

DOI: 10.47209/2317-5729.v.8.n.4.p.01-07

Polinização artificial de diferentes números de estigmas na frutificação do maracujazeiro amarelo em cultivo orgânico

Felipe Barros Mascarello¹, Sebastião Elviro de Araújo Neto², Nilciléia Mendes da Silva^{3*}, Lucas Machado¹, Cleb Rocha¹, Thays Lemos Uchôa³

¹Engenheiro Agrônomo. Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Acre, km 4, Distrito Industrial, CEP 69.915-900, *campus* Rio Branco, Rio Branco, Acre, Brasil.

²Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. do Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Acre, km 4, Distrito Industrial, CEP 69.915-900, *campus* Rio Branco, Rio Branco, Acre, Brasil.

³Mestre em Agronomia. Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal do Acre, km 4, Distrito Industrial, CEP 69.915-900, *campus* Rio Branco, Rio Branco, Acre, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: nilcileia-ac@hotmail.com

Resumo

A Passicultura é uma atividade da fruticultura geradora de mão de obra e renda para pequenos produtores. A polinização artificial é um fator de produção fundamental, pois este pode determinar a produção final e viabilidade do empreendimento. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da polinização artificial em diferentes números de estigmas da flor do maracujazeiro amarelo em cultivo orgânico. O experimento foi realizado utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sendo T1 = Polinização natural, T2 = Polinização de um estigma, T3 = Polinização de dois estigmas, T4 = Polinização de três estigmas e T5 = Polinização de quatro estigmas da flor do maracujazeiro, com 4 repetições, composta por 25 flores. As variáveis avaliadas foram: massa, comprimento e diâmetro dos frutos, vingamento e flores polinizadas x frutos maduros, número de sementes, rendimento de polpa e suco. A polinização natural gerou apenas 6% de frutos vingados, enquanto a polinização artificial promoveu 20% (T4) de pegamento. A polinização artificial de um, dois, três e quatro estigmas aumentou a frutificação do maracujazeiro amarelo em sistema orgânico, independentemente do número de estigmas, comparado a polinização natural. A polinização de um, dois e três, aumenta o comprimento do fruto quando comparado aos que os quatro estigmas polinizados. A polinização de diferentes números de estigmas por flor não altera a massa do fruto, o número de sementes e o rendimento de polpa e suco.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims. Vingamento de frutos. Morfometria de frutos.

Artificial pollination of different numbers stigmas on the fruiting of yellow passion fruit in organic cultivation

Abstract

Passiculture is an activity of fruit-growing that generates labor and income for small producers. Artificial pollination is a fundamental production factor, since it can determine the final production and viability of the enterprise. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of artificial pollination on different numbers of stigmas of yellow passion flower in organic cultivation. The experiment was carried out using a completely randomized design with five treatments: T1 = natural pollination, T2 = pollination of one stigma, T3 = pollination of two stigmas, T4 = pollination of three stigmas and T5 = pollination of four stigmas passion fruit, with 4 replicates, composed of 25 flowers. The evaluated variables were: mass, length and diameter of fruits, revenge and pollinated flowers x ripe fruits, number of seeds, yield of pulp and juice. Natural pollination generated only 6% of revenge fruits, while artificial pollination promoted 20% (T4) of glue. Artificial pollination of one, two, three and four stigmas increased the fruiting of yellow passion fruit in organic system, regardless of the number of stigmas, compared to natural pollination. Pollination of one, two and three increases the length of the fruit when compared to the ones that the four stigmas were pollinated. Pollination of different numbers of stigmas per flower does not alter fruit mass, number of seeds and yield of pulp and juice.

Key words: *Passiflora edulis* Sims. Fruit revenge. Fruit morphometry.

Introdução

Com o crescimento da agricultura no Brasil e o desenvolvimento da fruticultura como uma das mais importantes atividades agrícolas, por movimentar vários mercados dentro e fora do país. O cultivo de pomares de maracujazeiro vem crescendo principalmente em pequenas propriedades, que utilizam a mão de obra familiar na realização dos tratos culturais, contribuindo na diversificação e aumento da renda desta (Meletti, 2011; Cavichioli *et al.*, 2016).

O fruto do maracujazeiro apresenta dupla aptidão para comercialização podendo ser comercializado *in natura* ou processado na forma do suco ou néctar (Lima, 2012). Embora o Brasil seja o maior produtor, a produção de frutos ainda é considerada baixa, com 554.958 t (IBGE, 2017), em função da falta fertilização, da ocorrência de doenças e a baixa eficiência no momento da polinização das flores (Yamamoto *et al.*, 2010; Junqueira *et al.*, 2013).

Os problemas de fecundação das flores devem-se a heterostilia, a autoincompatibilidade genética, exigindo que a polinização das flores do maracujazeiro ocorra exclusivamente de forma cruzada entre genótipos diferentes distribuídos no dossel (Junqueira *et al.*, 2001; Malerbo-Souza & Ribeiro, 2010; Krause *et al.*, 2012). Fatores como a presença de insetos pragas que roubam o pólen, como a abelha irapuã ou pluviosidade intensa, que promove ruptura do grão de pólen por este ser higroscópico, também proporcionam redução de fecundação das flores de maracujá (Siqueira *et al.*, 2009).

Com o aumento das áreas cultivadas e o uso recorrente de inseticidas para controles de pragas, o número de mamangavas (agente natural de polinização), normalmente, não é suficiente para polinizar todas as flores do pomar de maracujazeiro. Sendo assim, a polinização manual ou artificial se torna um trato cultural importante para que ocorra a polinização cruzada e assim aumente a frutificação do maracujazeiro (Junqueira *et al.*, 2001). Krause *et al.* (2012) relataram que a polinização natural promove em média o índice de pegamento de frutos em torno de 13%, enquanto a polinização artificial pode atingir 93%, o que o torna indispensável em cultivos comerciais.

Para realizar a polinização artificial deve-se realizar a coleta do grão de pólen das flores tocando seus dedos nas anteras até que eles fiquem recobertos pelo pólen (pó amarelado). Em seguida, com cuidado, deve-se tocar, com os dedos, os estigmas de flores de outra planta (Junqueira *et al.*, 2001).

No fruto o número de sementes varia- de 94 a 390 sementes/fruto, a massa de 93,8 a 187,6 g/fruto e rendimento de polpa de 45,9% a 57,8% com polinização natural ou controlada, respectivamente (Martins *et al.*, 2014). Como o suco está aderido entre o arilo e a superfície das sementes, quanto mais sementes mais polpa e suco, determinando frutos mais pesados e com espessura da casca reduzida (Krause *et al.*, 2012).

Em maracujazeiro a autoincompatibilidade é do tipo homomórfica esporofítica, sendo que o estigma é do tipo seco e que a superfície estigmática é o sítio de reconhecimento ou rejeição do pólen (Ho & Shii, 1986).

As flores do maracujazeiro são classificadas conforme a curvatura de seu estilete para facilitar a visualização do momento correto a ser feita a polinização artificial. Estas foram classificadas em três tipos: flores com estilete totalmente curvado (TC), parcialmente curvado (PC) e sem nenhuma curvatura (SC), sendo que as flores aptas a polinização serão apenas as totalmente curvadas e as parcialmente curvadas, pois as sem curvatura mesmo que polinizadas artificialmente não produzirá frutos. O florescimento ocorre em dias longos, com fotoperíodo superior a 11 horas. A antese inicia-se por volta das 12 horas, se não fecundadas fecham-se à noite murcham e caem (Ruggiero, 1973).

A polinização de apenas um estigma reduz o número de sementes e rendimento de suco pela fertilização de menor número de óvulos, não havendo diferença entre a polinização de dois e três estigmas (Silveira *et al.*, 2012). Com isso, é necessário estudos com polinização de diferentes números de estigmas para avaliar também a taxa de frutificação, pois a polinização artificial de apenas um ou dois estima reduz o tempo e o custo da polinização.

Com isso, este trabalho o objetivo foi avaliar o efeito da polinização artificial de diferentes estigmas da flor do maracujazeiro amarelo no vingamento, frutificação e características comerciais dos frutos em sistema orgânico.

Material e métodos

O experimento foi realizado em plantio de maracujazeiro orgânico do sítio ecológico Seridó no período de abril a setembro de 2018, localizado na rodovia AC-10, Km 04, Rio Branco, AC, situado á latitude 09° 53' 10,6'' S e longitude 67° 49' 08,6'' W, com altitude média de 170 m, clima tropical (quente e úmido) e temperatura média variando de 25 °C a 34 °C.

Tabela 1. Dados climatológicos do Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (INMET), durante a condução do experimento. Rio Branco, AC, 2018

Mês	Prec. (mm)	Tmed (°C)	U.R (%)
Abril	359,2	25,8	88,7
Maio	105,0	24,9	87,5
Junho	26,7	22,4	85,8
Julho	0,0	24,0	76,1
Agosto	130,1	24,1	78,5
Setembro	64,3	26,0	77,4

Tmed.- Temperatura média; Prec.- Precipitação pluviométrica total; U.R.- umidade relativa média. Fonte: Dados da rede do INMET, 2018.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições de 25 flores cada. De forma que as repetições se deram pela polinização e identificação de flores em quatro dias diferentes. Os tratamentos foram: T1= polinização natural, T2= polinização de um estigma T3= polinização de dois estigmas, T4= polinização de três estigmas e T5= polinização de quatro estigmas da flor do maracujazeiro.

As plantas estavam distribuídas em uma área de 864 m², com espaçamento de 3 metros entre plantas e 3 metros entre linhas, com seis linhas de plantas com 48 metros de comprimento, cada linha contendo 16 plantas.

Para instalação do experimento, inicialmente foi realizado o monitoramento das flores que se abriam no dia, identificando-as quando parte das pétalas com coloração branca estavam bem visíveis. As flores pertencentes aos tratamentos de polinização artificial (T2, T3, T4 e T5) foram ensacadas para evitar a polinização natural. Este procedimento foi realizado entre 7:30 e 10:00 horas da manhã, após as 10:00 horas foi realizada a coleta do pólen e armazenado em ambiente natural na sombra próximo as espaldeiras em um recipiente vedado até o momento da polinização que ocorria após as 13:00 horas quando as flores do maracujazeiro começaram a se abrir.

As polinizações foram realizadas a cada 2 dias, com identificação dos tratamentos com fitas de coloração específica, posteriormente a flor foi ensacada para garantir o sucesso dos tratamentos aplicados, sem contaminações. Vinte quatro horas após a polinização as flores foram desensacadas e um dia após a constatação de pegamento do fruto, que foram identificados por um saco rede com identificação dos tratamentos. A colheita e avaliação morfométrica dos frutos iniciou-se após o amadurecimento destes, cerca de 60 dias após a fecundação.

As variáveis analisadas foram: a) Número de flores polinizadas artificialmente e natural, ambas identificadas com fitas coloridas; b) Porcentagem de frutos vingados: realizado três dias após a polinização por meio da contagem de frutinhos; c) Porcentagem de frutos maduros: realizando a contagem total de frutos maduros; d) Massa dos frutos: realizado com auxílio de uma balança digital foi pesado cada fruto individualmente; e) Dimensão dos frutos: realizado com um paquímetro, medindo o comprimento e diâmetro de cada fruto; f) Rendimento de polpa com sementes: para esta avaliação os frutos foram cortados e retirada e pesadas a polpa com sementes; g) Número de sementes: dentro de uma peneira as sementes foram contadas de uma a uma para determinar seu número total; h) Rendimento de suco: Após a contagem das sementes, as mesmas foram retiradas por meio da fricção contra a peneira até o rompimento do arilo e a liberação do suco (mL).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos diferentes tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Resultados e discussão

A polinização natural promoveu 6% de vingamento de fruto. A polinização de 3 estigmas promoveu 333% mais frutos vingados que tratamentos polinização natural, entretanto não diferiu da polinização com 1, 2 e 4 estigmas (Tabela 2). Martins *et al.* (2014), também observaram que a polinização artificial resultou duas a três vezes maiores mais frutificação que a polinização natural.

Tabela 2. Médias de frutos em início de desenvolvimento e de flores polinizadas x frutos maduros de maracujazeiro amarelo cultivado organicamente com diferentes números de estigmas polinizados artificialmente e natural

Tratamento	Vingamento de frutos (%)	Flores polinizadas x frutos maduros (%)
1	6,00 ^b	8,17 ^a
2	12,25 ^{ab}	16,77 ^a
3	12,75 ^{ab}	16,00 ^a
4	20,00 ^a	18,90 ^a
5	11,25 ^{ab}	9,42 ^a
CV (%)	45,07	39,00

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Embora o pegamento ter sido 333% maior que a polinização natural, o melhor resultado (20%) foi inferior ao pegamento de 53 a 93% em polinização artificial de diferentes cultivares de maracujazeiro polinizadas por Krause *et al.* (2012).

A porcentagem entre flores polinizadas x frutos maduros (Tabela 2) indica que a polinização foi baixa. Esses baixos índices de vingamento de frutos e de frutos maduros ao final do experimento podem ser explicados por Pagliarini (2006), que diz que o vingamento de frutos e a baixa fecundação podem ser atribuídos a diversos fatores como ocorrência de baixa temperatura, ventos frios, baixa radiação solar e chuvas nos dias de polinização. Assim a chuva, os ventos frios e a baixa radiação solar pela época do ano em que a polinização ocorreu podem ter interferido na fecundação e pegamento dos frutos levando a maior abortamento de flores e frutos observados neste trabalho (Tabela 1).

A massa e o diâmetro do fruto não foram afetados pelo tipo de polinização, entretanto o comprimento do fruto foi inferior com a polinização completa dos estigmas (4 estigmas), comparado aos tratamentos 2, 3 e 4 (Tabela 3), diferentemente do que foi encontrado por Siqueira (2009) onde frutos oriundos de flores polinizadas em 4 estigmas foram superiores estatisticamente aos demais frutos em relação a massa e diâmetro, pelo fato de terem maior número de ovários e obterem maior número de grãos de pólen no momento da polinização.

Tabela 3. Médias de massa, comprimento e diâmetro de frutos de maracujazeiro amarelo cultivados organicamente com diferentes números de estigmas polinizados artificialmente e natural

Tratamento	Massa (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
1	116,75 ^a	74,25 ^{ab}	69,50 ^a
2	151,42 ^a	79,75 ^a	75,90 ^a
3	155,83 ^a	82,35 ^a	75,90 ^a
4	138,70 ^a	77,90 ^a	72,65 ^a
5	130,50 ^a	66,13 ^b	70,50 ^a
CV (%)	16,84	5,21	6,48

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Krause *et al.* (2012), cita em estudo avaliando a produtividade e qualidade de frutos de diferentes cultivares que a polinização artificial proporciona frutos maiores que a polinização natural devido a sua melhor técnica em distribuição dos grãos de pólen nos estigmas.

O rendimento de polpa com sementes, o número de sementes e o rendimento de polpa sem semente não foram afetados pelo número de estigmas polinizados (Tabela 4).

Tabela 4. Médias de rendimento de polpa com semente, número de sementes e rendimento de polpa sem semente de frutos de maracujazeiro amarelo cultivados organicamente com diferentes números de estigmas polinizados artificialmente e natural

Tratamento	Rendimento de polpa com semente (%)	Número de sementes	Rendimento de polpa sem sementes (%)
1	39,95 ^a	135,50 ^a	34,45 ^a
2	38,15 ^a	174,40 ^a	33,15 ^a
3	43,15 ^a	209,08 ^a	37,40 ^a
4	37,33 ^a	165,90 ^a	32,08 ^a
5	40,63 ^a	177,50 ^a	39,05 ^a
CV (%)	24,55	31,44	25,23

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Siqueira *et al.* (2009) há correlação direta entre o número de sementes e o número de grãos de pólen depositados no estigma, independentemente do número de estigmas polinizados. Neste estudo observou-se que independentemente do número de estigmas polinizados houve a formação de frutos, não comprometendo a morfometria dos mesmos. Já, Martins *et al.* (2014) infere que o rendimento de polpa é influenciado diretamente pela quantidade de grãos de pólen viáveis colocados nos estigmas das flores. Siqueira *et al.* (2009) relatam que flores que apresentam quatro estigmas contêm maior número de óvulos e recebem mais grãos de pólen, produzem frutos de melhor qualidade apresentando características superiores aos demais frutos.

Segundo Fortaleza *et al.* (2005), a massa do fruto e o rendimento de polpa é, geralmente, proporcional ao número de sementes, já que cada semente é envolta pelo arilo principal fonte de polpa do maracujá.

Negreiros *et al.* (2008), demonstrou em seu trabalho rendimento de polpa com sementes com média de 42% que indicava frutos promissores tanto para industrialização como para venda in natura. Esta média foi superior ao encontrado neste trabalho que foi de 39%.

Conclusão

- A polinização artificial, independentemente do número de estigmas, aumenta a frutificação do maracujazeiro amarelo em sistema orgânico nas condições amazônica.
- A polinização artificial de quatro estigmas reduz o comprimento do fruto.
- A polinização de diferentes números de estigmas por flor não altera a massa do fruto, o número de sementes e o rendimento de polpa e suco.

Referências

- Cavichioli, J. C., Meletti, L. M. M. & Narita, N. (2016). Cultivo do maracujá: aspectos a serem observados antes da implantação da cultura. *Pesquisa e Tecnologia*, 13(2), 8.
- Ferreira, D. F. *Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR)*. (2000). Lavras: UFLA – DEX.
- Fortaleza, J. M., Peixoto, J. R., Junqueira, N. T. V., Oliveira, A. T. & Rangel, L. E. P. (2005). Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27(1), 124-127.
- Ho, W. F. & Shii, C. T. (1986). Incompatibility system in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Horticulturae*, 194, 31-38.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção agrícola municipal – culturas temporárias e permanentes*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=28>>. Acesso em: 16 jun. 2019.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. *Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa*. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 23 jun. 2019.
- Junqueira, C. N., Yamamoto, M., Oliveira, P. E., Hogendoorn, K. & Augusto, S. C. (2013). Nest management increases pollinator density in passion fruit orchards. *Apidologie*, 44(1), 729-737.
- Junqueira, N. T. V., Veras, M. C. M., Nascimento, A. C. do, Chaves, R. da C., Matos, A. P. & Junqueira, K. P. (2001). *A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 18 p. (Documentos/Embrapa Cerrados, n° 41).
- Krause, W., Neves, L. G., Viana, A. P., Araujo, C. A. T. & Faleiro, F. G. (2012). Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou sem polinização artificial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(12), 1737-1742.
- Lima, M. de. (2012). A relação custo/benefício na cultura do maracujá para os pequenos produtores rurais do município de Corumbataí do sul. *Revista GEOMAE*, 3(1), 93-110.
- Malerbo-Souza, D. T. & Ribeiro, M. F. (2010). Polinização do maracujá doce (*passiflora alata* Dryander). *Scientia Agraria Paranaensis*, 9(2), 37-46.
- Martins, M. R., Reis, M. C. dos, Araujo, J. R. G., Lemos, R. N. S. de & Coelho, F. A. O. (2014). Tipos de polinização e pastejo da abelha *xylocopa* spp. na frutificação e qualidade dos frutos de maracujazeiro. *Revista Caatinga*, 27(1), 187-193.

- Meletti, L. M. M. (2011). Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 83-91.
- Negreiros, J. R. da S., Araújo Neto, S. E. de, Álvares, V. de S., Lima, V. A. de & Oliveira, T. K. de. (2008). Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco – Acre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30, 431-437.
- Pagliarini, M. F. (2006). *Efeito da adubação orgânica na produção e qualidade de Frutos de maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis, Sims f. Flavicarpa degener)*. 84f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Ruggiero, C. (1973). *Estudos sobre floração e polinização do maracujá amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.)*. 92 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina e Veterinária de Jaboticabal, Jaboticabal.
- Silveira, M. V., Abot, A. R., Nascimento, J. N., Rodrigues, E. T., Rodrigues, S. R. & Puker, A. (2012). Is manual pollination of yellow passion fruit completely dispensable?. *Scientia Horticulturae*, 146, 99–103.
- Siqueira, K. M. M. de, Kiill, L. H. P., Martins, C. F., Lemos, I. B., Monteiro, S. P. & Feitoza, E. de A. (2009). Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(1), 1-12.
- Yamamoto, M., Barbosa, A. A. A. & Oliveira, P. E. A. M. de. (2010). A polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis F. flavicarpa Deneger*). *Oecologia Australis*, 14(1), 174-192.