellow passion fruit were evaluated.

The parameters of morphology and floral morphometry, and fruit characteristics were evaluated using Pearson's correlation network and the results were submitted to Student's "t" test. The results of the correlation network made it possible to identify the grouping of characteristics and the correlations between characteristics of the flower and the passion fruit more quickly and easily. It was also observed that the floral characteristics (length of nectary in relation to anthers, length of nectary in relation to stigma and length of androgynophore) are the characters with the greatest correlation with physical characteristics of fruits (fruit mass, pulp weight and thickness of shell). The flowers with fully curved stiletos show better results in the fruit picking process.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, floral morphometry, correlation.

Introdução

A fruticultura está presente em todos os estados brasileiros como atividade econômica que envolve mais de cinco milhões de pessoas que trabalham de forma direta e indireta no setor (FACHINELLO et al., 2011). Dentre as frutíferas cultivadas no país, destaca-se o maracujazeiro azedo, que apresenta crescimento acentuado e forte reputação no mercado interno em diferentes segmentos de consumo (ANDRADE NETO et al., 2015). Atualmente o Brasil conta com uma produção de aproximadamente 600 mil toneladas, o Mato Grosso representa apenas 1% da produção brasileira (IBGE, 2018).

O maracujá azedo (*Passiflora edulis* Sims.) tem se mostrado uma boa opção para a agricultura familiar, pois proporciona comercialização e retorno do investimento a curto prazo (MELETTI, 2011). Contudo faz-se necessário salientar que há alguns problemas no cultivo como falta de cultivares adaptadas para as diversas regiões brasileiras e a carência dos polinizadores naturais devido ao uso indiscriminado produtos químicos (KRAUSE et al., 2012).

De acordo com Santos et al. (2016) o maracujazeiro necessita de polinização cruzada realizada naturalmente por mamangavas (*Xylocopa* sp.), em virtude de sua alogamia. Essa polinização permite um índice de vingamento de frutos em torno de 13% no período de outubro a maio e de 2% a 3,5% no período de junho a setembro (JUNQUEIRA et al., 2001). Contudo, quando não há pouca ou nenhuma presença de polinizadores naturais recomenda-se a realização da polinização artificial de forma manual afim de garantir uma maior produtividade (SANTOS et al., 2016)

A polinização manual é uma técnica realizada pelo homem, a qual consiste na coleta de pólen de várias flores em diversas plantas para posterior transferência desse mix polínico com movimentos ascendentes nos estigmas das flores a serem polinizadas, processo este que aumenta, consideravelmente, o vingamento de frutos durante o desenvolvimento da cultura (SILVA; OLIVEIRA; GARÓFALO, 2012).

Existem muitas características florais que podem contribuir para o sucesso da polinização no maracujazeiro, como a curvatura do estilete (RUGGIERO et al., 1973) que influencia o índice de pegamento de frutos e o tamanho do comprimento do androginóforo (ESASHIKA, 2018) ligado ao acesso de polinizadores. Dessa forma, conhecer detalhadamente as características florais do maracujazeiro, é extremamente importante para

uma produção eficaz e, conseqüentemente, sua lucratividade, tendo em vista que se trata de um fator que influencia significativamente a produtividade (ESASHIKA, 2018).

Durante a avaliação de várias características em conjunto, a rede de correlações promove análise de todos os caracteres de maneira facilitada, demonstrando as associações entre os parâmetros visualmente (SILVA et al., 2016). Geralmente, as variáveis são representadas através de nós, que são ligados por linhas que indicam a força da correlação conforme a intensidade da correlação entra as variáveis (EPSKAMP et al., 2012).

A análise de rede de correlação tem sido usada para caracterizar sistemas complexos em muitas áreas, como biologia (Ursem et al. 2008, DiLeo et al. 2011, Kumar and Deo 2012, Pearce et al. 2015), serviços públicos de saúde (Saba et al. 2014), ciência de alimentos (Monforte et al. 2015) e mais recentemente em trabalhos de melhoramento genético de plantas (Silva et al. 2016), no entanto, não foi possível encontrar nenhum trabalho publicado usando rede de correlação no melhoramento genético do maracujazeiro azedo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi construir redes de correlação ponderadas, a fim de descobrir estruturas de correlação e padrões de ligação entre características de flor e fruto do maracujazeiro azedo.

Métodos

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, no município de Tangará da Serra – MT (14°37'10 "S, 57°29'09 "W). O clima local é tropical, apresentando estações bem definidas de seca no período de maio a setembro e uma chuvosa de outubro a abril. A precipitação média de anual varia de 1300 a 2000 mm, com uma temperatura média entre 24°C e 26°C aproximadamente (DALLACORT et al., 2011).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado com três repetições e três plantas por parcela. Foram avaliadas 110 famílias de irmãos completo (FIC) provenientes do programa de melhoramento genético do maracujazeiro azedo da UNEMAT.

O espaçamento utilizado foi de 3,0 m entre plantas e 3,0 m entre linhas, de forma a viabilizar o trânsito máquinas dentro do experimento. O sistema de condução da planta foi o de espaldeira vertical. Os tratos culturais como irrigação, adubação, poda e controle de pragas e doenças foram realizadas de

acordo com a recomendação para o cultivo do maracujazeiro azedo (BRUCKNER; PICANÇO, 2001).

As avaliações das flores foram realizadas no mês de fevereiro de 2020. Foram colhidas cinco flores completamente abertas de cada parcela, entre 14:30 e 15:30 horas. Com auxílio de um paquímetro digital, avaliou-se características como: comprimento de sépalas (CS) e pétalas (CP), comprimento dos filamentos da coroa (CFC), comprimento do androginóforo (CA), comprimento da câmara nectarífera a superfície das anteras (CNSA), comprimento da câmara nectarífera a superfície do estigma (CNSE), conforme ilustrado na Figura 1.

Em relação a curvatura do estilete foram avaliadas de forma qualitativa (visualmente) 30 flores de cada parcela onde os estigmas foram classificados em totalmente curvos (TC) sendo os que se encontravam abaixo e/ou no mesmo nível das anteras.

Os parcialmente curvos (PC), são aqueles em que os estigmas se localizam acima das anteras formando com elas um ângulo de 45° e os sem curvatura (SC) abrangem os estigmas que formam um ângulo aproximado de 90° em relação às anteras, conforme na Figura 2.

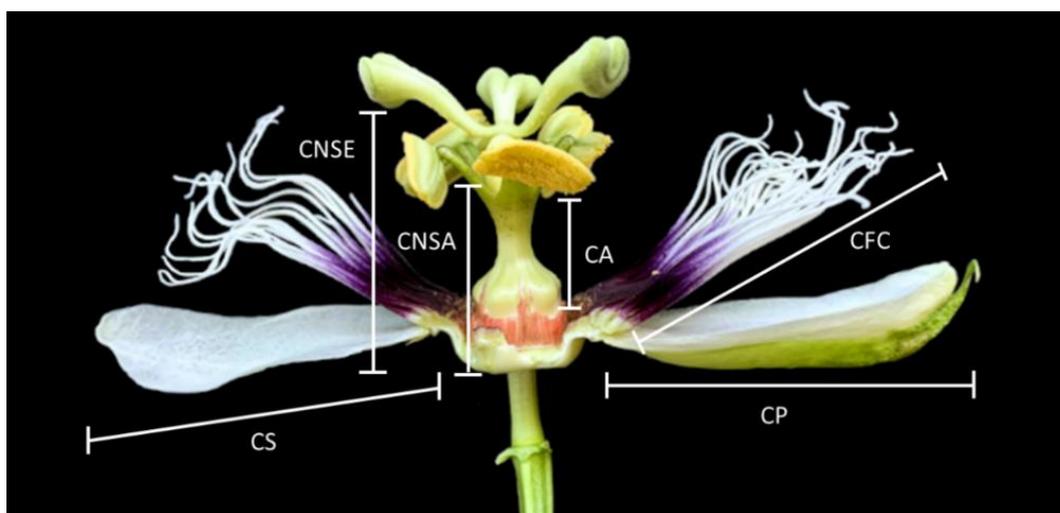


Figura 1. Representação da flor de *Passiflora edulis* Sims. CS: Comprimento da sépala; CP: Comprimento da pétala; CFC: Comprimento filamento da coroa; CA: Comprimento do androginóforo; CNSA: Comprimento do nectário a superfície das anteras; CNSE: Comprimento do nectário a superfície do estigma.

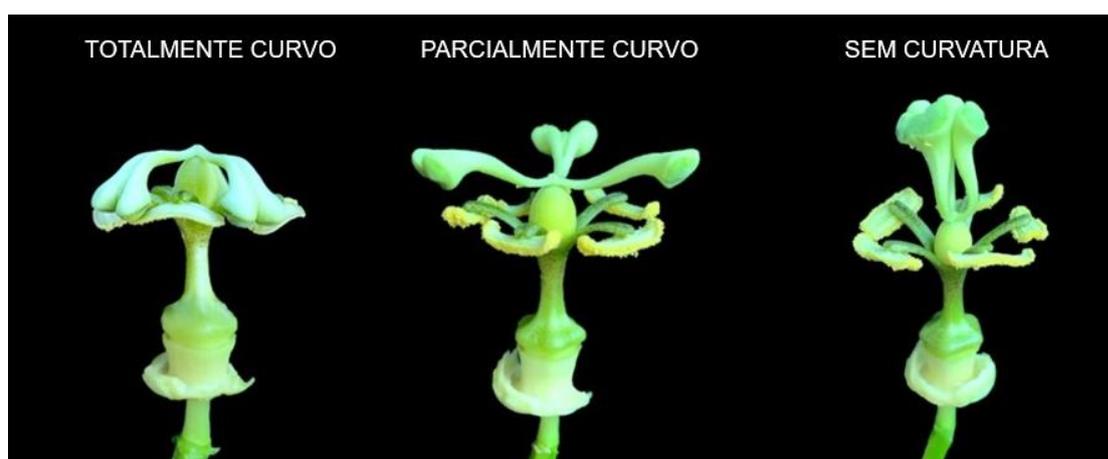


Figura 2. Representação da flor de *Passiflora edulis* Sims, em evidência a curvatura do estilete, conforme Ruggiero (1973).

As características físicas dos frutos foram avaliadas utilizando nove frutos por parcela, levando em consideração as seguintes características:

a) Produção por planta (Prod) em kg ha^{-1} : evidenciada pela quantidade colhida em

quilogramas durante a condução do experimento.

b) Massa de frutos (MF) em g: obtida por pesagem da amostra composta pelo número de frutos coletados por planta, com auxílio de uma balança digital.

- c) Número de frutos (NF): número de frutos coletados na parcela ao longo da condução do experimento dividido pelo número de plantas na parcela.
- d) Formato de fruto (FF): obtido a partir da divisão do comprimento do fruto (mm) pelo diâmetro do fruto (mm).
- e) Espessura média de casca (EC) em mm: determinada por meio da média aritmética das medidas de quatro pontos da casca externa na porção mediana dos frutos.
- f) Porcentagem de polpa (PP): foi obtida através divisão entre o peso da polpa pelo peso total dos frutos da parcela, multiplicado por 100.

As análises foram realizadas no software R versão 3.1.2 (TEAM, 2013). A correlação procedimento de rede foi feito usando o pacote "Qgraph" (EPSKAMP et al., 2012).

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste "t" de Student, que se trata de uma técnica estatística utilizada quando se pretende investigar se há diferença significativa entre duas amostras.

Utilizou-se o sistema de classificação de correlação de Bisquera; Sarriera; Martínez, (2004) que classificam os níveis de correlação em:

- 0,00 ↔ 0,19 → muito baixa
- 0,20 ↔ 0,39 → baixa
- 0,40 ↔ 0,59 → moderada
- 0,60 ↔ 0,79 → alta
- 0,80 ↔ 1,00 → muito alta

As matrizes de correlação foram analisadas criando-se redes de correlação ponderadas, nas quais as conexões entre variáveis são determinadas pela "adjacência matriz", com a função:

$$h(r_{ij}) = \frac{1}{2} \{sgn(|r_{ij}| - p) + 1\}$$

em que:

ρ é o parâmetro "hard threshold", que foi definido como nulo, para que todas as conexões entre variáveis possam ser vistas.

O algoritmo de Fruchterman-Reingold (FRUCHTERMAN; REINGOLD, 1991) foi usado para criar um layout, no qual o a proximidade entre nós (traços) é proporcional à valor absoluto de correlação entre esses nós e as correlações positivas foram coloridas em verde, enquanto os negativos foram representados em vermelho.

Resultados e discussão

Na análise de correlação de Pearson, as correlações não significativas foram entre as características Prod x PPC, Prod x PSC, NF x PPC, NF x PSC, MF x PPC e FF x PSC. Isto demonstra que a variação entre estas características atuam independentes e o aumento ou diminuição de uma destas não influencia na outra.

As demais correlações foram significativas e positivas. Isto indica a possibilidade de se obter ganho na seleção indireta de uma característica em relação à outra, sendo tal fato potencializado pela maior herdabilidade da característica em questão (Tabela 1).

Tabela 1. Correlações de Pearson entre as características de flor e fruto do maracujazeiro. Tangará da Serra-MT, 2020.

CARACT ^{1/}	NF	MF	FF	EC	PP	CA	CNSA	CNSE	PTC	PPC	PSC
PROD	0,97**	0,34**	0,26**	0,48**	0,29**	0,48**	0,49**	0,45**	0,40**	0,06 ^{ns}	0,10 ^{ns}
NF		0,32**	0,28**	0,47**	0,28**	0,48**	0,49**	0,45**	0,39**	0,07 ^{ns}	0,09 ^{ns}
MF			0,35**	0,77**	0,88**	0,78**	0,80**	0,75**	0,65**	0,09 ^{ns}	0,15**
FF				0,40**	0,31**	0,45**	0,44**	0,42**	0,23**	0,28**	0,04 ^{ns}
EC					0,61**	0,84**	0,86**	0,81**	0,70**	0,16*	0,11*
PP						0,69**	0,70**	0,68**	0,56**	0,14*	0,14**
CA							0,93**	0,87**	0,70**	0,18**	0,12*
CNSA								0,90**	0,71**	0,20**	0,13*
CNSE									0,67**	0,17**	0,11*
PTC										-0,48**	-0,12*
PPC											0,15**

^{ns} Não Significativo - * Significativo ao nível de 5%; ** Significativo ao nível de 1% pelo teste t. ^{1/} Produção por planta (Prod), número de frutos (NF), massa de frutos (MF), peso da polpa (PP), espessura da casca (EC) e formato do fruto (FF). Variáveis florais: comprimento da câmara nectarífera a superfície das anteras (CNSA), comprimento da câmara nectarífera a superfície do estigma (CNSE), comprimento do androginóforo (CA), estiletos totalmente curvos (PTC), estiletos parcialmente curvos (PPC) e estiletos sem curvatura (PSC).

Análise de rede de correlações

Durante a interpretação de correlações, deve-se considerar três aspectos: a magnitude, a direção e a significância. Estimativa de coeficiente de correlação positiva indica a tendência de uma característica aumentar quando a outra também aumenta, e correlações negativas indicam tendência

de uma característica aumentar enquanto a outra diminui (EPSKAMP et al., 2012).

Visualmente é perceptível a formação de um grupo principal envolvendo características da flor e do fruto relacionadas entre si. Contudo, observa-se que as características da flor: PPC e PSC encontram-se isoladas e apresentam fracas

relações com todas as demais características da rede.

Além disso, com o auxílio do gráfico da rede de correlações pode-se perceber de maneira facilitada a interação entre as características analisadas, como a forte ligação entre Prod e NF,

que se isolaram das demais. Também é perceptível as fortes ligações entre CNSE, CNSA, CA, PTC, MF e PP que formam uma trama onde ambas se correlacionam entre si. Vale ressaltar o nítido isolamento de FF com as demais características, bem como PSC e PPC.

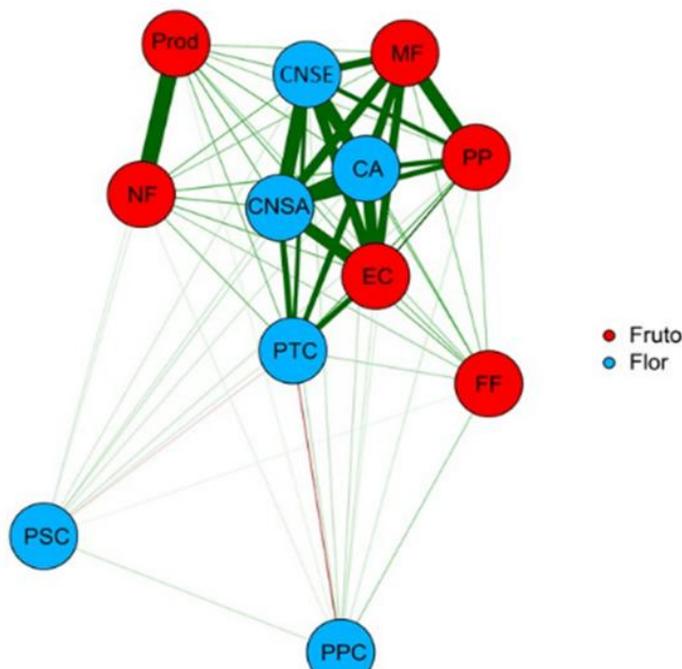


Figura 3. Rede de correlações entre características florais e de frutos do maracujazeiro. Linhas vermelhas representam correlações negativas e as verdes positivas. A espessura da linha é proporcional à magnitude da correlação. Características: produção de frutos por planta (Prod), número de frutos (NF), massa de frutos (MF), peso da polpa (PP), espessura da casca (EC), formato do fruto (FF), comprimento da câmara nectarífera a superfície das anteras (CNSA), comprimento da câmara nectarífera a superfície do estigma (CNSE), comprimento do androginóforo (CA), estiletes totalmente curvos (PTC), estiletes parcialmente curvos (PPC) e estiletes sem curvatura (PSC). Tangará da Serra-MT, 2020.

Observou-se relação significativa e positiva entre Prod x NF demonstrando que quanto maior a produção de frutos por planta maior será a número de frutos. Dessa forma, quando se realiza a seleção para plantas prolíficas (maior NF), indiretamente ocorre a seleção para maior produtividade (PIMENTEL et al., 2008).

Pelos resultados apresentados, a característica de Prod correlacionou-se com PTC, indicando que flores que apresentam estiletes totalmente curvos contribuem para o aumento da produção de frutos, diferente de estiletes parcialmente curvos (PPC) e estiletes sem curvatura (PSC). Provavelmente esse resultado esteja ligado ao maior índice de pegamento de frutos proporcionado por estiletes totalmente curvos (RUGGIERO, 1973; VASCONCELLOS; DUARTE FILHO, 2000). Dessa forma, deve-se selecionar plantas que apresentem maior porcentagem de flores com estiletes totalmente curvos, pois estas plantas apresentarão maior índice de vingamento de frutos e, conseqüentemente, maior produção (SILVA, 2019).

Os índices de correlações relacionadas a posição do estilete mostraram-se fraco para

curvaturas ausentes (PSC) e parciais (PPC). No entanto, aqueles que apresentam estiletes totalmente curvos (TC) correlacionam com atributos de espessura de casca (EC), comprimento da câmara nectarífera a superfície das anteras (CNSA), comprimento da câmara nectarífera a superfície do estigma (CNSE) e comprimento do androginóforo (CA).

De acordo com Bruckner et al. (2005) e Ruggiero (1973) as plantas que apresentam flores com estiletes totalmente curvos apresentam melhores resultados no processo de pegamento de frutos. Tomé et al. (2002) afirma que também há um aumento na viscosidade na superfície estigmática das flores que apresentam estiletes totalmente curvos, característica que facilita a retenção de grãos de pólen.

Também é notável a correlação entre CA, CNSE e CNSA com PTC, indicando que maiores estruturas florais tendem a obter estiletes totalmente curvos. Tal estratégia favorece o vingamento de frutos graças à estratégia floral de estiletes totalmente curvos em relação à aderência de pólen e ação dos polinizadores (BRUCKNER et al., 2005).

A característica formato de fruto não apresentou correlação forte com nenhuma das outras características. Akamine et al. (1974) recomendam a seleção de plantas com frutos de forma ovalada por, supostamente, apresentarem maior teor de suco. No entanto, Negreiros et al. (2007) observaram, em estudo sobre correlações entre as características físicas do maracujazeiro azedo, que o rendimento de polpa não possui correlação com a forma redonda ou ovalada do fruto.

Ao analisar a associação entre CA e CNSA (0,93), observou-se correlação positiva e significativa, mostrando que o aumento comprimento do androginóforo resulta na elevação do comprimento da câmara nectarífera a superfície das anteras. Dessa forma, as características CA e CNSE também mostrou uma correlação significativa e positiva.

Houve correlação significativa e positiva (0,90) entre as variáveis CNSA e CNSE. Características em relação à altura da câmara nectarífera em relação às anteras e estigma estão mais associadas com as recompensas (quantidade potencial e acesso) e a eficiência da polinização (KILL et al., 2012).

Essas estruturas se localizam abaixo do estigma da flor e tem como função sustentar os órgãos reprodutivos da florais (CERVI, 1997; ROCHA, 2015) e seu comprimento é variável, refletindo em uma adaptação ao tamanho de seus polinizadores (AIZZA; DORNELAS, 2011). Segundo Junqueira et al. (2006), deve-se buscar a redução desta característica, pois, quanto menor a distância do estigma em relação à corona, maior será a possibilidade de polinização por insetos menores, facilitando assim a etapa de polinização do maracujá.

No entanto, no que tange às características CA, CNSA e CNSE observou-se elevada correlação para com MF. Portanto, se por um lado a polinização natural pode ser comprometida graças ao aumento de comprimento dessas estruturas, desfavorecendo os insetos polinizadores, por outro melhores rendimentos de MF podem ser alcançados. Tal característica é fundamental, pois frutos maiores e com maior massa são preferidos no mercado de frutas, alcançando maiores cotações de preços no mercado, retornando investimentos em polinização manual mais eficiente (SANTOS et al., 2016).

De acordo com Nascimento et al. (2003) quanto mais eficiente for o processo de polinização, ou seja, quanto maior for o número de grãos de pólen viáveis e compatíveis no estigma, maior será a fecundação dos óvulos. Isso indica que maiores estruturais florais tendem a gerar frutos maiores, graças à maior quantidade de pólen que é abrigada.

Entretanto, é oportuno ressaltar as correlações entre EC versus CA, CNSA e CNSE, indicando que maiores características florais reprodutivas também implicam em aumento na espessura da casca. O mercado consumidor

classifica os frutos considerando a EC, pois tal característica mostra-se inversamente proporcional à PP, de forma que uma maior EC relaciona-se com menor rendimento de suco (PP) (KRAUSE et al., 2012).

Conclusão

A rede de correlação possibilitou identificar com mais rapidez e facilidade o agrupamento de características e as correlações existente entre características da flor e do fruto de maracujazeiro.

As características florais (CNSA, CNSE e CA) são os caracteres de maior correlação com características físicas dos frutos (MF, PP e EC).

As flores com estiletos totalmente curvos (PTC) apresentam melhores resultados no processo de pegamento de frutos e, dessa forma, relacionou-se com as características avaliadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

Referências

AIZZA, L. C. B.; DORNELAS, M. C. A role for pollinators in the “genomic tinkering” that modulates evolutionary changes in molecular networks controlling flower development. *In*: YAISH, M. W. (Org.). *The Flowering Process and its Control in Plants: Gene Expression and Hormone Interaction*. India: Research Signpost, 2011. p. 51-69.

AKAMINE, E. K. *et al.* Passion fruit culture in Hawaii. Hawaii, University of Hawaii, 1974. 35p. (Circular, 345).

ANDRADE NETO, R. C. *et al.* Caracterização física de frutos de genótipos de maracujazeiro azedo produzido no Acre. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 7, 2015, Cruz das Almas. Anais... Bananeiras: UFPB, 2015.

BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTÍNEZ, F. Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS. Porto Alegre: Artmed, 2004.

BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001.

BRUCKNER, *et al.* Autoincompatibilidade do maracujá – implicações no melhoramento genético. *In*: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Orgs). *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Planaltina. Embrapa Cerrados, 2005.

CERVI, A. C. *Passifloraceae do Brasil: Estudo do gênero Passiflora L., subgênero Passiflora*. Fontqueria, 1997.

- DALLACORT, R. *et al.* Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum - Agronomy*, v. 33, n. 2, p. 1-8, 2011.
- EPSKAMP, S. *et al.* Ggraph: network visualizations of relationships in psychometric data. *Journal of Statistical Software*, v. 48, n. 4, p.1-18, 2012.
- ESASHIKA, D. A. S. Fenologia e morfometria de flores e frutos de espécies e híbridos de *passiflora* spp. visando ao melhoramento genético. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- FRUCHTERMAN, T. M.; REINGOLD, E. M. Graph drawing by force-directed placement. *Software: Practice and experience*, v. 21, n. 11, p. 1129–1164, 1991.
- JUNQUEIRA, N. T. V. *et al.* Uso de espécies silvestres de *Passiflora* no pré-melhoramento do maracujazeiro. In: LOPES, M. A. et al. (Orgs). Curso Internacional de pré-melhoramento de plantas. Brasília: Embrapa, 2006.
- KILL, L. H. P *et al.* Relationship of floral morphology and biology of yellow melon hybrids with the attractiveness of pollinators. *Magistra*, v. 24, (suplemento especial), p. 143-149, 2012.
- KRAUSE *et al.* Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou sem polinização artificial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 12, p.1737-1742. 2012.
- NASCIMENTO, T. B. *et al.* Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.12, p.2353-2358, 1999.
- NEGREIROS, J. R. S. *et al.* Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 3, p. 546-549, 2007.
- PIMENTEL, L. D. *et al.* Épocas de avaliação da produtividade em maracujazeiro visando à seleção precoce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 10, p. 1303-1309, 2008.
- ROCHA, D. I. Estudo dos caracteres florais associados à ornitofilia e quiropterofilia em espécies de *Passiflora* (Passifloraceae). 2015. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- RUGGIERO, C. Estudos sobre floração e polinização do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). 1973. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal, Jaboticabal, 1973.
- SANTOS, G. G. *et al.* Efeito da polinização artificial controlada no pegamento e qualidade de frutos de maracujazeiro. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 10, 2016, Cruz das Almas. Anais... Brasília: Embrapa, 2016.
- SILVA, C. I.; OLIVEIRA, P. E.; GARÓFALO, C. A. Manejo e conservação de polinizadores do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Petrolina: Embrapa, 2012. p. 162- 178. (Documentos, 249).
- SILVA, A. R. D. *et al.* Correlation network analysis between phenotypic and genotypic traits of chili pepper. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 4, p. 372-377, 2016.
- SILVA, M. B. A. Caracterização morfoagronômica e fenológica de dois acessos de *Passiflora foetida* L. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.
- TEAM, R. C. R: A language and environment for statistical computing, 2013.
- TOMÉ, A. T. *et al.* Morfologia floral em progênies de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. Anais... Belém: SBF, 2002.
- VASCONCELLOS, M. A. S.; DUARTE FILHO, J. Ecofisiologia do maracujazeiro. In: LACERDA, V. (Ed.). A cultura do maracujazeiro. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, 2000, p. 25-28.