

Autopolinização e qualidade de fruto em pitaia vermelha (*Hylocereus undatus*)

¹Thatiane Padilha Menezes, ¹José Darlan Ramos, ¹Adriano Teodoro Bruzi, ²Ana Claudia Costa, ³Patrícia de Siqueira Ramos

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura – DAG, Caixa-postal: 37, Lavras, MG, Brasil, Emails: thatiagro@yahoo.com.br, darlan@dag.ufla.br, adrianobruzi@dag.ufla.br

²Universidade do Estado do Mato Grosso, Av. Dr. Prof. Renato Figueiro Varella, Caixa Postal 08, Nova Xavantina, MT, Brasil, Email: aninhamel@gmail.com

³Universidade Federal de Alfenas, Avenida Celina Ferreira Ottoni, CEP 37048395, Varginha, MG, Brasil. Email: siqueirapaty@gmail.com

Resumo: A pitaia é uma frutífera exótica e recente no Brasil, sendo necessários estudos em relação a sua biologia reprodutiva. Algumas pesquisas relatam dificuldades no crescimento e desenvolvimento de frutos em flores autopolinizadas. Objetivou-se neste trabalho estudar autopolinização espontânea em pitaia vermelha e comparar a qualidade dos frutos produzidos com aqueles oriundos da polinização natural. O experimento foi instalado no pomar da Universidade Federal de Lavras e para sua condução foram selecionadas 100 flores de 24 plantas. As flores foram protegidas antes da antese, com sacos de TNT, para evitar a polinização cruzada e quinze dias após a proteção das flores avaliou-se a percentagem de fixação de frutos. Foram colhidos 14 frutos na área experimental (sete de cada tipo de polinização) e realizadas as seguintes análises físicas e físico-químicas: massa de fruto e massa de polpa, diâmetro transversal e longitudinal do fruto, número e peso de sementes por fruto, rendimento de casca, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, razão e percentagem de sementes germinadas. Para características dos frutos utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo sete repetições, considerando um fruto por repetição. Concluiu-se que a proteção das flores de pitaia pode interferir negativamente na produção dos frutos. Melhores resultados para massa de fruto, massa de polpa, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e número de sementes foram obtidos com a polinização natural.

Palavras chave: *Hylocereus undatus*, Polinização natural, Caracterização físico química.

Self-pollination and fruit quality in red pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Abstract: The pitahaya is a fruit-bearing plant both exotic and recent in Brazil, therefore studies in relation to its reproductive biology are necessary. Some works report difficulties in the growth and development of fruits when flowers are self-pollinated. The aim of this research was to study spontaneous self-pollination in red pitahaya and compare the quality of the fruits produced with those obtained by natural pollination. The experiment was established in the orchard of the Universidade Federal de Lavras and for its conduction, one hundred flowers from twenty-four pitahaya plants were utilized. The flowers were bagged before anthesis with TNT bags to prevent cross-pollination and fifteen days after the bagging of the flowers, the percentage of fruits set was evaluated. Fourteen fruits were harvested at the experimental field (seven of each type of pollination) and following physical and physico-chemical analysis were performed: fruit mass and pulp mass, transversal and longitudinal diameter of the fruit, number and weight of seeds per fruit, number and weight of seeds per fruit, peel thickness, soluble solid content, titrable acidity, pH, ratio and percentage of germinated seeds. For characteristics of the fruits a completely randomized design was used, with seven replications, considering a fruit one repetition. It was concluded that the isolation of pitahaya flowers can interfere negatively on fruit yield. Best results for fruit mass, pulp mass, transversal and longitudinal diameter and number of seeds were obtained with natural pollination.

Key words: *Hylocereus undatus*, Natural pollination, Physicochemical characterization

Introdução

A pitia é uma planta originária da América, pertencente à família *Cactaceae*, sendo duas as principais espécies comerciais: de casca vermelha *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose e casca amarela - *Selenicereus megalanthus* (K. Schumann ex Vaupel), Moran. A pitia amarela (*Selenicereus*) possivelmente é originária da Colômbia ou Equador e a vermelha (*Hylocereus*) é originada no México, Guatemala, Costa Rica e El Salvador (Donadio, 2009).

Devido ao seu valor nutricional e ao aumento do consumo de frutas exóticas, os fruticultores interessaram-se no cultivo desta frutífera. A produção de pitia na região Sudeste ocorre durante os meses de dezembro a maio. A produtividade média anual é de 14 toneladas de frutos por hectare (Bastos et al., 2006).

As flores desta cactácea são laterais, noturnas, com comprimento de 20 a 35 cm, brancas e completas. Os estames são numerosos, sendo encontrados acima de 800 em uma única flor, dispostos em duas fileiras, ao redor do pistilo formado por 14 a 28 estiletos de coloração creme. As sépalas são de cor verde-clara e o pólen é abundante e amarelo (Donadio, 2009).

As flores permanecem abertas por apenas um dia e fecham-se (fecundadas ou não) na manhã do dia após a antese. A parte inferior das flores não fertilizadas torna-se amareladas e caem inteiras, após quatro a seis dias. Quando fecundadas, a parte inferior torna-se esverdeada e há um aumento de volume, indicando a fixação do fruto (Le Bellec, Vaillant & Inbert, 2006).

Em estudos sobre biologia reprodutiva, Weiss, Nerd e Mizrahi (1994) relatam que a *Hylocereus undatus* pode se autofecundar, porém, a presença de polinizadores é importante para a produção de frutos, sendo possível a fixação de frutos através da autopolinização manual, no entanto, Silva et al. (2011) reportam a autoincompatibilidade em *Hylocereus*.

Devido à escassez de estudos sobre o

sistema reprodutivo da pitia e das divergências de resultados encontrados na literatura, novas pesquisas são necessárias. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho estudar a autopolinização espontânea em pitia e comparar a qualidade dos frutos produzidos com aqueles oriundos da polinização natural.

Material e métodos

O estudo foi realizado no setor de fruticultura da Universidade Federal de Lavras, MG. O município situa-se a 21° 14' 06" de latitude Sul e 45° 00' 00" de latitude Oeste, com altitude de 918 metros (Dantas et al., 2007). O clima da região é do tipo Cwb, temperado suave (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen. Os dados climáticos do período experimental são apresentados na Tabela 1.

Para a condução do trabalho foram utilizadas 100 flores de 24 plantas de pitia vermelha *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose com quatro anos de idade, conduzidas em espaçamento 3,0 x 3,0 m, tutoradas perpendicularmente ao solo, em mourões de eucalipto até 1,80 m. Para evitar a polinização cruzada, as flores foram protegidas com sacos de TNT (tecido não tecido), com dimensão 40 x 22 cm, antes da antese (Figura 1).

A avaliação da percentagem de flores autopolinizadas espontaneamente foi realizada quinze dias após o ensacamento e aquelas que foram fecundadas permaneceram protegidas até a colheita dos frutos maduros (identificados visualmente pela coloração vermelha da casca). Também foram avaliados frutos oriundos de polinização natural colhidos aleatoriamente na área experimental. Foram colhidos sete frutos de cada tipo de polinização (polinização natural e autopolinização espontânea). Estes foram acondicionados em caixas plásticas e transportados para o laboratório de Pós-colheita da UFLA, onde foram analisados.

Tabela 1 - Dados médios mensais de temperatura máxima (T °C máx), média (T °C média) e mínima (T °C min.), precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (UR %) do município de Lavras – MG, durante o período experimental.

Mês	T °C max.	T °C min.	T °C média	Precipitação (mm)	UR (%)
Dezembro 2011	27,5	18,09	22,2	14,2	80,2
Janeiro 2012	27,14	18,01	21,36	17,07	80,4

Figuras A1 e A2 - Flor sem proteção (A1) e protegida antes da antese (A2).



Fonte: Menezes, T. P. Lavras, MG (2012).

Para as análises das características dos frutos utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo sete repetições, considerando um fruto por repetição.

Os frutos foram avaliados quanto às características físicas e físico-químicas:

- massa de fruto: por meio de balança digital e o resultado expresso em gramas (g);

- massa de polpa: separando-se a casca, efetuou-se a pesagem da polpa em balança digital, expresso em gramas (g);

- massa de casca: separando-se a polpa, efetuou-se a pesagem da casca em balança digital, expresso em gramas (g);

- diâmetro transversal e longitudinal do fruto: através de paquímetro digital e expresso em mm;

- espessura de casca: utilizando-se paquímetro digital e expressa em mm;

- acidez titulável (%): foram pesados 1 g da polpa do fruto em balança analítica, posteriormente

transferida para erlenmeyers, adicionando-se 20 mL de água destilada. Acrescentou-se a esta solução três gotas de fenolftaleína a 0,1%, seguido das titulações, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos em gramas de ácido málico por 100 g de polpa Association of Official Analytical Chemists [AOAC], (2007);

- pH: o potencial hidrogeniônico medido com Phgâmetro Marconi (PA200), com leitura da solução 1 g de polpa com 20 mL de água;

- teor de sólidos solúveis (%): determinado com refratômetro manual, marca ATAGO, sendo os resultados expresso em porcentagem (AOAC, 2007);

- relação SS/AT: obtida pela razão entre os teores de sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT).

- peso total das sementes por fruto: por meio de balança digital, e expresso em gramas.

- número de sementes por frutos:

•pela contagem de 100 sementes por fruto, em uma amostra de sete frutos. Foi realizada extração das sementes por meio de cortes transversais nos frutos, e retirada a mucilagem com auxílio de peneira e água corrente. Posteriormente foram colocadas a sombra por 48 horas.

Para verificar a viabilidade das sementes dos frutos autopolinizados e por polinização natural avaliou-se a percentagem de germinação. As sementes foram acondicionadas em caixas gerbox, mantidas em câmara com temperatura constante à 25 °C. A primeira contagem foi realizada aos cinco dias após a semeadura (5 DAS) e a última aos 10 dias após a semeadura (10 DAS), conforme Alves, Godoy e Correa (2011).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, utilizando-se 50 sementes em cada repetição. Os dados obtidos das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000).

Resultados e discussão

A frutificação das flores submetidas a autopolinização espontaneamente foi baixa, obtendo-se somente sete frutos das 100 flores protegidas. Possivelmente, a baixa percentagem de frutos pela autopolinização espontânea está relacionada à morfologia floral da pitáia. Marques (2010) relata, em pitáia vermelha, a existência de heterostilia, diferença entre a altura do estigma e da antera. De acordo com a autora, as anteras situam-se em uma altura inferior aos estigmas, sendo considerada uma estratégia ecológica da planta, dificultando a autopolinização. A ausência de produção de frutos em clones de *Hylocereus undatus* foi relatada por Weiss, Nerd e Mizrahi (1994) em Israel, em flores de pitáia protegidas. No entanto, utilizando-se a autopolinização manual os autores observaram em *Hylocereus undatus* até 79,6% de fixação de frutos.

Tais resultados evidenciam na cultura a necessidade de agentes polinizadores ou da manipulação de suas flores para a produção em escala comercial de frutos.

Os dados obtidos no presente estudo reforçam os relatos apresentados na literatura de que esta cactácea é uma planta alógama, cuja

reprodução ocorre por fecundação cruzada. De acordo com Fehr (1987) as plantas são alógamas quando a taxa de autofecundação é menor que 5%. Neste trabalho o percentual de autopolinização natural obtido foi de 7%.

A frutificação observada neste trabalho em flores de pitáia autopolinizadas espontaneamente indica que não há autoincompatibilidade nesta espécie. Estudos em Sri Lanka, conduzidos por Pushpakumara et al. (2005), também indicaram a inexistência de autoincompatibilidade, obtendo frutificação em 100% das flores autofecundadas. No entanto, resultados contraditórios foram encontrados por Silva et al. (2011) que não obtiveram frutificação em flores de pitáia (*Hylocereus undatus*) polinizadas com o próprio pólen. Este resultado reforça que a estrutura floral possivelmente é responsável pela ocorrência de alogamia em pitáia vermelha (*Hylocereus undatus*).

Quanto às características físicas dos frutos, foram observadas diferenças significativas nos frutos oriundos de pitáia autopolinizada espontaneamente em relação aqueles de polinização natural para a massa de fruto, massa de polpa, espessura da casca, número e peso de sementes por fruto (Tabelas 2 e 3).

A maior massa de fruto (248,33 g) foi registrada em flores polinizadas naturalmente, apresentando massa de fruto superior a 45% quando comparados com os frutos de autopolinização. A massa média de frutos obtidos (168,46 g e 248,33 g) são semelhantes aos encontrados por Moreira et al. (2011) em trabalhos com adubação orgânica e granulada bioclástica em pitáia vermelha.

Foi registrada também maior massa de polpa (133,05g) e espessura de casca (4,55 mm) nos frutos polinizados naturalmente, com um acréscimo de 88,18% e 27%, respectivamente. Os resultados de espessura de casca sugerem que frutos autopolinizados são mais susceptíveis a danos mecânicos e possivelmente apresentam menor resistência ao transporte, pois apresentaram uma espessura de casca inferior em relação aos frutos de polinização natural. Simultaneamente ao incremento da massa de fruto e da polpa, também foi observado o aumento do número de sementes (1298,61) e peso de sementes (2,85 g) por frutos em flores polinizadas naturalmente (Tabela 3). Assim, observa-se uma possível correlação positiva

entre massa do fruto e número de sementes. Presume-se que quanto maior a quantidade de pólen depositado no estigma, maior o número de

sementes e conseqüentemente maior massa de fruto.

Tabela 2 - Médias das características físicas relacionadas à massa de fruto, peso de polpa, espessura da casca (EC), diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) de frutos de pitaia polinizados naturalmente e por autopolinização espontânea.

Tratamentos	Massa de fruto (g)	Massa de polpa (g)	Massa de casca (g)	EC (mm)	DL (mm)	DT (mm)
Polinização natural (n=7)	248,33 a	133,05 a	115,28 a	4,55 a	82,73 a	74,33 a
Autopolinização (n=7)	168,46 b	70,70 b	98,75 a	3,58 b	78,50 a	70,50 a
CV (%)	11,53	15,49	15,33	7,86	5,66	6,25
Desvio Padrão (S)	24,02	15,78	16,40	0,32	4,56	4,52

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Médias do número de sementes por fruto, peso de sementes por fruto e germinação aos 5 DAS e aos 10 DAS de frutos de pitaia polinizados naturalmente e por autopolinização espontânea.

Tratamentos	Número de sementes	Peso de sementes (g)	Germinação aos 5 DAS (%)	Germinação aos 10 DAS (%)
Polinização natural (n=7)	1298,61 a	2,85 a	63,5 a	94,5 a
Autopolinização (n=7)	822,54 b	1,41 b	71,5 a	93,5 a
CV (%)	12,10	22,33	8,16	8,75
Desvio Padrão (S)	128,32	0,47	5,50	8,22

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade.

A influência no número de sementes em função do tipo de polinização utilizado também é relatada em outras espécies. Pereira et al. (2003) estudando polinização artificial em pinha relatam maior número de sementes em frutos oriundos de polinização natural. De acordo com os autores, quanto maior o número de grãos de pólen nos estigmas das flores polinizadas, maiores serão as chances de fecundação dos óvulos e

conseqüentemente mais sementes serão formadas. Azevedo e Pio (2002), estudando o efeito da polinização sobre o número de sementes do tangor – ‘Murcoté’ também encontraram menor número de sementes em frutos provenientes de flores isoladas.

Embora o número de sementes tenha sido diferente nos frutos, a viabilidade das mesmas é igual, não apresentando diferenças na percentagem

de germinação, independente do tipo de polinização (Tabela 3). A germinação máxima foi alcançada aos 10 DAS, sendo de 93,5% para as sementes oriundas de frutos de autopolinização espontânea e 94,5% para as sementes de polinização natural.

Valores semelhantes da percentagem de germinação de sementes de pitaiá foram obtidos por Metz, Nerd e Mizrahi (2000). Em contrapartida, estes autores observaram números de sementes

por frutos superiores aos obtidos neste trabalho, encontrando 5.988 sementes. No entanto, os frutos avaliados pesavam 410 ± 48 g. Provavelmente, a diferença de resultado encontrado nos trabalhos relaciona-se ao tipo de polinização utilizada e a massa de fruto.

Para as características físico-químicas dos frutos, foi verificado, exceto para os teores de sólidos solúveis, a influência do tipo de polinização (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias do teor de sólidos solúveis, pH, acidez e ratio (SS/AT) de frutos de pitaiá polinizados naturalmente e por autopolinização espontânea.

Tratamentos	SS (%)	pH	Acidez titulável(%)	Ratio (SS/AT)
Polinização natural (n=7)	13,11 a	4,47 b	0,39 a	33,88 b
Autopolinização (n=7)	12,92 a	4,64 a	0,31 b	41,79 a
CV (%)	7,01	3,19	10,51	10,18
Desvio Padrão (S)	0,91	0,14	0,036	3,85

* Médias seguidas pela mesma letra em minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade.

Flores autopolinizadas espontaneamente apresentaram frutos com menor valor de acidez (0,31) e conseqüentemente um maior valor de pH (4,64) quando comparados com frutos de polinização natural, 0,39 e 4,47, respectivamente. Resultados semelhantes de acidez foram obtidos Silva et al. (2011) em estudos com *H. polyrhizus* e *S. setaceus*, no entanto, os valores de pH encontrados foram menores que os obtidos neste estudo.

Observa-se maior valor na relação SS/AT (41,79) para frutos de flores autopolinizadas. Embora os frutos de polinização natural tenham apresentados menores SS/AT (33,88) valores. Dados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2011) para *H. polyrhizus* e *S. setaceus*.

A relação SS/AT refere-se ao sabor dos frutos. Os sólidos solúveis são compostos por vitaminas, ácidos, açúcares, entre outros, sendo mais de 90% de sua composição representada pelos açúcares, portanto, é uma medida indireta do

teor de açúcares (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os teores de sólidos solúveis não foram influenciados pelo tipo de polinização. Os valores encontrados neste trabalho são semelhantes aos valores obtidos por outros autores (Moreira et al., 2011 & Silva et al., 2011).

É importante destacar que as características sólidos solúveis, pH, acidez titulável (%) e relação SS/AT apresentam efeito Xênia (Mizrahi et al., 2004). Este fenômeno está relacionado com a influência do pólen nas expressões fenotípicas (Ramalho et al., 2012), nas características dos frutos e no tempo requerido para o seu desenvolvimento (Mizrahi et al., 2004).

No presente trabalho este fenômeno foi observado, sendo a explicação para as diferenças na magnitude dos valores obtidos para pH, acidez titulável (%) e SS/AT. Deve-se ressaltar também que esses resultados corroboram aos apresentados por Mizrahi et al. (2004), no qual os autores identificaram efeito Xênia em *Hylocerus polyrhizus*.

Conclusões

A proteção das flores de pitaia vermelha promoveu uma redução na frutificação, não sendo recomendada como prática para a cultural.

A pitaia vermelha apresenta melhor resposta para massa de fruto, massa de polpa, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e número de sementes com a polinização natural.

Referências

- Alves, C. Z., Godoy, A. R., & Correa, L. S. (2011). Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. *Ciência Rural*, Santa Maria, 41 (5), 779-784.
- Association of Official Analytical Chemists (2007). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (18thed, 1750p), Washington.
- Azevedo, F. A., & Pio, R. M. (2002). Influência da polinização sobre o número de sementes do tangor-'Murcote'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24 (2), 468-471.
- Bastos, D. C. et al. (2006). Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 30 (6), 1106-1109.
- Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio* (2ed., 785p), Lavras: UFLA.
- Dantas, A. A. A., Carvalho, L. G., & Ferreira, E. (2007). Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 1 (6), 1862-1866.
- Donadio, L. C. (2009). Pitaya. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 31 (3), 637- 929.
- Fehr, W. R. (1987). *Principles of cultivar development: theory and technique* (v.1, 536p). New York: MacMillan.
- Ferreira, D. F. (2000, julho). Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. *Anais da Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria* (pp. 255-258), São Carlos, UFSCar, 45.
- Le Bellec, F., Vaillant, F., & Imbert, E. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new crop, a market with a future. *Fruits*, Paris, 61 (4), 237-250.
- Marques, V. B. (2010). *Germinação, fenologia e estimativa de custo de produção de pitaia (Hylocereus undatus (Haw.) Britton & Rose) (141f)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.
- Metz, C., Nerd, A., & Mizrahi, Y. (2000). Viability of pollen of two fruit crop Cacti of the genus *Hylocereus* is affected by temperature and duration of storage. *Hortscience*, Alexandria, 35 (2), 199-201.
- Mizrahi, Y. et al. (2004). Metaxenia in the vine cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp. *Annals of Botany*, London, 93 (4), 469-472.
- Moreira, R. A. et al. (2011). Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulada bioclastica. *Ciência Rural*, Santa Maria, 41(5), 785-788.
- Pereira, M. C. T. et al. (2003). Efeito de horário de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 25 (2), 203-205.
- Pushpakumara, D. et al. (2005). Flowering and fruiting phenology, pollination vectors and breeding system of dragon fruit (*Hylocereus* spp.). *Sri Lankan Journal of Agricultural Sciences*, Sri Lanka, 42, 81-91.
- Ramalho, M. A. P. et al., (2012). *Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas* (522p). Lavras: UFLA.
- Silva, A. C. S., Martins, A. B. G., & Cavallari, L. L. (2011). Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da

coloração da cobertura. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33(4), 1162-1168.

Weiss, J., Nerd, A., & Mizrahi, Y. (1994). Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. *HortScience*, Alexandria, 29 (2), 1487-1492.

Recebido em: 08/08/2014

Aceito em: 15/12/2015