



NATÁLIA FERREIRA SUÁREZ

**POLINIZAÇÃO, BIOLOGIA FLORAL E CARACTERIZAÇÃO
FENOLÓGICA EM ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL
CHUVOSO.**

**SETE LAGOAS
2017**

NATÁLIA FERREIRA SUÁREZ

**POLINIZAÇÃO, BIOLOGIA FLORAL E CARACTERIZAÇÃO
FENOLÓGICA EM ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL
CHUVOSO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA), da Universidade Federal de São João del Rei, Campus Sete Lagoas-MG, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini

Coorientador: Prof. Dr. Anderson oliveira latini

**SETE LAGOAS
2017**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S939p

Suárez, Natália Ferreira.
POLINIZAÇÃO, BIOLOGIA FLORAL E CARACTERIZAÇÃO
FENOLÓGICA EM ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO.
/ Natália Ferreira Suárez ; orientador José Carlos
Moraes Rufini; coorientador Anderson Oliveira
Latini. -- Sete Lagoas, 2017.
84 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2017.

1. Malpighia emarginata. 2. Frutificação efetiva.
3. Polinização. 4. Polinizadores. I. Rufini, José
Carlos Moraes, orient. II. Latini, Anderson
Oliveira, co-orient. III. Título.

NATÁLIA FERREIRA SUÁREZ

**POLINIZAÇÃO, BIOLOGIA FLORAL E CARACTERIZAÇÃO
FENOLÓGICA EM ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL
CHUVOSO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA), da
Universidade Federal de São João del Rei, Campus
Sete Lagoas-MG, como parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias na
área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini

Coorientador: Prof. Dr. Anderson Oliveira Latini

Sete Lagoas, 25 de agosto de 2017

Banca examinadora:

Dr. Ângelo Alberico Alvarenga – EPAMIG

Dra. Miriã Cristina Pereira Fagundes - UFSJ

Dr. José Carlos Moraes Rufini - UFSJ
Orientador

**Dedico,
Aos meus pais pelo incentivo de sempre buscar crescer, porque o conhecimento é algo
que ninguém jamais poderá me tirar. Pais, obrigado pela dedicação, amor, e
companheirismo em todos os momentos.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo carinho, amor, e dedicação nestes sete anos de estudos, em especial para minha mãe Maria Adelina Nogueira Ferreira Suárez, que é meu exemplo de vida, e ao meu pai José Luis Suárez Cadenas, que sempre acreditou que eu seria capaz de alcançar meus objetivos.

Aos familiares que se dispuseram a ajudar em longos e exaustivos dias de trabalho de campo com muita paciência e disposição, em especial a pirralha Luana Nogueira pelo apoio ao longo de todos os dias. Foram essenciais a esta conquista, bem como a tantas outras.

À UFSJ, Campus Sete Lagoas, onde fui muito bem acolhida todo este tempo por todos os professores e funcionários, e discentes.

Aos docentes do Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias por transmitirem o seu conhecimento em sala de aula.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos, e à FAPEMIG E VALE-SA, pelo financiamento do projeto.

Ao prof. Dr. Fernando Amaral Silveira por toda disposição e ajuda na identificação dos potenciais polinizadores.

Ao produtor Luis, que sempre foi muito atencioso, prestativo e educado, sem o qual não seria possível a realização do trabalho.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite para participar da melhoria e enriquecimento do trabalho.

Ao Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini, pela orientação durante o mestrado, pelos ensinamentos e oportunidades e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Anderson Oliveira Latini, por toda a ajuda e paciência ao longo dos sete anos, pelos ensinamentos que ultrapassaram as conquistas acadêmicas, pela dedicação e pela amizade, meu muito obrigado.

A todos meus amigos, por toda paciência, amor e distração ao longo deste período, especialmente ao sexteto e aqueles que colaboraram com o trabalho.

Aos colegas, pela troca de conhecimentos e saberes, e por compartilharem bons momentos durante a formação.

A todos aqueles que de alguma forma, contribuíram para esta realização.

Muito Obrigado a todos!

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO I – BIOLOGIA FLORAL DE ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO.

Figura 1 - Marcação de botões florais, flor aberta e despétala das flores	11
Figura 2 - Apresentação do número de elaiófaros	15
Figura 3 - Apresentação do número de flores/inflorescência	17
Figura 4 – Porcentagem de germinação de grãos de pólen	21

ARTIGO II - FENOLOGIA E CRESCIMENTO DE FRUTOS DE ACEROLEIRA EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO.

Figura 1 – Apresentação dos estádios fenológicos	33
Figura 2 – Apresentação dos dados de temperatura e precipitação	34
Figura 3 - Apresentação da duração em dias de cada estágio fenológico	36
Figura 4 - Apresentação da taxa de abortamento em cada estágio fenológico	40
Figura 5 - Apresentação do diâmetro final do fruto	41
Figura 6 – Apresentação da curva de crescimento dos frutos	42

ARTIGO III - POTENCIALIZAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: USO DE ATRATIVOS PARA POTENCIALIZAÇÃO DA FRUTIFICAÇÃO EFETIVA EM ACEROLEIRAS.

Figura 1 - Etapas de procedimento de polinização manual	54
Figura 2 - Diferença entre os sacos de material filó e organza	55
Figura 3 - Tratamento polinização com atrativos de coloração amarela e azul	55
Figura 4 - Taxa de frutificação efetiva nos diferentes tratamentos de polinização	58
Figura 5 - Taxa de frutificação efetiva da variedade ‘Okinawa’ à diferentes distâncias das plantas da variedade ‘Sertanejas’	62
Figura 6 - Estimativas de riqueza em espécies de polinizadores, obtidas pelo método Jackknife	65

SUMÁRIO

Resumo.....	ii
Abstrat	iii
Introdução Geral	1
Referências	3
ARTIGO I - BIOLOGIA FLORAL DE ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO.....	5
Resumo	6
Abstract.....	7
Introdução	8
Materiais e Métodos	10
Resultados e Discussão	13
Conclusão	21
Referências	22
ARTIGO II - FENOLOGIA E CRESCIMENTO DE FRUTOS DE ACEROLEIRA EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO.....	26
Resumo	27
Abstract.....	28
Introdução	29
Materiais e Métodos	30
Resultados e Discussão	34
Conclusão	43
Referências	43
POTENCIALIZAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: USO DE ATRATIVOS PARA POTENCIALIZAÇÃO DA FRUTIFICAÇÃO EFETIVA EM ACEROLEIRA.....	46
Resumo	47
Abstract.....	48
Introdução	49
Materiais e Métodos	52
Resultados e Discussão	57
Conclusão	68
Referências	69
Considerações Finais	74

POLINIZAÇÃO, BIOLOGIA FLORAL E CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA EM ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO.

RESUMO - As aceroleiras, apesar de apresentarem florescimento abundante possuem baixos índices de frutificação, o que pode ser associado a uma dependência da polinização cruzada efetuada por agentes polinizadores para uma produção satisfatória de frutos, entre outros fatores, como água, temperatura e nutrição das plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar a biologia floral, o comportamento fenológico, a curva de crescimento dos frutos e as taxas de frutificação efetiva com diferentes tratamentos de polinização, em aceroleiras das variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ cultivadas em um pomar comercial no município de Cordisburgo/MG. O trabalho foi realizado em duas épocas, compreendendo os meses de novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016, sendo que, as estruturas reprodutivas das aceroleiras foram marcadas e acompanhadas para avaliação, até alcançarem o ponto de colheita. Para avaliação da dependência de polinizadores para uma frutificação satisfatória de frutos de aceroleira, foram realizados os tratamentos autopolinização manual, autopolinização espontânea, polinização cruzada manual com a variedade ‘Okinawa’ como doadora de grãos de pólen, polinização cruzada manual com a variedade ‘Sertaneja’ como doadora de grãos de pólen, polinização cruzada espontânea sem atrativo, polinização pelo vento/gravidade, polinização cruzada espontânea com atrativo azul e polinização cruzada espontânea com atrativo amarelo. Os dados obtidos foram submetidos ao teste estatístico T de Student e aos Modelos Lineares Generalizados (GLM), para obtenção dos resultados. As flores de ambas as variedades são monóicas, com número permanente de pétalas e de sépalas iguais a cinco, apresentando dez estames de tamanhos variáveis e gineceu apresentando três estiletos com carpelos unidos. O número de elaiófaros é variável entre as variedades, sendo que, às ‘Okinawas’ apresentam maior número de glândulas produtoras de óleo. O inverso ocorre em relação ao número de flores/inflorescência, sendo a variedade Sertaneja aquela que possui maior quantidade. Mais de 80% das flores abrem entre 05:00 e 06:30h em ambas as variedades e posteriormente, as flores que não foram fecundadas caem, caracterizando o estágio de despétala das flores, aquele com maiores índices de abortamento. O estágio com maior duração em dias foi o estágio de enchimento do fruto verde, sendo maior na variedade ‘Okinawa’, que apresenta ciclo reprodutivo com maior duração de dias. Quanto à taxa de frutificação efetiva, observou-se um incremento de produção nos tratamentos que obtiveram objetos com cores atrativas aos polinizadores em uma das épocas, o que sugere maior visitação daquelas flores pelos polinizadores, e conseqüentemente, um investimento economicamente viável e sustentável como solução para as baixas taxas de frutificação efetiva observadas na cultura. Todos os demais tratamentos tiveram frutificação efetiva baixas e sem sucesso reprodutivo, porém, em todos eles houve produção de frutos, tornando a classificação como autoincompatível para as variedades estudadas errônea. Os potenciais polinizadores observados visitando as aceroleiras foram pertencentes ao gênero *Centris* e *Epicharis*, principalmente, avaliando a frequência e horário de visitação e riqueza de espécies. Desta forma, a avaliação da biologia floral, da fenologia e da frutificação efetiva e potenciais polinizadores é de grande importância para incremento na produção de frutos de aceroleiras.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, frutificação efetiva, polinizadores.

POLLINATION, FLORAL BIOLOGY AND PHENOLOGICAL CHARACTERIZATION IN CHERRY IN RAINY TROPICAL CLIMATE.

ABSTRACT - Although they have abundant flowering, cherry tree have low fruiting rates, which may be associated with a cross pollination dependence of pollinators for satisfactory fruit production, among other factors, such as water, temperature and plant nutrition. The objective of this work was to evaluate floral biology, phenological behavior, fruit growth curve and effective fruiting rates with different pollination treatments, in the ‘Okinawa’ and ‘Sertaneja’ varieties, cultivated in a commercial orchard in the municipality of Cordisburgo / MG . The work was carried out in two eras, comprising the months of October / November 2015 and January / February 2016, and the reproductive structures of the cherry trees were marked and monitored for evaluation until reaching the harvest point. To evaluate the dependence of pollinators for a satisfactory fruiting of acerola fruits, the following methods were performed: manual self-pollination, spontaneous self-pollination, manual cross-pollination with the Okinawa variety as a pollen grain donor, manual cross- Sertaneja 'as a donor of pollen grains, spontaneous cross pollination without attractiveness, pollination by wind / gravity, spontaneous cross pollination with blue attractiveness and spontaneous cross pollination with attractive yellow. The obtained data were submitted to Student's T statistical models and Generalized Linear Models (GLM), to obtain the results. The flowers of both varieties are hermaphrodite with a permanent number of petals and sepals equal to five presenting ten stamens of varying sizes and gynoecium presenting three stylets with attached carpels. The number of elaiófaros is variable between the varieties, so that the ‘Okinawa’ they present / display greater number of glands producing of oil. The inverse occurs in the number of flowers / inflorescence, in which the variety Sertaneja presents the more number. More than 80% of flowers open between 05:00 and 06:30 in both varieties and later, the flowers that were not fertilized fall, characterizing the stage of flowers despix the one with the highest rates of abortion. The stage with the longest duration in days was the stage of filling of the green fruit, being bigger in the variety ‘Okinawa’, which presents reproductive cycle with longer duration of days. As for the effective fruiting rate, it was observed an increase of production in the treatments that have objects with attractive colors to the pollinators in one season, which suggests a greater visitation in these flowers by the pollinators and, consequently an economically viable and sustainable investment as a solution for the low effective fruiting rates observed in the crop. All other treatments had low effective fruiting and no reproductive success, however, in all of them there was fruit production, making the classification as erroneous autoincompatibility. The potential pollinators observed visiting the cherry trees were belonging to the genus *Centris* and *Epicharis*, mainly, evaluating the frequency and time of visitation and species richness. In this way, the evaluation of floral biology, phenology and effective fruiting and potential pollinators is of great importance for the increase in the production of fruits.

Key words: *Malpighia emarginata*, effective fruiting, pollinator.

INTRODUÇÃO GERAL

A acerola (*Malpighia emarginata* (DC) Linnaeus), também conhecida como cereja das Antilhas é originária das Antilhas, América Central e América do Sul (Junqueira et al. 2004). É uma frutífera que possui grande tolerância à seca e baixa tolerância ao frio, e por esta razão, o Brasil é o principal produtor mundial, sendo o Nordeste o estado de maior destaque (FIGUEIREDO NETO et al., 2014). O cultivo da acerola no Brasil, que é consumida tanto *in natura* como na forma industrializada, vem ganhando espaço no mercado nos últimos vinte anos, devido à busca pelo elevado teor de vitamina C encontrado nos frutos (RITZINGER et al., 2004; ADRIANO e LEONEL, 2012).

Nos últimos anos, estudos têm sido realizados com a cultura objetivando incrementos na quantidade e qualidade dos frutos. A polinização, por exemplo, além de essencial em algumas culturas (SOUZA et al., 2007) também pode aumentar a produtividade, o número de sementes e influenciar diretamente no peso e na qualidade comercial dos frutos (SIQUEIRA et al., 2009).

As aceroleiras possuem baixos índices de frutificação apesar de apresentarem floração abundante (RITZINGER et al., 2004), o que pode ser explicado principalmente devido à grande dependência da polinização cruzada efetuada por insetos para a produção de frutos, uma vez que ela foi caracterizada como auto incompatível (VILHENA e AUGUSTO, 2007), ou seja, não aceita grãos de pólen de flores de uma mesma planta.

As flores da aceroleira apresentam cinco sépalas de coloração verde, e em cuja base estão localizados de seis a dez elaiófaros (glândulas responsáveis pela produção de óleos), cinco pétalas franjadas, com coloração que varia de branco a diferentes tonalidades de rosa. As flores são monóicas, com a presença de dez estames e três carpelos unidos na base, formando o ovário (GOMES et al., 2001). As glândulas produtoras de óleos são uma característica marcante das Malpighiaceas, e estão inseridas abaixo das sépalas, com coloração verde e número que varia entre e dentre variedades (SIQUEIRA et al., 2011).

Em relação aos polinizadores das aceroleiras, as abelhas solitárias da tribo Centridini, especializadas na coleta de óleos florais (RAW, 1987; FREITAS et al., 1999; SCHLINDWEIN et al., 2006) são os principais. Porém, espécies da tribo Meliponini e Tetrapedini também já foram descritas como potenciais polinizadoras da cultura (VILHENA e AUGUSTO, 2007). As principais espécies relatadas para a cultura são pertencentes ao gênero *Centris* e *Epicharis*, sendo estas: *Centris (Centris) varia* Erichson, 1848; *Centris (Centris) decolorata* Lepeletier, 1841 (OLIVEIRA et al., 2015), *Epicharis (Epicharana) flava* Friese, 1900 (VILHENA e

AUGUSTO, 2007; OLIVEIRA et al., 2015). As abelhas africanizadas *Apis mellifera* L., apesar de abundantes em algumas áreas, não contribuem significativamente para a polinização, uma vez que estas são coletoras de néctar, o qual é escasso na cultura (FREITAS et al., 1999; MARTINS et al., 1999; VILHENA e AUGUSTO, 2007).

Por se tratar de uma planta de ciclo reprodutivo muito curto, a aceroleira pode ser vulnerável a variações climáticas, principalmente ao déficit hídrico, sendo que estas variações podem alterar significativamente a duração dos estádios fenológicos e causar grande influência na produção (GUEDES et al., 2011).

Em relação às condições ambientais, a aceroleira apresenta exigência em luminosidade e temperaturas elevadas, tornando o ciclo fenológico e produtivo da cultura bastante variável entre épocas, entre anos e de acordo com a região onde é cultivada (CARPENTIERE-PÍPOLO et al., 2008). As variações climáticas, além de afetarem no ciclo fenológico da cultura, também afetam na disponibilidade de polinizadores, uma vez que, em períodos secos as aceroleiras apresentam baixo sucesso reprodutivo em consequência do déficit de polinizadores (GUEDES et al., 2011). Porém, a precipitação excessiva também afeta a atividade de vôo dos potenciais polinizadores, ocasionando uma diminuição na densidade populacional (MOURA et al., 2008).

As aceroleiras podem ser propagadas através de sementes ou por propagação vegetativa através da estaquia, sendo este último, o método mais utilizado e recomendado. Mudanças oriundas da estaquia possuem início de produção no ano seguinte ao de plantio, e possuem geralmente quatro safras durante o ano, podendo alcançar até sete em regiões com altas temperaturas e luminosidade (MEZADRI et al., 2006). Porém, com a utilização de clones, deve-se ater para a utilização de diferentes clones que sejam compatíveis, uma vez que, plantios de um mesmo clone ou mistura de clones altamente incompatíveis podem reduzir significativamente a produção em aceroleiras (PAIVA et al., 1999).

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a frutificação efetiva sob diferentes tratamentos de polinização, testando as hipóteses: a frutificação efetiva é maior (i) quando ocorre polinização cruzada efetuada por insetos e (ii) quando na presença de objetos atrativos, que proporcionam aumento da visitação de potenciais polinizadores. E tem como objetivos específicos avaliar a fenologia e curva de crescimento dos frutos, caracterizar a morfologia floral, e o período de antese das flores de aceroleira, em duas épocas para as variedades Sertaneja e 'Okinawa'. A viabilidade de grãos de pólen das flores de ambas as variedades também foi avaliada para diferentes meios de cultura.

REFERÊNCIAS

ADRIANO, E.; LEONEL, SARITA. Fenologia da Aceroleira cv. Olivier em Junqueirópolis-SP. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 469-474, 2012.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V. et al. Frutificação e desenvolvimento de frutos de aceroleira no norte do Paraná. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1871-1876, 2008.

FIGUEIREDO NETO, F. A. et al. Determinação de vitamina C e avaliação físico-química em três variedades de acerola cultivadas em Petrolina- PE. Nucleus, v. 11, n. 1, 2014.

FREITAS, B. M. et al. Pollination Requirements of West Indian Cherry (*Malpighia emarginata*) and its Putative Pollinators, *Centris* Bees, in NE Brazil. Journal of Agricultural Science, Cambridge, v. 133, p. 303-311, 1999.

GOMES, J. E. et al. Morfologia Floral e Biologia Reprodutiva de Genótipos de Aceroleira. Scientia Agricola, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 519-523, 2001.

GUEDES, R. S. et al. Déficit de Polinização da Aceroleira no Período Seco no Semiárido Paraibano. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 33, n. 2, 2011.

MARTINS, C. G. M. et al. Eficiência de tipos de Polinização em Acerola. Revista Caatinga, Mossoró, v. 12, n. 1, p. 55-59, 1999.

MEZADRI, T. et al. El fruto de la acerola: composición, características productivas e importancia económica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Caracas, v. 56, p. 101-109, 2006.

MOURA, J. I. L. et al. Polinização do dendezeiro por besouros no Sul da Bahia. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 43, n. 3, p. 289-294, 2008.

OLIVEIRA, J. E. M. et al. Contribuição da Polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 56-65, 2015.

PAIVA, J. R. et al. Seleção massal de acerola em plantio comercial. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 3, p. 505-511, 1999.

RAW, A. *Centris dirrhoda* (Anthophoridae), the bee visiting West Indian cherry flowers (*Malpighia puniceifolia*). Revista de Biologia Tropical, San Jose, v. 27, p. 203-205, 1979.

RITZINGER, R. et al. Polinização da aceroleira: Acerola em foco, Cruz das Almas: Embrapa, n. 7, 2004.

SCHLINDWEIN, C. et al. Diagnóstico e manejo dos polinizadores de mangabeira e aceroleira. Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto, p. 443-454, 2006.

SIQUEIRA, K. M. M. et al. Ecologia da polinização do maracujá amarelo, na região do Vale do Submédio São Francisco. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 01-12, 2009.

SIQUEIRA, K. M. M. et al. Estudo Comparativo da Polinização em Variedades de Aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC, malpighiaceae). Revista Caatinga, Mossoro, v. 24, n. 2, p. 18-25, 2011.

SOUZA, L. D. et al. As abelhas como Agentes Polinizadores. Revista electrónica de Veterinária, UFC, v. 8, n. 3, 2007.

VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Visitantes Florais e Polinização da Acerola (*Malpighia Ermaginata* DC, malpighiaceae). Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 14-23, 2007.

ARTIGO I

BIOLOGIA FLORAL DE ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO

Revista Agropecuária Tropical

1 Parte da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del Rei/UFSJ

BIOLOGIA FLORAL DE ACEROLEIRAS EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO

RESUMO – As características morfológicas e comportamentais das flores de aceroleiras são variáveis quanto as condições ambientais, e entre e dentre os genótipos, visto isso, o trabalho avaliou a biologia floral, o horário de abertura das flores e a receptividade estigmática, em aceroleiras das variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ cultivadas em Cordisburgo/MG, em duas épocas, compreendendo os meses de novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016. As estruturas reprodutivas das aceroleiras foram marcadas, acompanhadas e coletadas para avaliação, até a despétala das flores. Os dados foram submetidos ao teste estatístico T de Student e aos Modelos Lineares Generalizados (GLM), para obtenção dos resultados. As flores de ambas as variedades são monóicas, com número permanente de pétalas e de sépalas iguais a cinco, apresentando dez estames de tamanhos variáveis e gineceu apresentando três estiletos com carpelos unidos. O período de antese ocorre em mais de 80% das flores entre 05:00 e 06:30h, permanecendo receptivas por aproximadamente 24 horas. Em relação ao número de flores/inflorescência, a variedade Sertaneja é aquela que possui maior quantidade, bem como esperado, uma vez que a variedade apresenta maior frutificação efetiva quando comparada à ‘Okinawa’. Quanto ao número de elaiófaros, este é variável entre os genótipos, sendo que, às ‘Okinawas’ apresentam maior número.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, receptividade estigmática, elaiófaros.

FLORAL BIOLOGY OF CHERRY TREES IN TROPICAL RAINY CLIMATE

ABSTRACT - The morphological and behavioral characteristics of the flowers of cherry trees are variable in terms of locality, season of the year and among genotypes. Thus, this work evaluated the floral biology, the opening hours of flowers and stigmatic receptivity in 'Okinawa' and 'Sertaneja' cultivated in Cordisburgo / MG, in two periods of time, comprising the months of November / December of 2015 and January / February of 2016. The reproductive structures of cherry trees were marked, monitored and collected for evaluation until the flowers plucked. Data were submitted to Student's t-test and Generalized Linear Models (GLM) to obtain the results. The flowers of both varieties are hermaphrodite with a permanent number of petals and sepals equal to five, presenting ten stamens of variable sizes and gynoecium containing three stylets with attached carpels. The anthesis period occurs in more than 80% of the flowers between 05:00 and 06:30 remaining receptive for approximately 32 hours. Regarding the number of flowers / inflorescence, the Sertaneja variety is the one that has the greatest quantity, as well as expected, since the variety has a greater effective fruiting compared to 'Okinawa'. As for the number of "elaiófaros", this one is variable between genotypes, however, 'Okinawas' has it more. Nonetheless, the varieties that present the least number of them are those that have the greater reproductive success, since flowers with a greater or fewer number of "elaiófaros" produce practically the same amount of oil, which provides greater reward to the pollinators, with no additional energy cost.

Key words: *Malpighia emarginata*, stigmatic receptivity, "elaiófaros".

INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* (DC) Linnaeus), também conhecida como cereja das Antilhas é originária das Antilhas, América Central e América do Sul (Junqueira et al. 2004). Esta frutífera tropical é um arbusto ou árvoreta rústica que produz frutos conhecidos pelo elevado teor de ácido ascórbico (vitamina C). Existem aproximadamente 42 variedades desta frutífera produzidas no Brasil, sendo as principais: ‘Apodi’, ‘Cabocla’, ‘Cereja’, ‘Frutacor’, ‘Okinawa’, ‘Olivier’, ‘Rochinha’, ‘Rubra’ e ‘Sertaneja’ (Figueiredo Neto et al. 2014).

Os frutos da variedade ‘Okinawa’ são destinados principalmente para a indústria, uma vez que possuem características desejáveis como boa coloração e resistência ao transporte, além de teores altos de vitamina C e frutos com diâmetro superior, com peso variando de 5-9g (Calgaro & Braga 2012). A variedade Sertaneja, também uma das principais variedades de aceroleira plantadas no Brasil, foi desenvolvida através de um programa de melhoramento genético pela Embrapa Semiárido e parceiros, com foco para áreas irrigadas do Nordeste brasileiro. Os frutos possuem tamanho reduzido quando comparados aos da variedade ‘Okinawa’, com peso médio de 4-5g (Calgaro & Braga 2012).

Os teores de vitamina C presente nos frutos apresentam médias bem mais elevadas na variedade ‘Okinawa’ que demais variedades, apresentando 3629,63mg/100g de polpa quando estes se encontram maduros, enquanto os frutos da variedade ‘Sertaneja’ apresentam 3141,02mg/100g de polpa (Figueiredo Neto et al. 2014). O alto teor de vitamina C presente nos frutos, variando de 695-4827mg por 100g de polpa (Mezadri et al. 2006), aumentou significativamente a produção e a comercialização dos mesmos, sendo destinados ao consumo tanto *in natura* como na forma industrializada, na fabricação de produtos farmacêuticos (Carpentieri-Pípolo et al. 2008), com destaque para a comercialização em forma de polpa congelada (Matsuura et al. 2001).

O Brasil é o principal produtor e exportador de frutos de acerola, sendo o Nordeste o estado responsável pela maior parte da produção (Oliveira et al. 2015), devido a condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura (Costa & Andrade 2003). O cultivo dessa frutífera é vantajoso devido ao elevado número de safras por ano, sendo, de quatro a sete safras quando em cultivos irrigados, durante a primavera e verão (Gomes et al. 2001, Ritzinger et al. 2004, Vilhena & Augusto 2007) quando as temperaturas são mais elevadas e até nove safras, em regiões tropicais (Vilhena & Augusto 2007).

Esta frutífera apresenta em média, 3,9 a 8,5 flores por inflorescência, sendo que, as flores apresentam de cinco a sete sépalas, com número variável de glândulas produtoras de óleo, denominadas elaiófaros nas suas bases; cinco pétalas de coloração variável, desde o branco ao vermelho escuro; dez estames de mesmo tamanho; e ovário súpero, com três carpelos unidos (Gomes et al. 2001). Oliveira et al. (2015) verificaram que a antese das flores ocorre das 4-9h e estas permanecem abertas por aproximadamente 32h, sendo constatado a despétala total das flores.

As Malpighiaceae neotropicais desenvolveram elaiófaros epiteliais que produzem óleos como recompensa aos visitantes especializados (Vogel 1974). As aceroleiras possuem de 5 a 10 elaiófaros (Vilhena & Augusto 2007), no entanto, as variedades que apresentam o menor número dos mesmos são as que possuem maior sucesso reprodutivo, já que flores com maior ou menor número de elaiófaros produzem praticamente a mesma quantidade de óleo, o que fornece maior recompensa aos polinizadores, sem custo energético adicional e flores com maior número de elaiófaros ficam inacessíveis às pernas dianteiras e medianas das abelhas durante a coleta de óleo (Siqueira et al. 2011).

O presente trabalho têm como objetivo caracterizar a biologia floral, o período de antese e o tempo de receptividade dos estigmas de flores de acerola, em duas épocas diferentes para

as variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’, além de avaliar a viabilidade dos grãos de pólen em diferentes meios de cultura, para ambas as variedades.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em duas épocas distintas, sendo nos períodos novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016, em um pomar comercial de aceroleiras obtidas por estaquia com quatro anos de idade, das variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ cultivadas em Cordisburgo (MG), localizado a 19°17’03.78’’S, 44°21’12.94’’O e 758m de altitude, com espaçamento de plantio de 5x4 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é Aw (tropical chuvoso, alcançando temperatura média acima de 18°C e estiagem no inverno). Possui verões quentes e chuvosos e invernos secos com índices pluviométricos anuais de 1403mm³. O solo é classificado como latossolo vermelho distrófico típico.

A área de estudo possui um sistema de fertirrigação, com a utilização de microaspersores, garantindo a disponibilidade homogênea de água e nutrientes, além de serem manejadas as podas necessárias regularmente, sejam de condução, manutenção ou de frutificação. No pomar não são realizados tratamentos fitossanitários com produtos químicos, como herbicidas, inseticidas ou fungicidas, o que favorece a sobrevivência e manutenção de insetos polinizadores na área.

A variedade ‘Okinawa’ é a predominante no pomar, com um total de 150 plantas, com exceção de duas plantas da variedade ‘Sertaneja’. As plantas da variedade Sertaneja são tratadas neste pomar como doadoras de grãos de pólen para as plantas da variedade ‘Okinawa’.

Para a avaliação do período de antese das flores e a despétala total das mesmas, foram marcados dez botões florais (Figura 1a) em dez plantas escolhidas ao acaso da variedade ‘Okinawa’, e 50 botões florais em duas plantas da variedade Sertaneja, que foram submetidas a observações regulares com intervalos de 30 minutos. A avaliação compreendeu desde o

processo de abertura da flor (Figura 1b) até que a última pétala se desprendesse ou murchasse (Figura 1c), desta forma, também foi possível avaliar o período no qual o estigma estava receptivo, sendo este, o período em que os pistilos se deslocaram do ponto central às laterais das flores e apresentaram superfície estigmática viscosa e com brilho, até o momento em que se tornaram opacos e/ou ocorresse o arqueamento dos pistilos para o centro (Gomes et al. 2001).



Figura 1 - Marcação de botões florais entumescidos (a), antese das flores (b), despétala das flores (c), em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG.

Para determinação do número de flores por inflorescência foi realizado a contagem individual de flores de dez inflorescências de dois ramos, em quatro plantas da variedade ‘Okinawa’ escolhidas ao acaso, totalizando 80 inflorescências. Já nas plantas da variedade ‘Sertaneja’, foram utilizadas dez inflorescências de cinco ramos, nas duas plantas presentes na área de estudo, totalizando 100 inflorescências.

Na avaliação da morfologia floral foram utilizadas dez flores/planta, com duas plantas/bloco, num total de quatro blocos, totalizando 80 flores da variedade ‘Okinawa’; e 20 flores/planta, num total de duas plantas da variedade Sertaneja, totalizando 40 flores avaliadas. As flores foram colhidas e transportadas em caixas de isopor até o laboratório de Microscopia Vegetal da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*, onde suas estruturas foram avaliadas. Foi avaliada a quantidade de cada estrutura dos componentes dos verticilos florais (cálice, corola, androceu e gineceu), o número de elaiófaros (glândulas produtoras de óleos) e foi feita a caracterização morfológica (Gomes et al. 2001), que consiste na disposição das flores na inflorescência, coloração da corola, distribuição das pétalas no

receptáculo, tamanho dos estames, tipo de abertura das anteras e tipo de ovário, com a utilização de microscópio eletrônico.

Para a avaliação da viabilidade dos grãos de pólen, foram colhidos 10 botões entumescidos/planta em duas plantas da variedade 'Okinawa' e da variedade 'Sertaneja'. Foram encaminhados ao laboratório de micropropagação da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*, em caixas de isopor de modo a conservá-los por mais tempo possível, e posteriormente tiveram suas anteras retiradas e colocadas em BOD à 28°C por 48 horas, para que elas abrissem e liberassem seus grãos de pólen. A avaliação da germinação dos grãos de pólen foi realizada comparando três meios de cultura diferentes, constituídos de uma mistura com três diferentes açúcares (sacarose, glicose e frutose), na proporção de 10%, 1% de ágar, 800mgL⁻¹ de nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂ 4H₂O), 200mgL⁻¹ de ácido bórico (H₃BO₃) e pH corrigido para 6,5.

A utilização de diferentes açúcares para testar a viabilidade de grãos de pólen é recomendada por alguns autores, uma vez que diferentes espécies vegetais possuem melhores taxas de germinação de grãos de pólen em alguns açúcares do que outros (Stanley & Linskens 1974). Posteriormente, os grãos de pólen foram adicionados aos diferentes meios de cultura e foram acondicionados em BOD à 25°C, por 24 horas. Foram considerados germinados os grãos de pólen que obtiveram emissão de tubo polínico com diâmetro igual ou maior que o do grão de pólen.

Para a avaliação i) do número de flores por inflorescência e ii) da caracterização morfológica das flores, ambas entre as variedades ('Okinawa' e 'Sertaneja') e épocas (novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016), foi usada a estatística T de Student. Porém, para a avaliação i) do período de antese entre épocas e variedades e interações e ii) da viabilidade dos grãos de pólen entre as variedades, os meios de cultura e interações, foram

utilizados os Modelos Lineares Generalizados (GLM) que consideram a inexistência de normalidade na distribuição dos resíduos corrigindo falhas de acerto na decisão estatística.

As comparações *a posteriori* foram feitas por meio de intervalos de confiança de 95% (IC95%) nos gráficos apresentados. Toda comparação desta natureza implica em diferenças significativas quando um IC95% de um tratamento qualquer não se sobrepõe à média de outro tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biologia floral da aceroleira consiste em um arranjo de flores dispostas em cimeiras axilares, com um total de cinco pétalas de coloração variável, sendo que, as flores da variedade ‘Okinawa’ apresentam coloração rosa marcante, enquanto as da Sertaneja um tom rosa esbranquiçado, não diferindo dos demais trabalhos, que observaram estas variações de acordo com o genótipo (Simão 1971, Siqueira et al. 2011). O número e a conformação das pétalas no receptáculo foram semelhantes ao encontrado nos demais trabalhos, possuindo quatro pétalas franjadas de mesmo tamanho e uma maior quando comparada as demais (Araújo & Minami 1994, Gomes et al. 2001, Simão 1971).

O número de sépalas pertencentes ao verticilo floral não diferiu entre as variedades estudadas, sendo observado um total de cinco sépalas de coloração verde, consoante ao encontrado por Siqueira et al. (2011) nas duas variedades aqui estudadas, ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’. Este valor difere do encontrado em outros trabalhos feitos com outras variedades, que obtiveram uma variação de seis a dez sépalas entre e dentre genótipos (Simão 1971, Couceiro 1985, Marino Netto 1986).

Quanto às estruturas reprodutivas, as flores são monóicas, com dez estames de tamanho variável e anteras com duas tecas, apresentando deiscência longitudinal, o que está de acordo com demais trabalhos, com exceção ao tamanho dos estames, que foram observados em

tamanhos iguais (Araújo & Minami 1994, Gomes et al. 2001, Simão 1971, Siqueira et al. 2011). As combinações de tamanhos de estames observadas foram de metade dos estames com tamanhos menores e a outra metade com tamanhos maiores ou com quatro estames de tamanhos menores e seis maiores. Não houve diferença significativa entre o tamanho dos estames relacionado às épocas avaliadas ($t=-0,382$; g.l.=238; $p=0,702$), ou entre as variedades ($t=1,355$; g.l.=238; $p=0,176$). O ovário é súpero com três carpelos unidos na base, com três estiletos, características semelhantes às encontradas em outros trabalhos (Araújo & Minami 1994, Siqueira et al. 2011).

Também não houve diferença no número de elaiófaros entre as épocas ($t=-0,431$; g.l.=238; $p=0,666$), mas, esta diferença foi observada entre as variedades ($t=37,489$; g.l.=218,756; $p<0,001$), sendo que, a variedade 'Okinawa' apresentou maior número de elaiófaros ($\bar{x}=8,84$) em relação à variedade Sertaneja ($\bar{x}=6,06$) (Figura 2). Valores semelhantes, de 6-10 glândulas produtoras de óleo circundando as sépalas, foram encontrados nos estudos de Araújo & Minami (1994), Araújo (2010) e Siqueira et al. (2011).

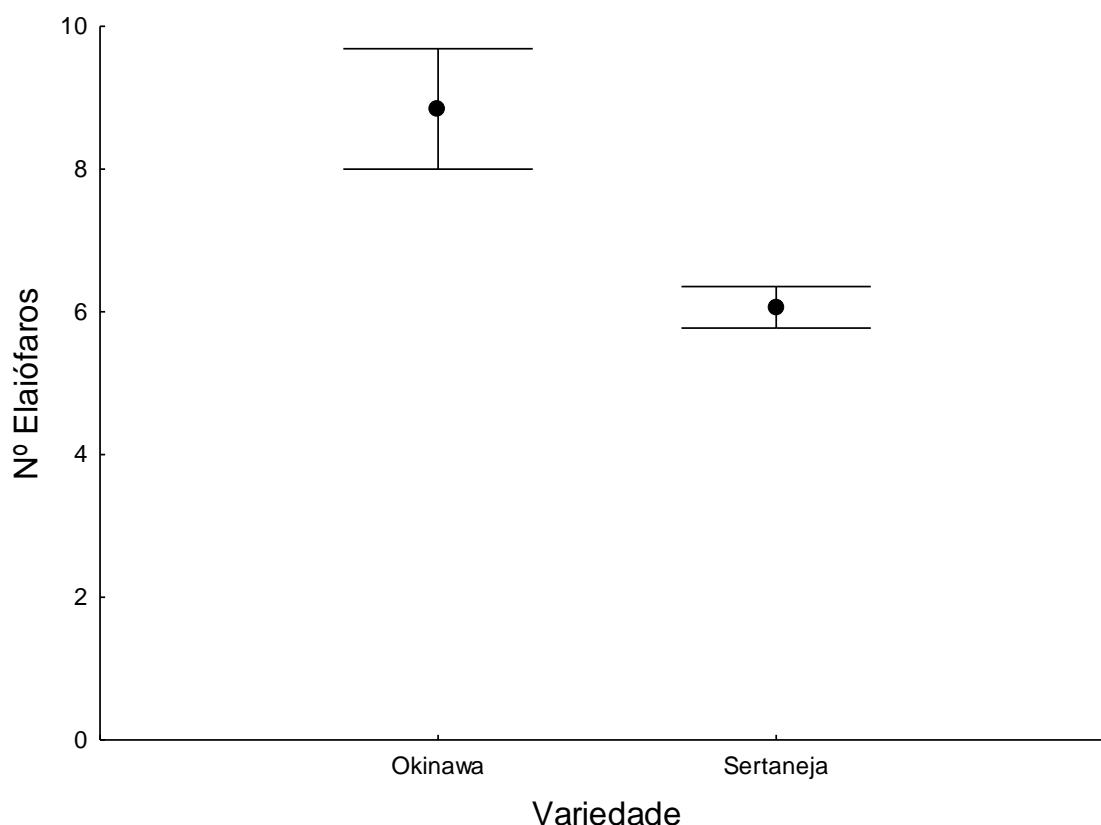


Figura 2 - Apresentação do número de elaiófaros presentes nas variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’, em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG. As medidas de dispersão representam intervalos de confiança de 95% e a sobreposição de um intervalo de um tratamento sobre a média de outro, indica semelhança estatística.

As flores de aceroleiras em algumas variedades perderam as glândulas que se localizam no par de sépalas localizado abaixo da pétala pretuberante, uma vez que estas ficam inacessíveis ao acesso dos polinizadores quando estes se encontram em posição de coleta de óleo (Vogel 1974). Siqueira et al. (2011) sugerem que esta modificação trata de uma adaptação das flores visando a economia de recursos, mesmo que, a menor quantidade de elaiófaros não queria dizer uma menor produção de óleo (Carvalho et al. 2005).

A variedade Sertaneja apresentou 91,25% das flores com seis elaiófaros, enquanto a ‘Okinawa’ apresentou 45,6% das flores com nove elaiófaros, valores diferentes do observado por Siqueira et al. (2011), que relataram para ambas as variedades um número predominante de dez glândulas produtoras de óleo presentes nas flores avaliadas, sendo de 70% e 62,5% respectivamente. Vilhena & Augusto (2007) observaram que 50,83% das flores avaliadas

apresentavam dez elaiófaros, o que difere do presente trabalho, porém, a variação do número de glândulas encontradas é consoante ao aqui encontrado, sendo de cinco a dez elaiófaros.

O menor número de glândulas produtoras de óleo na variedade Sertaneja pode propiciar que as mesmas sejam mais atrativas aos polinizadores, uma vez que o menor número de elaiófaros fornece a mesma quantidade de recurso, sem gasto energético adicional, do que flores com maior número de glândulas. Flores com maior número de glândulas produtoras de óleo, possuem dois pares de elaiófaros que ficam inacessíveis às pernas dianteiras e medianas das abelhas durante a coleta de óleo (Siqueira et al. 2011).

Com relação ao número de flores/inflorescência, não houve diferença significativa em relação à época ($t=0,789$; g.l.=158; $p=0,430$), sugerindo que se trata de uma variável fixa geneticamente definida nestas plantas, porém, houve diferença quando comparado entre as variedades ($t=-8,197$; g.l.=120,682; $p<0,001$), sendo que a variedade ‘Sertaneja’ apresentou um número superior de flores/inflorescência ($\bar{x}=8,38$) quando comparado à variedade ‘Okinawa’ ($\bar{x}=6,79$) (Figura 3). Tais valores estão dentro dos limites relatados por outros autores, sendo de 2 a 8 flores/inflorescência (Araújo & Minami 1994) e de 3,9 a 8,5 (Gomes et al. 2001), enquanto Freitas et al. (1999) observaram de 2 a 6 flores/inflorescência, valores inferiores ao obtido no presente trabalho, e consoante ao encontrado por Oliveira et al. (2015).

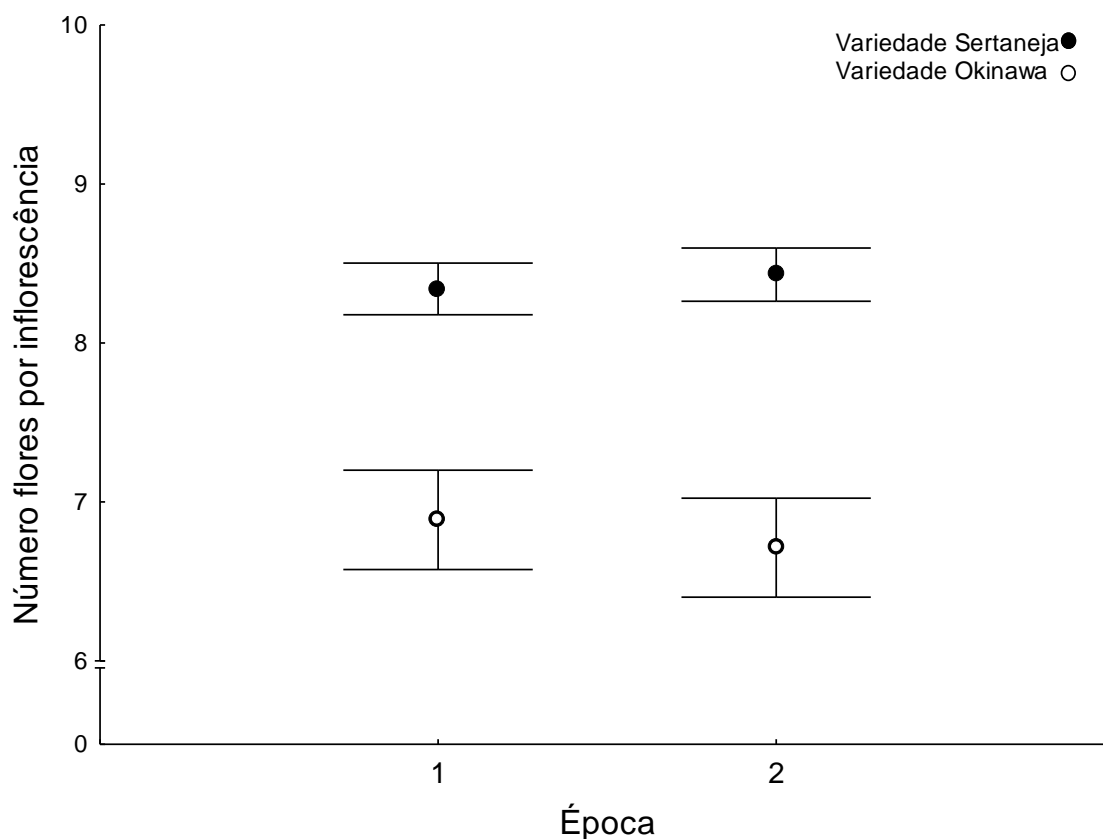


Figura 3 - Apresentação do número de flores/inflorescência nas variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ em ambas as épocas de avaliação, em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG. As medidas de dispersão representam intervalos de confiança de 95% e a sobreposição de um intervalo de um tratamento sobre a média de outro, indica semelhança estatística.

O maior número de flores pode estar relacionado com as maiores taxas de frutificação observada na variedade ‘Sertaneja’ quando comparada à ‘Okinawa’ (Siqueira et al. 2011), porém, a maior floração nem sempre é o fator relacionado à maiores produções de frutos, uma vez que vários outros fatores podem influenciar. A viabilidade de grãos de pólen da variedade ‘Okinawa’ foi relatada como baixa quando comparada à variedade ‘Sertaneja’ (Siqueira et al. 2011), o que, em conjunto com o menor florescimento observado, pode propiciar menores taxas de frutificação.

Avaliando o período de antese das flores de ambas as variedades da área de estudo, observou-se que não houve diferença entre as épocas ($F_{(1, 396)}=0,580$; $p=0,447$), entre as variedades ($F_{(1, 396)}=0,680$; $p=0,408$) ou para a interação entre elas ($F_{(1, 396)}=0,800$; $p=0,371$).

Isto sugere que o horário de antese das flores é uma característica genética das variedades estudadas e que não sofre interferências do ambiente.

Porém, com relação ao horário de antese das flores, obteve-se que mais de 80% das flores abrem entre 5:00 e 6:30h da manhã, para ambas as variedades e para as diferentes épocas de avaliação (Tabela 1). Contudo, na literatura há uma grande diversidade de horários de antese relatados, sendo eles: a partir das 5:00h (Freitas et al. 1999, Gomes et al. 2001, Guedes et al. 2011, Oliveira et al. 2015), dados que corroboram com o presente trabalho; de 4:30 às 5:00h (Siqueira et al. 2011), dados estes que antecedem o horário observado no presente trabalho; a partir das 8h (Vilhena et al. 2012) e entre 14:00 às 16:00h (Gomes et al. 2001), que diferem do atual e demais trabalhos.

O período de receptividade do estigma foi de aproximadamente 24h; após este período, as flores começam a entrar no estágio de despétala, mesmo intervalo de tempo observado em outros trabalhos (Araújo 2010, Siqueira et al. 2011), mas, divergente ao obtido por Oliveira et al. (2015), que observaram a despétala somente 32h após a antese das flores, ocorrida entre 9:00h e 19:00h do dia seguinte. As variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ apresentam desvantagens em relação à variedade ‘Olivier’, estudada por Oliveira et al. (2015), que permanece aberta por até 32h, uma vez que o menor período de permanência das flores abertas indica menor período de receptividade dos estigmas, ou seja, tempo em que as flores se encontram hábeis para a transferência de grão de pólen.

O curto período de receptividade das flores pode afetar negativamente as taxas de frutificação efetiva da cultura, uma vez que a cultura apresenta melhores índices de manutenção de frutos quando ocorre polinização cruzada efetuada por insetos (Freitas et al. 1999, Schlindwein et al. 2006, Vilhena & Augusto 2007), e o menor período de receptividade dos estigmas, significa menor período de acesso dos potenciais polinizadores às flores. Apesar do abortamento floral ter sido baixo (Tabela 1), após este período de avaliação, a frequência de

queda das estruturas tende a ser elevada, característica marcante das aceroleiras, que apesar de apresentarem florescimento abundante, possuem baixos índices de frutificação (Ritzinger et al. 2004).

Tabela 1: Apresentação do horário de abertura das flores das variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’, em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG. As células marcadas indicam horários, que somados, perfizeram mais de 80% de flores abertas.

Época		1		1		2		2	
Varietade		‘Okinawa’		‘Sertaneja’		‘Okinawa’		‘Sertaneja’	
Flores abertas		Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Horário	04:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	04:30	1	0,01	3	0,03	2	0,02	2	0,02
	05:00	37	0,39	43	0,45	40	0,42	43	0,45
	05:30	18	0,19	13	0,14	15	0,16	16	0,17
	06:00	20	0,21	14	0,15	15	0,16	17	0,18
	06:30	6	0,06	7	0,07	8	0,08	7	0,07
	07:00	5	0,05	5	0,05	6	0,06	5	0,05
	07:30	7	0,07	7	0,07	7	0,07	5	0,05
	08:00	2	0,02	4	0,04	3	0,03	3	0,03
	Total		100	1	100	1	100	1	100
Abriram		96		96		95		98	
Abortaram		4		4		5		2	

Araújo (2010) observou receptividade do estigma desde o momento de antese até o início do processo de senescência da flor, período de aproximadamente 12h, sendo o período de 6:00h às 11:00h o de maior receptividade do estigma. Segundo Almeida & Pinheiro (1992), esse padrão é semelhante ao exibido por muitas espécies que possuem duração da flor aberta de 24h.

Avaliando a viabilidade do grão de pólen, não foi obtido diferenças estatísticas entre as duas variedades ($F_{(1,114)}=0,656$; $p=0,429$) ou para interação entre variedade e meio de cultura ($F_{(2,114)}=1,083$; $p=0,341$), porém, houve diferença significativa entre os meios de cultura ($F_{(2,114)}=5,996$; $p=0,003$), sendo que, o meio de sacarose obteve maiores índices de germinação dos grãos de pólen, seguido pelo meio de glicose, e frutose, este último apresentando as piores taxas de germinação (Figura 4). Siqueira et al. (2011), obtiveram viabilidade dos grãos de pólen

da variedade Sertaneja muito superior quando comparado às da variedade 'Okinawa', o que associaram como um dos fatores relacionados à baixa frutificação efetiva observada na variedade 'Okinawa'. Oliveira et al. (2003), também observaram grande variação na viabilidade de grãos de pólen entre genótipos de *M. emarginata*, sendo 10-90%, dados estes, que não corroboram com o presente trabalho.

Dantas et al. (2005), obtiveram diferenças significativas entre as diferentes concentrações de sacarose sob a taxa de germinação dos grãos de pólen de macieira, sendo relatado um aumento gradativo na germinação até a concentração de 20% de sacarose e posterior redução nas taxas de germinação. Desta forma, apesar do meio contendo sacarose como fonte de energia ser aquele que possui melhores resultados, estudos atrelados às diferentes concentrações devem ser realizados.

As porcentagens de germinação de grãos de pólen foram inferiores às relatadas por Araujo (2010), sendo de 95% após duas horas pós-colheita. O período pós-colheita que os grãos de pólen se encontram viáveis demonstram o período em que os polinizadores podem transportar os grãos sem que haja perda da capacidade de germinação, sendo esta, uma avaliação de grande importância para culturas que necessitam da polinização cruzada efetuada por insetos para uma produção satisfatória de frutos.

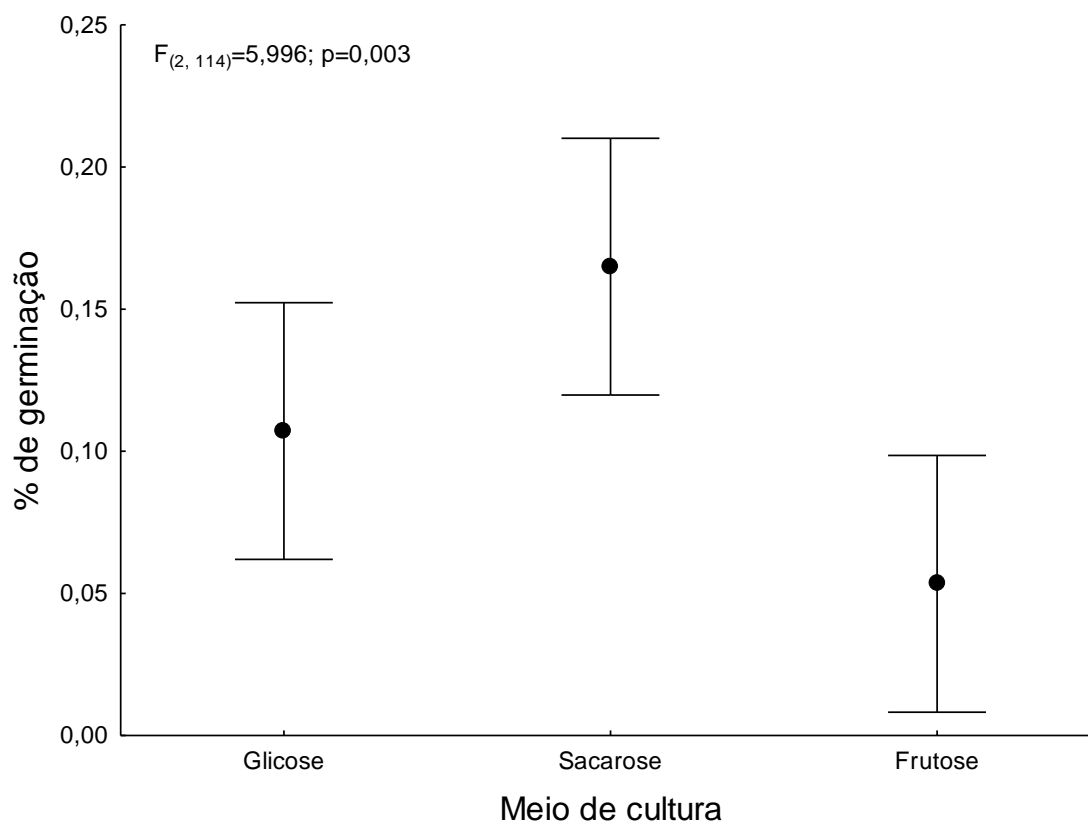


Figura 4 - Apresentação da porcentagem de germinação de grãos de pólen, em três diferentes meios de cultura em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG. As medidas de dispersão representam intervalos de confiança de 95% e a sobreposição de um intervalo de um tratamento sobre a medida de outro, indica semelhança estatística.

Marchant et al. (1993), observaram que meios de cultura utilizando sacarose como carboidrato possuem melhor germinação dos grãos de pólen, consoantes ao encontrado no presente trabalho, porém, outros trabalhos aconselham a utilização de outros açúcares, como a glicose e frutose, na constituição do meio de cultura (Stanley & Linskens 1974). Lorenzon & Almeida (1997), recomendam testes com diferentes tipos e concentrações de açúcares, além de diferentes concentrações de boro na constituição do meio, devido às exigências e aceitabilidades distintas entre as culturas.

CONCLUSÕES

As flores de aceroleiras possuem um total de cinco sépalas de coloração verde e cinco pétalas de coloração variável, sendo que, as flores da variedade ‘Okinawa’ apresentam coloração rosa marcante, enquanto as da Sertaneja um tom rosa esbranquiçado. As flores são

monóicas, com dez estames de tamanho variável e anteras com duas tecas, apresentando deiscência longitudinal, O ovário é súpero com três carpelos unidos na base, e com três estiletes. As flores possuem glândulas produtoras de óleo protegidas pelas sépalas, sendo que, a variedade ‘Okinawa’ apresenta maior número de elaiófaros que a variedade ‘Sertaneja’.

As flores são dispostas em cimeiras axilares, sendo que a variedade ‘Sertaneja’ apresenta um maior número de flores/inflorescência que a variedade ‘Okinawa’, as quais abrem nos primeiros horários do dia, entre 5:00 e 6:30h da manhã, apresentando receptividade estigmática por até 24h.

O meio de cultura contendo sacarose como fonte principal de energia, foi o que obteve maiores índices de germinação de grãos de pólen.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e à CAPES, pela concessão de bolsa de estudos; à Financiadora de Estudos e Projetos - MCT/FINEP/CTINFRA Campi Regionais por suporte institucional [01/2010 - 1140/10] e à FAPEMIG e VALE S.A. pelo suporte financeiro [CRA RDP 192-10].

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. C; PINHEIRO, A. L. Biologia floral e mecanismo de reprodução em urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) I. tipo “fruto verde piloso”. Técnico científica sobre o melhoramento genético do urucuzeiro, Belém, v. 1, p. 72-81, 1992.

ARAÚJO, D F. D.; BEELEN, R. N. Biologia floral e potenciais agentes polinizadores da cultura da acerola (*Malpighia emarginata* DC) no município de Anadia – estado de Alagoas. Trabalho de conclusão de curso, 2010.

ARAÚJO, P. S. R. de.; MINAMI, K. Acerola. Campinas: Fundação Cargill, p. 8, 1994.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. A cultura da acerola. Revista Embrapa Semi-árido, v. 3, p. 144, 2012.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V. et al. Frutificação e desenvolvimento de frutos de aceroleira no norte do Paraná. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1871-1876, 2008.

CARVALHO, P. D. et al. Variação no número de glândulas e produção de óleo em flores de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (Malpighiaceae). *Acta Botânica Brasílica*, São Paulo, v. 2, n. 19, p. 209-214, 2005.

COSTA, F. A.; ANDRADE, W. D. C. A cultura da acerola no Brasil e no Pará: aspectos estruturais de produção e mercado. Belém: ADS/Amazônia, 2003.

COUCEIRO, E. M. Curso de extensão sobre a cultura da acerola. Recife, p. 45, 1985.

DANTAS, A. C. M. de. et al. Viabilidade do pólen e desenvolvimento do tubo polínico em macieira (*Malus spp.*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 356-359, 2005.

FIGUEIREDO NETO, F. A. et al. Determinação de vitamina C e avaliação físico-química em três variedades de acerola cultivadas em Petrolina- PE. *Nucleus*, v. 11, n. 1, 2014.

FREITAS, B. M. et al. Pollination Requirements of West Indian Cherry (*Malpighia emarginata*) and its Putative Pollinators, *Centris* Bees, in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 133, p. 303-311, 1999.

GOMES, J. E. et al. Morfologia Floral e Biologia Reprodutiva de Genótipos de Aceroleira. *Scientia Agricola*, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 519-523, 2001.

GUEDES, R. S. et al. Déficit de Polinização da Aceroleira no Período Seco no Semiárido Paraibano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. 2, 2011.

JUNQUEIRA, K. P. et al. Cultura da acerola. Lavras, p. 27, 2004.

LORENZON, M. C. A.; ALMEIDA, E. C. de. Viabilidade e germinação do pólen de linhagens parentais de cebola híbrida. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 4, p. 345-349, 1997.

MARINO NETTO, L. Acerola: a cereja tropical. Livro Nobel/Dieberguer, p. 94, 1986.

- MATSUURA, F. C. A. U. et al. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 602-606, 2001.
- MEZADRI, T. et al. El fruto de la acerola: composición, características productivas e importancia económica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Caracas, v. 56, p. 101-109, 2006.
- OLIVEIRA, J. E. M. et al. Contribuição da Polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 56-65, 2015.
- RITZINGER, R. et al. Polinização da aceroleira: Acerola em foco, Cruz das Almas: Embrapa, n. 7, 2004.
- SCHLINDWEIN, C. et al. Diagnóstico e manejo dos polinizadores de mangabeira e aceroleira. Encontro obre abelhas, Ribeirão Preto, p. 443-454, 2006.
- SIMÃO, S. Cereja das Antilhas. Agrônômica Ceres, São Paulo, p. 477-485, 1971.
- SIQUEIRA, K. M. M. et al. Estudo Comparativo da Polinização em Variedades de Aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC, malpighiaceae). Revista Caatinga, Mossoro, v. 24, n. 2, p. 18-25, 2011.
- STANLEY, R. G.; LINSKENS, H. F. Pollen: biology, biochemistry and management. New York, Springer Verlag, p. 172, 1974.
- VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Visitantes Florais e Polinização da Acerola (*Malpighia Ermaginata* DC, malpighiaceae). Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 14-23, 2007.
- VILHENA, A. M. G. F. et al. Acerola pollinators in the Savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. Apidologie, Paris, v. 43, n. 1, p. 51-62, 2012.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Akad. Wiss. Lit. Abh. Math. Naturwiss. KL.
Tropische und Subtropische Pflanzenwelt, v. 7, n. 1, p. 01-267, 1974.

ARTIGO II

AVALIAÇÃO DA FENOLOGIA E CURVA DE CRESCIMENTO DOS FRUTOS DE ACEROLEIRA EM CORDISBUGO, MINAS GERAIS.

Revista Agropecuária Tropical

1 Parte da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del Rei/UFSJ

FENOLOGIA E CRESCIMENTO DE FRUTOS DE ACEROLEIRA EM CLIMA TROPICAL CHUVOSO

RESUMO - Por se tratar de uma planta dependente de temperaturas mais elevadas e por possuir um ciclo reprodutivo curto, as aceroleiras são perceptivelmente susceptível às variações climáticas, o que provoca alterações na duração dos estádios fenológicos, e assim, não devem ser extrapolados para regiões, épocas do ano ou genótipos diferentes dos estudados. O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento fenológico, taxas de abortamento de estruturas e a curva de crescimento dos frutos em aceroleiras das variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ cultivadas em Cordisburgo/MG, em duas épocas, compreendendo os meses de novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016. As estruturas reprodutivas das aceroleiras foram marcadas e acompanhadas para avaliação, até alcançarem o ponto de colheita, e posteriormente os dados foram submetidos ao teste estatístico T de Student e aos Modelos Lineares Generalizados (GLM), para comparação dos resultados. O estágio com maior duração em dias foi o estágio de enchimento do fruto verde, sendo maior na variedade ‘Okinawa’, que apresenta ciclo reprodutivo com maior duração de dias quando comparado à ‘Sertaneja’. As taxas de frutificação efetiva foram baixas para ambas as variedades, sendo o estágio de despétala das flores aquele com maiores índices de abortamento, uma vez que as flores que não foram fecundadas caem. A baixa frutificação observada no pomar pode estar associados à falta de planejamento, uma vez que, uma questão importante para a cultura é a distribuição das cultivares polinizadoras intercaladas com a cultivar principal.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, frutificação efetiva, taxa de abortamento.

PHENOLOGY AND GROWTH OF CHERRY TREE FRUITS IN RAINY TROPICAL CLIMATE

ABSTRACT - Not only it is a plant dependent on higher temperatures but also it has a short reproductive cycle, the cherry trees are perceptibly susceptible to climatic changes which cause changes in the duration of the phenological stages, and thus, should not be extrapolated to regions, times of the year or genotypes other than those studied. The objective of this work was to evaluate the phenological behavior, structure abortion rates and the growth curve of the fruits of the 'Okinawa' and 'Sertaneja' varieties cultivated in Cordisburgo / MG, in two periods of time, comprising the months of November / December, 2015 and January / February 2016. The reproductive structures of the cherry trees were marked and monitored for evaluation until reaching the harvest point, and later the data were submitted to Student's t-test and Generalized Linear Models (GLM) to compare the results. The stage with the longest duration in days was the stage of filling of the green fruit, being bigger in 'Okinawa's' variety which presents a reproductive cycle with a longer duration of days compared to 'Sertaneja's'. Effective fruiting rates were low for both varieties and the flowers pluck stage was the one with the highest rates of abortion since the flowers that were not fertilized fell. The low fructification observed in the orchard may be associated with lack of planning, since an important issue for the crop is the distribution of the pollinator cultivars interspersed with the main cultivar.

Key words: *Malpighia emarginata*, effective fruiting, abortion rate.

INTRODUÇÃO

A fenologia da cultura da acerola ainda é pouco estudada, e os trabalhos realizados com a cultura, apesar de serem referências notáveis, nem sempre podem ser extrapolados para regiões ou genótipos diferentes (Adriano & Leonel, 2012). Por se tratar de uma planta dependente de temperaturas mais elevadas e por possuir um ciclo reprodutivo curto, a cultura é susceptível às variações climáticas, o que provoca alterações na duração dos estádios fenológicos (Carpentiere-Pípolo et al. 2008). Assim, os padrões fenológicos e produtivos das aceroleiras variam de acordo com a época, de um ano para outro, e de acordo com a região em que é cultivada. Além disso, Gomes et al. (2001) avaliando a duração de dias em floração e dias de colheita, verificaram variação também entre genótipos, o que demonstra uma resposta particular de cada genótipo às condições climáticas.

O conhecimento da duração de cada estágio fenológico é importante para que o produtor possa organizar o sistema de produção do pomar, principalmente a previsão da época de colheita (Carpentiere-Pípolo et al. 2008). Gomes et al. (2000) sugeriram que fatores externos são determinantes para avaliar a extensão em dias do período da fecundação à maturação, ocorrendo redução no ciclo durante épocas mais quentes e chuvosas do ano.

A duração média do ciclo reprodutivo das aceroleira é de 27,3 dias (Junqueira et al. 2004, Adriano & Leonel 2012). Segundo Adriano & Leonel (2012), a duração dos estádios fenológicos é maior no mês de setembro, o que pode ser explicado pela ocorrência de temperaturas mais baixas neste período quando comparadas com o mês de janeiro. Por ser uma planta de clima tropical, as quedas de temperatura afetam a frutificação efetiva e a duração do ciclo reprodutivo (Carvalho 2003).

Estudos avaliando o número de estruturas abortadas e a taxa de frutificação efetiva relataram um percentual de 70% e 88,6% de abortamento e de 30% e 11,4% de frutificação efetiva para os meses de setembro e janeiro, respectivamente (Carpentiere-Pípolo et al. 2008,

Adriano & Leonel 2012). A taxa de abortamento das estruturas é maior no estágio de despétala das flores, apresentando alto índice em ambas as épocas de avaliação, o que se deve ao fato de que após a antese, as flores não fecundadas tendem a cair (Adriano & Leonel 2012).

Com relação ao desenvolvimento dos frutos, é notável que o crescimento é mais acentuado nos primeiros oito dias, tornando-se linear no restante do ciclo (Carrington & King 2002, Adriano & Leonel 2012).

O presente trabalho têm como objetivo avaliar a fenologia e curva de crescimento dos frutos de aceroleiras em duas épocas distintas para as variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em duas épocas distintas, sendo nos períodos novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016, em um pomar comercial de aceroleiras obtidas por estaquia com quatro anos de idade, das variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ cultivadas em Cordisburgo (MG), localizado a 19°17’03.78’’S, 44°21’12.94’’O e 758m de altitude, com espaçamento de plantio de 5x4 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é Aw (tropical chuvoso, alcançando temperatura média acima de 18°C e estiagem no inverno). Possui verões quentes e chuvosos e invernos secos com índices pluviométricos anuais de 1403mm³. O solo é classificado como latossolo vermelho distrófico típico.

A área de estudo possui um sistema de fertirrigação, com a utilização de microaspersores, garantindo a disponibilidade homogênea de água e nutrientes, além de manejadas as podas necessárias regularmente, sejam de condução, manutenção ou de frutificação. No pomar não são realizados tratamentos fitossanitários com produtos químicos, como herbicidas, inseticidas ou fungicidas, o que favorece a sobrevivência e manutenção de insetos polinizadores na área.

A variedade ‘Okinawa’ é a predominante no pomar, com um total de 150 plantas, com exceção de duas plantas da variedade ‘Sertaneja’, o que não é recomendado para a cultura, devido à autoincompatibilidade observada nas plantas. As plantas da variedade ‘Sertaneja’ são tratadas neste pomar como doadoras de grãos de pólen para as plantas da variedade ‘Okinawa’.

Para análise da fenologia, foram marcados 50 botões/planta, utilizando-se duas plantas/bloco num total de quatro repetições, totalizando 400 botões florais na variedade ‘Okinawa’ marcados e 80 botões/planta em duas plantas da variedade ‘Sertaneja’, totalizando 160 botões florais. Foram amarradas linhas de crochê ao pedúnculo dos botões, em estado entumecido, ou seja, pedúnculo expandido (Adriano & Leonel 2012) para posterior avaliação dos mesmos botões.

As avaliações foram realizadas diariamente até que completasse o ciclo da cultura, sendo computado o número de estruturas abortadas a cada dia e em cada estágio fenológico. Para a escolha do número amostral, sendo de 400 botões florais para a variedade ‘Okinawa’ e 160 botões florais para a variedade ‘Sertaneja’, foram realizados testes antecedendo o período de avaliação da fenologia da cultura. Os testes prévios foram realizados utilizando um número amostral indicado em literatura para outras variedades, e como, a partir deste número amostral, todas as estruturas marcadas foram abortadas, esse número teve que ser extrapolado para que a taxa de frutificação efetiva das variedades estudadas fosse conhecida.

A curva de crescimento dos frutos foi determinada através da marcação e acompanhamento de dez frutos/planta, com duas plantas/bloco em um total de quatro blocos, totalizando 80 frutos da variedade ‘Okinawa’ e de 20 frutos/planta num total de duas plantas da variedade ‘Sertaneja’, totalizando 40 frutos. Os frutos foram marcados no início do desenvolvimento, com 0,5cm de diâmetro, e a medição do diâmetro foi realizada com auxílio de paquímetro digital, com intervalos de um dia, até a completa maturação dos mesmos. A

marcação dos frutos com caneta esferográfica é de suma importância, para garantir que as medições sejam realizadas sempre na mesma posição do fruto.

O ciclo reprodutivo da acerola foi dividido em sete estádios fenológicos, sendo eles: botão floral (Figura 1a), flor (Figura 1b), perda de pétalas (Figura 1c), desenvolvimento inicial do fruto (até 8 mm de diâmetro) (Figura 1d), fruto verde (Figura 1e), fruto semi-maduro (Figura 1f) e fruto maduro (Figura 1g) (Adriano & Leonel 2012). O estágio de maturação dos frutos foi determinado pela coloração externa da casca, sendo considerados frutos verdes aqueles que apresentaram coloração da casca totalmente verde, frutos semi-maduros, aqueles que apresentaram coloração alaranjada da casca e frutos maduros aqueles que apresentaram coloração vermelha escura da casca (Adriano & Leonel 2012).

a



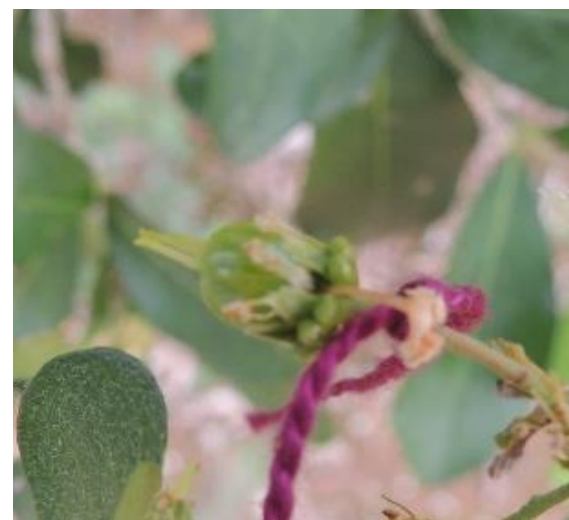
b



c



d



e



f



g



Figura 1 : Estádio fenológico de botão (a), flor (b), flor em despétala (c), fruto em início de desenvolvimento (d), fruto verde (e), fruto semi-maduro (f), e fruto maduro (g) em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG.

Para a avaliação da relação do diâmetro longitudinal dos frutos maduros entre as variedades (‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’) e épocas (novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016), foi utilizado o teste estatístico T de Student, e para a avaliação da duração dos estádios fenológicos e taxa de abortamento entre variedade, estágio, época e interações, foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM) que consideram a inexistência de normalidade na distribuição dos resíduos corrigindo falhas de acerto na decisão estatística.

As comparações *a posteriori* foram feitas por meio de intervalos de confiança de 95% (IC95%) nos gráficos apresentados. Toda comparação desta natureza implica em diferenças

significativas quando um IC95% de um tratamento qualquer não se sobrepõe à média de outro tratamento.

Os dados de temperatura média e de precipitação durante o período de realização do experimento foram obtidos pela estação meteorológica da empresa Milho e Sorgo (Figura 2).

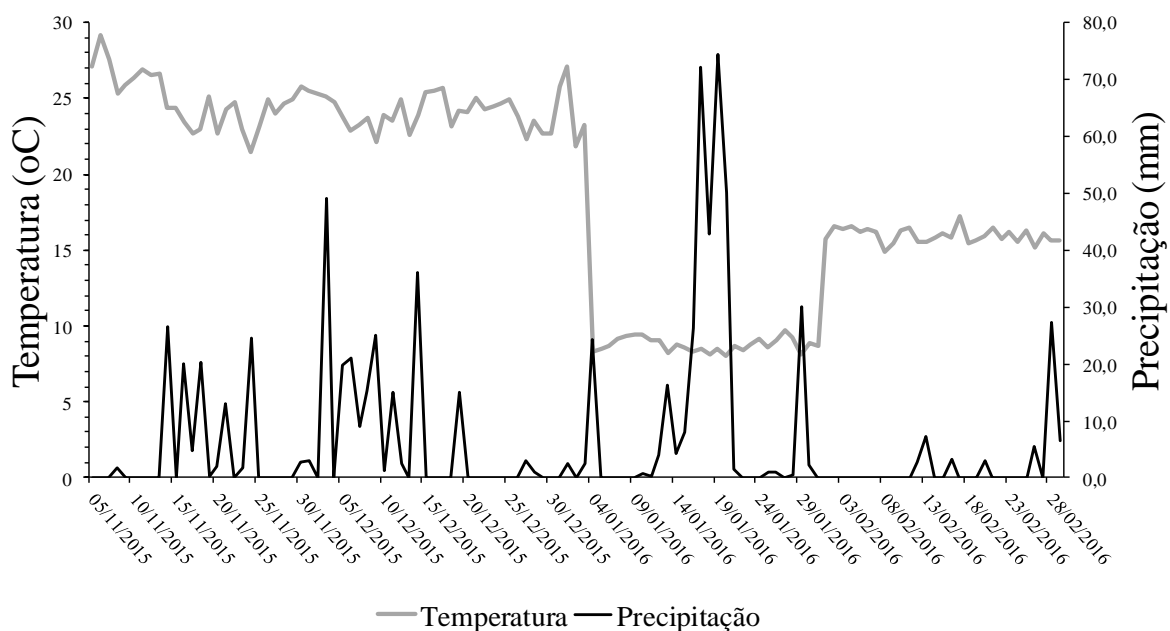


Figura 2: Temperatura e precipitação médias nos meses de novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016, em Cordisburgo, MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando a fenologia reprodutiva das aceroleiras houve diferença significativa entre as variedades ($F_{(1, 28)}=31,840$; $p<0,001$), entre os estádios ($F_{(5,28)}=1847,630$; $p<0,001$) e para interação entre variedade e estágio ($F_{(5,28)}=36,430$; $p<0,001$) e entre estágio e época ($F_{(5,28)}=2,700$; $p=0,040$). Porém, não houve diferenças estatísticas entre as épocas ($F_{(1, 28)}=0,300$; $p=0,587$), para a interação entre as variedades e as épocas ($F_{(1, 28)}=0,020$; $p=0,899$) ou para a interação tripla entre variedade, estágio e época ($F_{(5, 28)}=0,880$; $p=0,506$).

A duração média do ciclo das aceroleiras é de 26,46 dias para a variedade ‘Okinawa’ e de 23,65 dias para a variedade ‘Sertaneja’, mostrando que a colheita é antecipada nos frutos da variedade ‘Sertaneja’, principalmente pela diferença observada na duração de dias de enchimento do fruto verde. O estágio de crescimento do fruto verde é o que demanda um maior

período de tempo quando comparado aos demais (estádio 4, Figura 3), com uma duração média de 11,81 dias para a variedade ‘Sertaneja’ e 14,79 dias para a variedade ‘Okinawa’. Estes dados assemelham-se aos relatados por Adriano & Leonel (2012), que obtiveram uma média de 11,94 dias para o estágio de crescimento do fruto verde da variedade ‘Olivier’, em Junqueirópolis, SP.

O estágio de botão (estádio 0, Figura 3) perdurou por aproximadamente 1,43 e 1,79 dias para a variedade ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’, respectivamente, entre as duas épocas avaliadas, dados inferiores aos relatados em literatura, com duração média de 3,98 dias (Adriano & Leonel 2012) e 6,9 dias (Gomes et al. 2001). As temperaturas médias e a precipitação são maiores que as presentes nos estudos citados, o que pode explicar as menores durações médias dos estádios observados quando comparados à outros trabalhos. A discordância da duração de dias com demais trabalhos pode estar relacionada com diferenças observadas entre os genótipos, ou para o clima regional, uma vez que existe a tendência da redução desse período de tempo para alguns genótipos durante os meses quentes e chuvosos (Carpentiere-Pípolo et al. 2008, Gomes et al. 2001).

A duração de dias decorridos da antese à formação inicial do fruto (estádios 1 e 2, Figura 3) foi em média de 6,6 dias para a variedade ‘Okinawa’ e de 6,94 dias para a variedade ‘Sertaneja’, sendo relatado resultados similares por Carpentiere-Pípolo et al. (2008), que observaram variações de 3,4 a 6,3 dias, dependendo da cultivar e da época de avaliação. A duração de dias do momento de antese das flores até o momento de colheita do fruto (estádios 2 até 6, Figura 3) foi em média de 25,03 dias para a variedade ‘Okinawa’ e de 21,86 dias para a variedade ‘Sertaneja’, semelhantes ao observado por Adriano & Leonel (2012) de 23,81 dias, e por Gomes et al. (2001), que relataram duração média de 20,8 a 23 dias, de acordo com o genótipo.

O período compreendido entre o estágio de início do desenvolvimento de fruto verde até o de fruto maduro foi em média 18,43 dias para a variedade ‘Okinawa’ e de 14,92 dias para a variedade ‘Sertaneja’, valores próximos aos relatados por Adriano & Leonel (2012), com duração média de 18,81 dias, e por Carpentiere-Pípolo et al. (2008), os quais variaram de 14,9 a 25,8 dias, de acordo com a variedade.

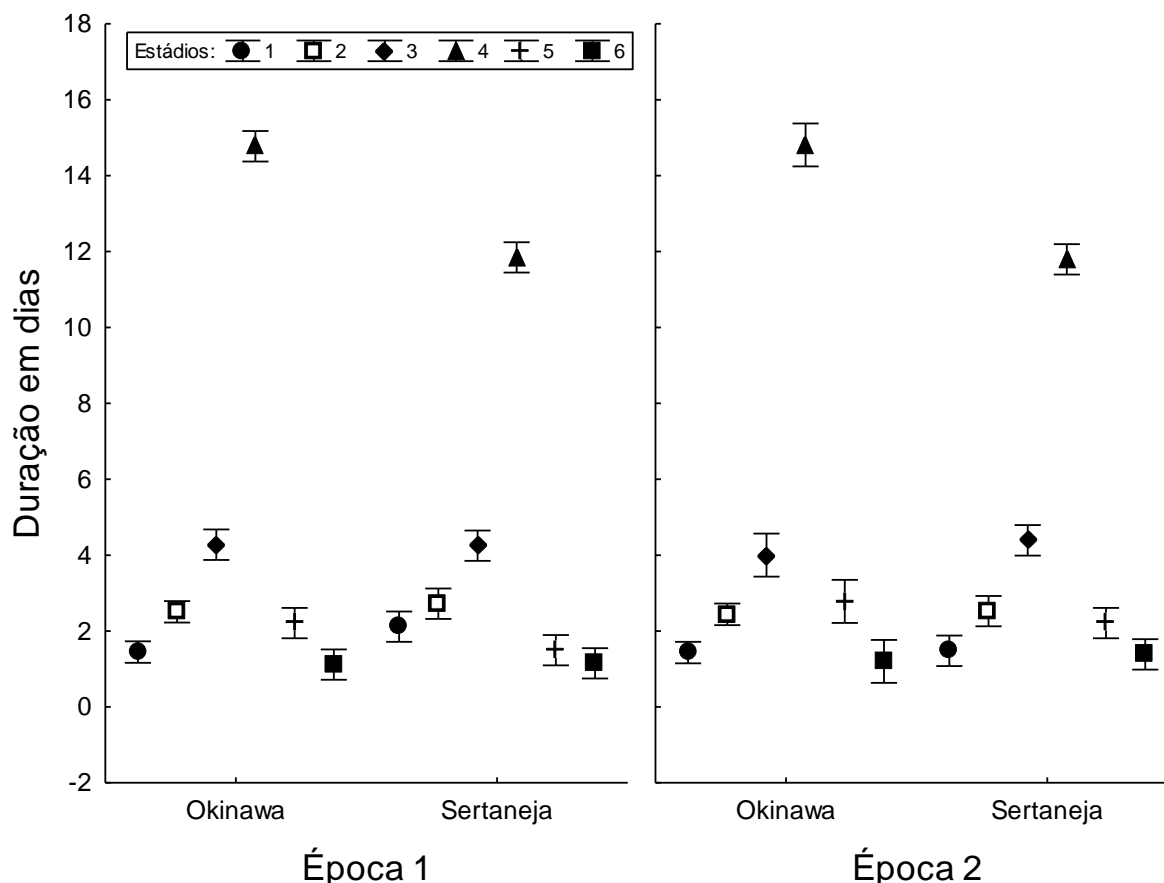


Figura 3 - Apresentação da duração em dias de cada estágio fenológico (estádio 1: botão; estágio 2: flor; estágio 3: flor em despétala; estágio 4: fruto verde; estágio 5: fruto semi-maduro; estágio 6: fruto maduro), para ambas as épocas de avaliação em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG. As medidas de dispersão representam intervalos de confiança de 95% e a sobreposição de um intervalo de um tratamento sobre a média de outro, indica semelhança estatística.

Avaliando a taxa de abortamento das estruturas reprodutivas houve diferença significativa entre as variedades ($F_{(1, 32)}=78,521$; $p<0,001$), entre os estádios ($F_{(3, 32)}=3174,185$; $p<0,001$) e para interação entre variedade e estágio ($F_{(3, 32)}=78,958$; $p<0,001$) e entre estágio e época ($F_{(3, 32)}=4,167$; $p=0,013$). Porém, não houve diferenças estatísticas entre as épocas ($F_{(1, 32)}$).

$_{32})=0,018$; $p=0,893$), para a interação entre as variedades e as épocas ($F_{(1, 32)}=1,944$; $p=0,172$) ou para a interação tripla entre variedade, estádio e época ($F_{(3, 32)}=1,130$; $p=0,351$).

O abortamento de estruturas reprodutivas foi maior nas plantas da variedade ‘Okinawa’ ($\bar{x}=97,87\%$) do que nas da variedade ‘Sertaneja’ ($\bar{x}=91,56\%$). Os índices de abortamento foram superiores aos relatados por Adriano & Leonel (2012), sendo de 70% para a safra de setembro e de 88,6% para a safra de janeiro, diferenças entre épocas que não foram observadas no atual trabalho. As médias de temperatura encontradas durante o período de avaliação do experimento apesar de serem mais baixas nos meses de janeiro e fevereiro, com médias mensais que variaram de 8 a 27°C, quando comparadas ao período de novembro/dezembro com médias mensais que variaram de 22 a 29°C, não influenciaram na frutificação ou no índice de abortamento dos frutos.

Os maiores índices de abortamento relatados para a área de estudo quando comparados a outros trabalhos podem estar associados ao planejamento utilizado no pomar, uma vez que, uma questão importante para a cultura é a distribuição das cultivares polinizadoras intercaladas com a cultivar principal (Chagas & Pio 2011). Uma quantidade adequada de pólen deverá estar disponível em toda a área do pomar para uma boa polinização cruzada e máxima eficiência na distribuição do pólen pelas abelhas, devendo-se respeitar um esquema de distribuição que prevê no mínimo 10% de plantas polinizadoras (Hoffmann et al. 2004).

Como esperado, o estádio que apresentou maior índice de abortamento foi o estádio de despétala das flores (Figura 4), tanto para a variedade ‘Okinawa’, que apresentou maior queda neste estádio ($\bar{x}=92,37\%$), como para a variedade ‘Sertaneja’ ($\bar{x}=84,68\%$). Tais valores são superiores aos observados por Adriano & Leonel (2012), que relataram abortamento de 51,8% e 54% das flores em despétala, para duas épocas distintas de avaliação. O maior abortamento observado neste estádio ocorre devido a não fecundação das flores após a antese das mesmas, o que pode sugerir problemas relacionados às condições climáticas, à diversidade e

disponibilidade de polinizadores na região, e até mesmo questões genéticas como a autoincompatibilidade observada em aceroleiras.

Os estádios de botão e flor aberta apresentaram baixos índices de queda de estruturas, consoante ao observado por Adriano & Leonel (2012), com exceção de uma das épocas avaliadas, em que o autor relata um valor muito alto de abortamento de botões florais (20,5%), o que ele associa a chuvas torrenciais ocasionadas neste período, o que pode ter provocado danos mecânicos aos botões. Após o estádio de despétala não houve abortamento de estruturas, divergente dos resultados encontrados por Adriano & Leonel (2012), que observou queda das estruturas em todos os estádios até a colheita dos frutos.

Os dados de fenologia, após as análises de duração de cada estádio, fornecem a taxa de frutificação efetiva do pomar nas safras avaliadas. No presente trabalho, foram observadas baixas taxas de vingamento dos frutos, tanto para a variedade ‘Okinawa’ (4,25% e 0% nas duas épocas), como para a variedade ‘Sertaneja’ (6,25% e 10,6% nas duas épocas). As diferenças nas taxas de frutificação efetiva encontradas entre as variedades estudadas poderiam estar associadas à viabilidade polínica, uma vez que Siqueira et al. (2011) relataram que a viabilidade dos grãos de pólen da variedade ‘Sertaneja’ foram superiores à ‘Okinawa’, porém, diferenças entre as variedades não foram encontradas no presente trabalho.

As baixas taxas de frutificação efetiva podem ser justificadas devido ao modo como o pomar foi planejado, sem a intercalação de outras variedades, dificultando a polinização cruzada, seja pelo vento, gravidade ou pela ação de insetos polinizadores. Além disso, a condução de frutíferas tropicais sem a abertura do dossel das plantas também pode reduzir a taxa de frutificação das culturas. Muitas frutíferas devem ter seus guias direcionados ao solo para abertura do dossel e conseqüentemente melhor arquitetura da planta, aumentando a uniformização e otimização de luz no interior das plantas (Lucchesi 1987).

A baixa luminosidade no interior das plantas, provoca uma redução na síntese de carboidratos durante o florescimento, e conseqüentemente uma menor movimentação de insetos no interior das plantas, reduzindo as taxas de polinização cruzada (Marler et al. 1994), resultando em uma baixa frutificação efetiva. As taxas de frutificação efetiva aqui obtidas são semelhantes às aquelas relatadas por Yamane & Nakasone (1961) que, em trabalho realizado no Hawaí, encontraram baixos índices de frutificação, sendo de 1,31% a 11,58%, avaliando sete clones em regime de polinização aberta.

Adriano & Leonel (2012) observaram maiores taxas de frutificação efetiva para a variedade Olivier no mês de setembro, sendo estes de 30% em setembro e de 11,4% em janeiro. Carpentiere-Pípolo et al. (2008) observaram frutificação efetiva com desempenho contrário ao encontrado por Adriano & Leonel (2012), sendo 10,7% em setembro e 32,7% em janeiro para as variedades Lígia, Dominga e Natália. Os autores atribuíram tal resultado às baixas temperatura e luminosidade no mês de setembro.

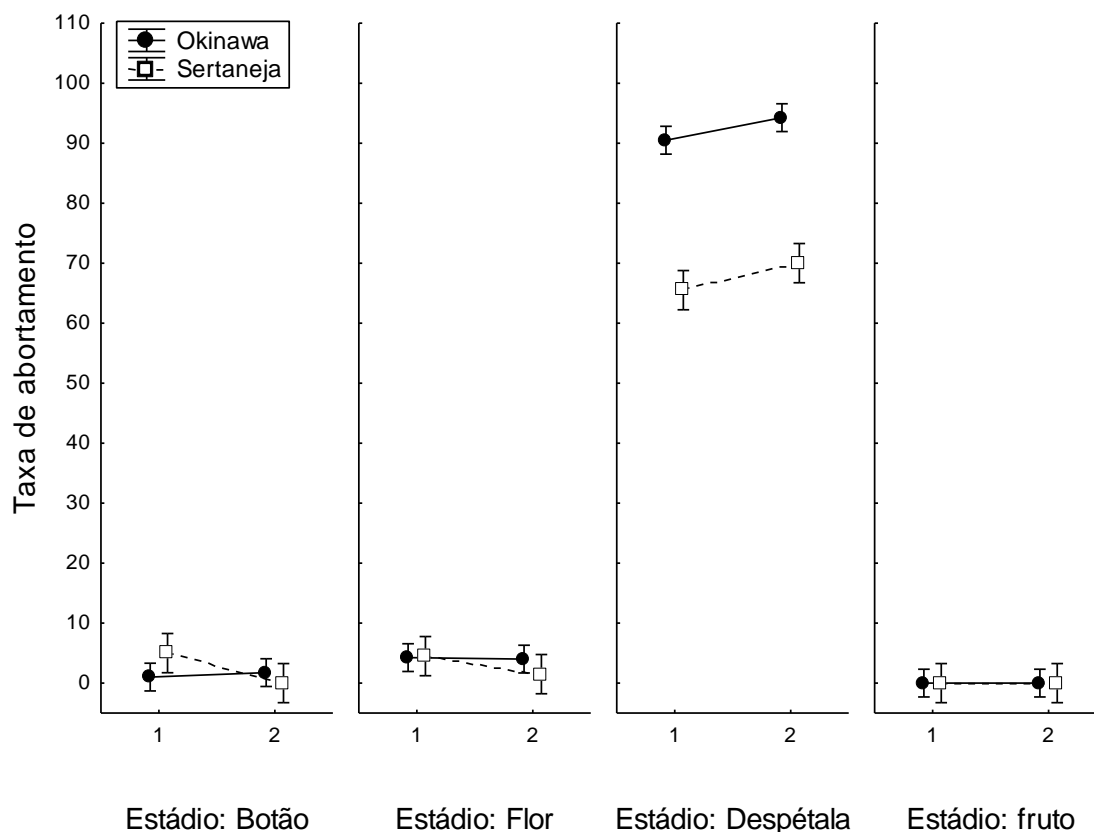


Figura 4 - Apresentação da taxa de abortamento em cada estágio fenológico (%), em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG, sendo considerado 1 a época compreendo os meses novembro/dezembro e 2, os meses de janeiro/fevereiro. As medidas de dispersão representam intervalos de confiança de 95% e a sobreposição de um intervalo de um tratamento sobre a média de outro, indica semelhança estatística.

Não houve efeito da época no tamanho dos frutos ($t=0,812$; g.l.=188,974; $p=0,417$), porém, houve um efeito significativo em relação à variedade ($t=13,578$; g.l.=188,434; $p<0,001$), sendo que, há um aumento de 25% no tamanho dos frutos da variedade ‘Okinawa’ quando comparados aos frutos da variedade ‘Sertaneja’ (Figura 5). Em Petrolina, os produtores alegam que mesmo em épocas diferentes, em uma mesma área e sob condições semelhantes de manejo, as variedades apresentam características distintas (Siqueira et al. 2011) sendo a taxa de frutificação e tamanho dos frutos, algumas delas.

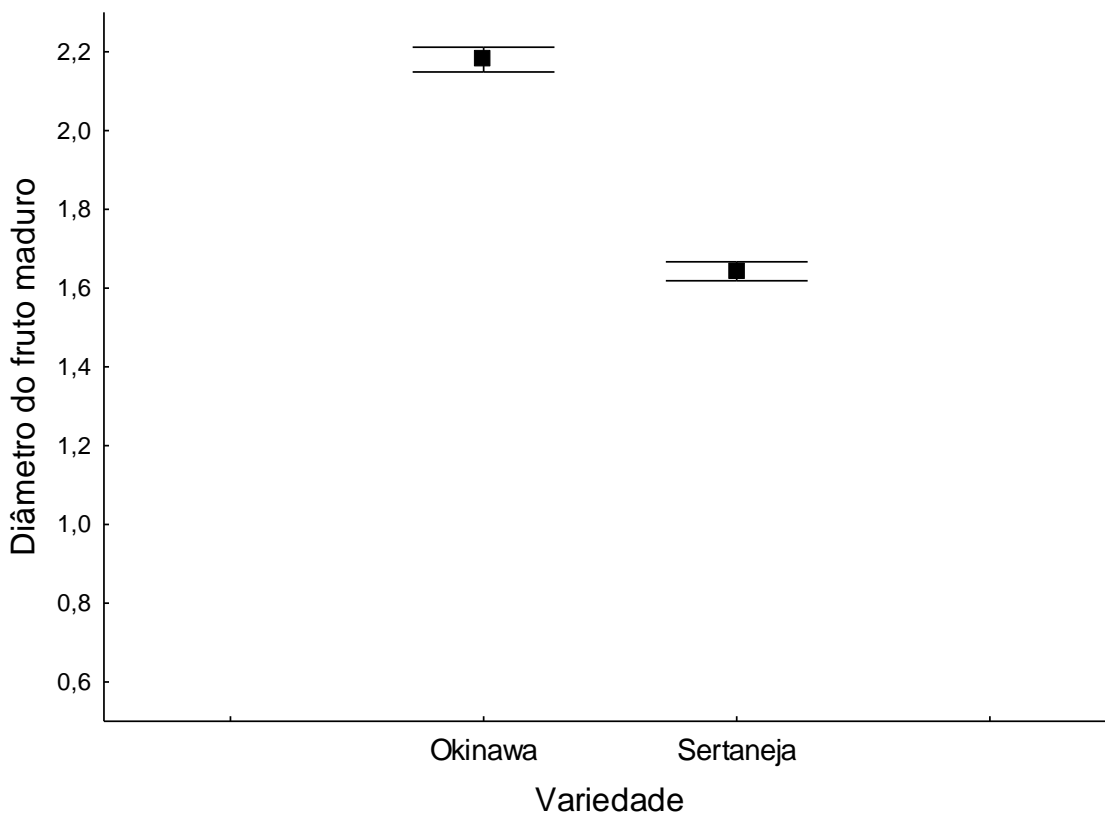


Figura 5 - Apresentação do diâmetro final do fruto das variedades 'Okinawa' e 'Sertaneja' (cm), em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG. As medidas de dispersão representam intervalos de confiança de 95% e a sobreposição de um intervalo de um tratamento sobre a média de outro, indica semelhança estatística.

A variedade 'Okinawa', apresentou em média 21,80mm de diâmetro longitudinal, valor aproximado ao encontrado por Silva & Figueiredo (2008), de 22,84mm. Porém, para a variedade 'Sertaneja', a média obtida pelo presente trabalho foi de 16,42mm, apresentando diâmetro longitudinal reduzido quando comparado à variedade 'Okinawa' (Figura 6), o que não foi observado por Silva & Figueiredo (2008), que encontraram valores semelhantes entre as duas variedades. Figueiredo Neto et al. (2014) apresentaram valores de diâmetro longitudinal de aceroleiras semelhantes aos obtidos no presente trabalho, sendo de 22,90mm para a

variedade ‘Okinawa’ e de 18,50mm para a variedade ‘Sertaneja’.

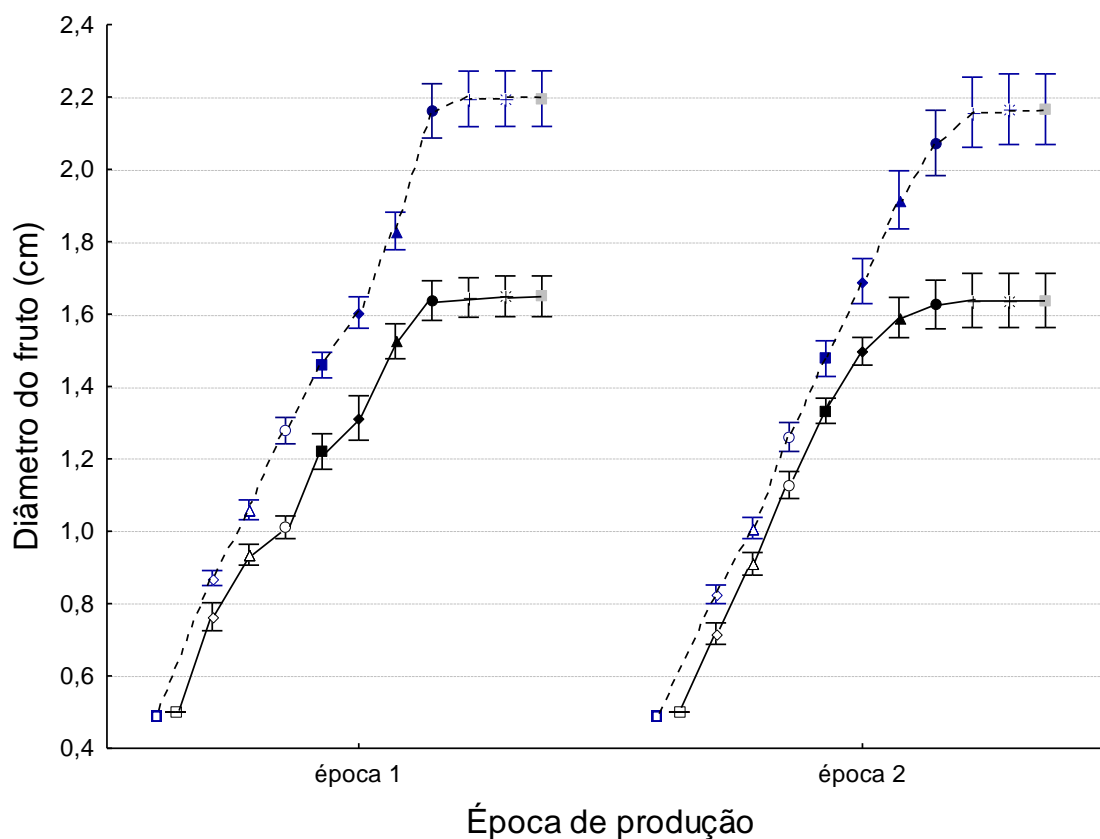


Figura 6 - Apresentação do diâmetro dos frutos ao longo dos dias das variedades ‘Okinawa’ (linha tracejada azul) e ‘Sertaneja’ (linha tracejada preta), nas duas épocas de avaliação (novembro/dezembro 2015 e janeiro/fevereiro 2016, respectivamente), em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG. As medidas de dispersão representam intervalos de confiança de 95% e a sobreposição de um intervalo de um tratamento sobre a média de outro, indica semelhança estatística.

O tamanho dos frutos influi diretamente no ciclo da cultura, de modo que variedades que apresentam frutos com menores diâmetros possuem menores ciclos de produção, ou seja, colheita antecipada. A curva de crescimento dos frutos mostra que o maior crescimento se dá nos 15 primeiros dias para a variedade ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’, com destaque para os três primeiros dias, em ambas as épocas avaliadas. Porém, o ciclo da aceroleira da variedade ‘Sertaneja’ é menor quando comparado à variedade ‘Okinawa’, sendo aproximadamente seis dias mais precoce.

As maiores taxas de frutificação efetiva observadas na variedade ‘Sertaneja’ quando comparado à ‘Okinawa’ estão consoantes ao relatado por Siqueira et al. (2011). Desta forma,

as diferenças de diâmetro observadas pelo presente trabalho podem estar associadas a translocação de fotoassimilados, uma vez que, a maior produção de frutos induz à competição por assimilados entre drenos e leva a diminuição do peso individual de frutos (Bertin et al. 1998, Seabra Júnior et al. 2003, Valantin Morinson et al. 2006).

CONCLUSÃO

A duração média do ciclo reprodutivo das aceroleiras é de 26,46 dias para a variedade ‘Okinawa’ e de 23,65 dias para a variedade ‘Sertaneja’, sendo a colheita antecipada nos frutos da variedade ‘Sertaneja’, principalmente pela diferença observada na duração de dias de enchimento do fruto verde, estágio com maior duração de dias. Ambas as variedades apresentam taxas de abortamento floral elevadas, sendo maior na variedade ‘Okinawa’. O estágio que apresenta maior índice de abortamento foi o estágio de despétala das flores.

Os frutos da variedade ‘Okinawa’ possuem diâmetro superior quando comparada aos da ‘Sertaneja’, sendo de 21,80mm e 16,42mm, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e à CAPES, pela concessão de bolsa de estudos; à Financiadora de Estudos e Projetos - MCT/FINEP/CTINFRA Campi Regionais por suporte institucional [01/2010 - 1140/10] e à FAPEMIG e VALE S.A. pelo suporte financeiro [CRA RDP 192-10].

REFERÊNCIAS

ADRIANO, E.; LEONEL, SARITA. Fenologia da Aceroleira cv. Olivier em Junqueirópolis-SP. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 469-474, 2012.

BERTIN, N. et al. Influence of cultivar, fruit position and seed content in tomato fruit weight during a crop cycle and low and high competition for assimilates. Journal of Horticultural Science e Biotechnology, v. 73, p. 541-548, 1998.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V. et al. Frutificação e desenvolvimento de frutos de aceroleira no norte do Paraná. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1871-1876, 2008.

CARRINGTON, C. M. S.; KING, R. A. G. Fruit development and ripening in Barbados Cherry, *Malpighia emarginata* DC. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 92, p. 1-7, 2002.

CARVALHO, R. I. N. de. Frutificação efetiva da aceroleira em condições outonais no município de Viamão-RS. Brasil. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 23- 26, 2003.

CHAGAS, P. C.; PIO, R. Produção e qualidade de cultivares de macieira no Leste Paulista. Tese de doutorado, Programa de pós-graduação em Fitotecnia, Lavras, p. 1-84, 2011.

FIGUEIREDO NETO, F. A. et al. Determinação de vitamina C e avaliação físico-química em três variedades de acerola cultivadas em Petrolina- PE. *Nucleus*, v. 11, n. 1, 2014.

GOMES, J. E. et al. Morfologia Floral e Biologia Reprodutiva de Genótipos de Aceroleira. *Scientia Agricola*, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 519-523, 2001.

GOMES, J.E. et al. Desenvolvimento do fruto da acerola da fecundação à maturação em três épocas nas condições de Jaboticabal, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 22, n. 3, p. 318-322, 2000.

HOFFMANN, A. et al. Tratos culturais. *Frutas do Brasil*, Brasília, p. 78-102, 2004.

JUNQUEIRA, K. P. et al. Cultura da acerola. Lavras, p. 27, 2004.

LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa, p. 1-11, 1987

MARLER, T. E. et al. *Miscellaneous tropical fruits*, p. 199- 224, 1994.

SEABRA JÚNIOR, S. et al. Avaliação do número e posição do fruto de melancia produzidos em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v. 21, p. 708-711, 2003.

SILVA, W. S.; FIGUEIREDO, R. W. Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira. Defesa de dissertação, 2008.

SIQUEIRA, K. M. M. et al. Estudo Comparativo da Polinização em Variedades de Aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC, malpighiaceae). Revista Caatinga, Mossoro, v. 24, n. 2, p. 18-25, 2011.

VALANTIN-MORINSON, M. Source-sink balance affects reproductive development and fruit quality in cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.). Journal of Horticultural, Science and Biotechnology, v. 86, p. 105-117, 2006.

YAMANE, G. M.; NAKASONE, H. Y. Pollination and fruit set studies of acerola *Malpighia glabra*: Hawaii. Proceedings of American Society for Horticultural Science, v. 8, p. 141- 148, 1961.

ARTIGO III

POTENCIALIZAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: USO DE ATRATIVOS PARA POTENCIALIZAÇÃO DA FRUTIFICAÇÃO EFETIVA EM ACEROLEIRAS.

Revista Agropecuária Tropical

1 Parte da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del Rei/UFSJ

POTENCIALIZAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: USO DE ATRATIVOS PARA POTENCIALIZAÇÃO DA FRUTIFICAÇÃO EFETIVA EM ACEROLEIRAS.

RESUMO - As aceroleiras, apesar de apresentarem florescimento abundante possuem baixos índices de frutificação, o que pode ser associado a uma dependência da polinização cruzada efetuada por agentes polinizadores para uma produção satisfatória de frutos. O objetivo do trabalho foi avaliar as taxas de frutificação efetiva com diferentes tratamentos de polinização, em aceroleiras das variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ cultivadas em um pomar comercial no município de Cordisburgo/MG. O trabalho foi realizado em duas épocas, compreendendo os meses de novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016. Para avaliação da dependência de polinizadores para uma frutificação satisfatória de frutos de aceroleira, foram comparados diferentes tratamentos, sendo eles: autopolinização manual, autopolinização espontânea, polinização cruzada manual com a variedade ‘Okinawa’ como doadora de grãos de pólen, polinização cruzada manual com a variedade ‘Sertaneja’ como doadora de grãos de pólen, polinização cruzada espontânea sem atrativo, polinização pelo vento/gravidade, polinização cruzada espontânea com atrativo azul e polinização cruzada espontânea com atrativo amarelo. Os dados obtidos foram submetidos ao teste estatístico T de Student e aos Modelos Lineares Generalizados (GLM), para obtenção dos resultados. Os tratamentos utilizando objetos com cores atrativas aos polinizadores, apresentou em uma das épocas maiores índices de frutificação, o que sugere maior visitação daquelas flores pelos polinizadores, e conseqüentemente, um investimento economicamente viável e sustentável como solução para as baixas taxas de frutificação efetiva observadas na cultura. Todos os demais tratamentos tiveram frutificações efetivas baixas e sem sucesso reprodutivo, porém, em todos eles houve produção de frutos, tornando a classificação como autoincompatível para as variedades ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ errônea. Os potenciais polinizadores observados visitando as aceroleiras foram pertencentes ao gênero *Centris* e *Epicharis*, principalmente, avaliando a frequência e horário de visitação e riqueza de espécies

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, atrativos, *Centris*.

POTENTIALIZATION OF ECOSYSTEM SERVICES: USE OF ATTRACTIONS FOR POTENTIALIZATION IN EFFECTIVE FRUITIFICATION IN CHERRY TREES.

ABSTRACT Although cherry trees have abundant flowering, they have low fruiting rates, which may be associated with a cross pollination dependence of pollinators for satisfactory fruit production. The objective of this work was the effective fruiting rates with different pollination treatments, in 'Okinawa' and 'Sertaneja' varieties cultivated in a commercial orchard in the municipality of Cordisburgo / MG. The work was carried out in two eras, comprising the months of November / December of 2015 and January / February of 2016. To evaluate the dependence of pollinators for a satisfactory fruiting of acerola fruits, different methods were compared: manual self-pollination, spontaneous self-pollination, manual cross-pollination with the 'Okinawa' variety as a pollen grain donor, manual cross-pollination with 'Sertaneja' variety as a donor of pollen grains, spontaneous cross pollination without attractiveness, pollination by wind / gravity, spontaneous cross pollination with blue attractiveness and spontaneous cross pollination with attractive yellow. The data gathered were submitted to Student's t-test and Generalized Linear Models (GLM) to obtain the results. The treatments using objects with attractive colors to the pollinators in one of the epochs was the one that obtained the highest indexes of fruiting, which suggests a greater visitation of those flowers by the pollinators, and consequently, an economically feasible and sustainable investment as a solution for the low rates of effective fruiting observed in culture. All other treatments had low effective fruiting and no reproductive success, however, in all of them, there was fruit production making the classification as erroneous autoincompatibility for the 'Okinawa' and 'Sertaneja' varieties erroneous. The potential pollinators observed visiting the cherry trees were belonging to the genus *Centris* and *Epicharis*, mainly, evaluating the frequency and time of visitation and species richness.

Key words: *Malpighia emarginata*, attractive, *Centris*.

INTRODUÇÃO

As aceroleiras, apesar de possuírem florescimento abundante, possuem baixos índices de frutificação (Ritzinger et al. 2004) o que pode ser explicado devido a dependência de polinizadores para uma boa frutificação (Guedes et al. 2011). A dependência de agentes polinizadores bióticos não é exclusiva da aceroleira, sendo constatado que a maioria das plantas não se reproduziria sexuadamente sem a presença destes insetos (Avila & Marchini 2005, Guedes et al. 2011). Estima-se que, 73% das plantas agrícolas cultivadas são polinizadas por abelhas (Fao 2004). Além de fundamental para a perpetuação das espécies vegetais, a polinização contribui para melhorar a qualidade dos frutos, aumentar o número de sementes, prevenir má formações e conduzir a um amadurecimento uniforme dos frutos (Freitas 1995).

A polinização representa um fator fundamental na condução de muitas frutíferas e pode ocorrer na própria planta, onde o grão de pólen é transportado para o estigma da flor de uma mesma planta, processo este denominado autopolinização. Ou também, através da transferência dos grãos de pólen da antera de uma flor para o estigma de outra flor da mesma espécie, mas de plantas diferentes, através do auxílio dos agentes polinizadores, como por exemplo, os insetos, potencializando a qualidade comercial de diversas culturas (Souza et al. 2007).

Em goiabeiras, foi observado um incremento de 39,5% na produção quando houve polinização cruzada efetuada por insetos, quando comparado à autopolinização (Alves & Freitas 2007). Além do incremento na produção de frutos, a polinização pode proporcionar outros ganhos, como o aumento de até 45% na massa do fruto, 88% na massa de polpa, 27% na espessura da casca dos frutos, 12% no número de sementes e 22% no peso das sementes de pitaiá vermelha (*Hylocereus undatus* Haworth) (Menezes 2013). Além do incremento de produção, os polinizadores são responsáveis por uma redução acentuada no custo de produção, uma vez que na ausência dos mesmos, em algumas culturas como o maracujá, somente haverá produção de frutos através da polinização manual, o que acarreta em um custo elevado com

mão-de-obra (Vieira et al. 2010). Além disso, a polinização se torna ainda mais importante para culturas consideradas auto incompatíveis, ou seja, que não aceitam os grãos de pólen da mesma planta como, por exemplo, para a frutificação do cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum), frutífera nativa da Mata Atlântica, que apresenta produção de 38% quando a flor é polinizada por insetos (Cordeiro et al. 2013).

Apesar da proximidade entre anteras e estigmas, as flores de acerola necessitam de agentes polinizadores para a transferência de grãos de pólen, pois são de consistência pegajosa, o que dificulta a sua disseminação pelo vento ou pela ação da gravidade (Ritzinger et al. 2004). Além disso, apesar de sugerir certa taxa de autofecundação, uma vez que durante o processo de antese a última pétala aprisiona os pistilos e três dos estames até que se complete a abertura da flor, os estigmas destas plantas estão localizados à mesma altura ou um pouco acima das anteras de modo a dificultar a autopolinização (Gomes et al. 2001).

Segundo Vilhena & Augusto (2007), a *M. ermaginata* foi caracterizada como auto incompatível, ou seja, não aceita os grãos de pólen de flores da mesma planta, o que a torna uma cultura dependente da polinização cruzada efetuada por polinizadores para a sua produção. Por isso, a frutificação efetiva em aceroleiras é superior a partir da polinização cruzada quando comparada à autopolinização (Freitas et al. 1999, Lopes et al. 2000, Guedes et al. 2011, Oliveira et al. 2015). Guedes et al. (2011) obtiveram um incremento significativo na produção de frutos, quando foi realizada a polinização cruzada manual nas flores complementar à advinda de visitantes florais, o que sugere um déficit de polinização na estação seca, que é justificado devido a menor abundância de potenciais polinizadores durante esta estação.

As flores de aceroleira não são atrativas para abelhas melíferas, uma vez que a produção de néctar é escassa nas mesmas (Guedes et al. 2011). Os atrativos florais predominantemente produzidos são pólen e óleo (Oliveira et al. 2015), sendo o óleo o principal recurso coletado

pelas abelhas pertencentes a tribo Centridini, para alimentação de suas crias e impermeabilização de seus ninhos (Vilhena & Augusto 2007, Siqueira et al. 2011).

Os principais polinizadores relatados para a cultura da acerola são espécies pertencentes a tribo Centridini, responsáveis por 84% do total de abelhas observadas, porém, espécies da tribo Meliponini e Tetrapedini também já foram descritas como potenciais polinizadoras (Vilhena & Augusto 2007). As principais espécies relatadas para a cultura são pertencentes ao gênero *Centris* e *Epicharis*, sendo estas: *Centris (Centris) varia* Erichson, 1848; *Centris (Centris) decolorata* Lepeletier, 1841 (Oliveira et al. 2015), *Centris (Centris) aenea* Lepeletier, 1841 (Guedes et al. 2011), *(Centris (Centris) flavifrons* Fabricius, 1775; *Centris (Centris) nitens* Lepeletier, 1841; *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874; *Epicharis (Epicharana) flava* Friese, 1900 (Vilhena & Augusto, 2007, Oliveira et al. 2015).

As abelhas são atraídas por diferentes formas, tamanhos e fragrâncias das flores (Niesenbaum et al. 1999), com maior preferência para a coloração das flores (Kevan & Backhaus 1998). Alguns inventários de abelhas testando métodos de capturas das mesmas relataram que as armadilhas tipo *pan traps* são eficientes, sendo que, a coloração pode atrair mais ou menos estes insetos (Pinheiro-Machado & Silveira 2006, Krug & Santos 2008), já que as cores das *pan traps* influenciam na captura de insetos devido à similaridade das armadilhas com as flores (Campbell & Hanula 2007). As abelhas percebem a radiação ultravioleta, pois possuem visão tricromática, percebendo comprimentos de ondas curtas de luz, tornando a atração maior para cores amarelas e azul (Roubik 1992). Um trabalho realizado no norte catarinense obteve maior atração de abelhas nos pratos-armadilhas de coloração amarela (44,2%), seguidos pelos azuis (32,1%) e brancos (23,7%) (Krug & Santos 2008).

Desta forma, medidas para manutenção e sobrevivência destes indivíduos são de grande importância, sendo indicada a restrição da aplicação de produtos químicos, especialmente durante o período de atividade dos polinizadores; enriquecimento da área com plantas

fornecedoras de recursos florais; e conservação ou inserção de locais de nidificação das espécies de *Centris*, como terra exposta, barrancos onde se encontram ninhos, pedaços de madeira morta com orifícios ou ninhos-armadilha (Guedes et al. 2011). Além disso, a irrigação controlada do pomar durante o período seco é indispensável, uma vez que favorece incremento da abundância de polinizadores (Guedes et al. 2011).

Outro fator importante é a conservação de remanescentes florestais nos entornos dos cultivos, uma vez que estes, mantêm as populações dos polinizadores naturais (Martins et al. 1999) podendo favorecer o cultivo. Knight & Campbell (1993) recomendam o plantio intercalado de variedades de acerola compatíveis, com o objetivo de aumentar o vingamento de frutos, por favorecer a polinização cruzada, efetuada por abelhas, entre genótipos diferentes.

O presente trabalho têm como objetivo geral avaliar a frutificação efetiva sob diferentes tratamentos de polinização em aceroleiras, testando as hipóteses: a frutificação efetiva é maior (i) quando ocorre polinização cruzada efetuada por insetos e (ii) quando na presença de objetos atrativos, que proporcionam aumento da visitação de potenciais polinizadores, em duas épocas para a variedade 'Okinawa'. Além de identificar os potenciais polinizadores para a cultura da acerola em Cordisburgo, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em duas épocas distintas, sendo nos períodos novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016, em um pomar comercial de aceroleiras obtidas por estaquia com quatro anos de idade, das variedades 'Okinawa' e 'Sertaneja' cultivadas em Cordisburgo (MG), localizado a 19°17'03.78''S, 44°21'12.94''O e 758m de altitude, com espaçamento de plantio de 5x4 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen é Aw (tropical chuvoso, alcançando temperatura média acima de 18°C e estiagem no inverno). Possui verões quentes e chuvosos e invernos secos com índices

pluviométricos anuais de 1403mm³. O solo é classificado como latossolo vermelho distrófico típico.

A área de estudo possui um sistema de fertirrigação, com a utilização de microaspersores, garantindo a disponibilidade homogênea de água e nutrientes, além de manejadas as podas necessárias regularmente, sejam de condução, manutenção ou de frutificação. No pomar não são realizados tratamentos fitossanitários com produtos químicos, como herbicidas, inseticidas ou fungicidas, o que favorece a sobrevivência e manutenção de insetos polinizadores na área.

A variedade ‘Okinawa’ é a predominante no pomar, com um total de 150 plantas, com exceção de duas plantas da variedade ‘Sertaneja’, o que não é recomendado para a cultura, devido à autoincompatibilidade observada nas plantas. As plantas da variedade ‘Sertaneja’ são tratadas neste pomar como doadoras de grãos de pólen para as plantas da variedade ‘Okinawa’.

Para a avaliação da polinização em aceroleiras, foram estabelecidos um total de oito tratamentos, sendo eles autopolinização espontânea (AE), autopolinização manual (AM), polinização cruzada espontânea sem atrativo (PCN), polinização cruzada manual utilizando a variedade ‘Okinawa’ como fonte doadora de grãos de pólen (PCO), polinização cruzada manual utilizando a variedade ‘Sertaneja’ a fonte doadora de grãos de pólen (PCS), polinização pelo vento e gravidade (PVG), polinização cruzada espontânea com atrativo amarelo (PNA), e polinização cruzada espontânea com atrativo azul (PNAz).

O tratamento autopolinização espontânea consistiu somente no ensacamento dos botões com saco de material organza. O tratamento autopolinização manual consistiu na emasculação de flores (Figura 1a) previamente marcadas no período de pré-antese e posteriormente foi promovido o toque nas anteras de flores da mesma planta (Figura 1b), de modo a transportar grãos de pólen até o estigma da flor a ser polinizada com auxílio de um pincel fino (Oliveira et

al. 2015). Posteriormente, os ramos foram ensacados com sacos de organza de modo a evitar contaminação do tratamento (Figura 1c).



Figura 1 - Etapas de procedimento de polinização manual, sendo: emasculação das flores (a), toque das anteras das flores com grãos de pólen de flores das plantas doadoras (b), ensacamento dos ramos com saco de organza (c), em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG.

O tratamento polinização cruzada espontânea sem atrativo consistiu na verificação da taxa de frutificação quando as flores se encontraram livres à visitação de insetos. No período de pré-antese, os botões foram marcados e as flores deles originadas foram mantidas disponíveis à visitação dos agentes polinizadores.

No tratamento denominado polinização pelo vento e gravidade, imediatamente após o início da antese, as flores foram emasculadas com tesoura fina e posteriormente protegidas da visita de insetos com sacos de filó de nylon (Figura 2a) de abertura 2 mm, que impede o acesso dos polinizadores, mas, permite a passagem do pólen de aceroleiras (0,005mm), através de outros meios de polinização, como por exemplo vento e gravidade.

Os tratamentos polinização manual cruzada com a variedade 'Okinawa' e 'Sertaneja' como fontes de grãos de pólen possuem método idêntico ao utilizado no tratamento autopolinização manual, exceto pela origem da flor doadora de pólen, que foram de outras plantas da variedade 'Okinawa' e da variedade 'Sertaneja', respectivamente. Imediatamente após a polinização, os ramos foram ensacados com sacos de organza (Figura 2b) de modo a evitar contaminação do tratamento.

a



b



Figura 2 - Diferença entre os sacos de material filó (a), e organza (b), ambos utilizados no presente trabalho para ensacamento de ramos, em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG.

Os tratamentos polinização cruzada espontânea com atrativo amarelo (Figura 3a), e polinização cruzada espontânea com atrativo azul (Figura 3b), consistiram na verificação da taxa de frutificação quando as flores se encontraram livres à visitação de insetos, porém com a utilização de objetos de coloração amarela e azul respectivamente, posicionados lateralmente as flores marcadas, visando uma maior atração de potenciais polinizadores. No período de pré-antese, os botões foram marcados e as flores deles originadas foram mantidas disponíveis à visitação dos agentes polinizadores.

a



b



Figura 3 - Flores com livre acesso aos polinizadores com atrativos de coloração amarela (a), e com atrativo de coloração azul (b).

Em todos os tratamentos, foram contabilizados o número de botões de quatro ramos/bloco, sendo utilizado uma planta/bloco num total de quatro blocos para comparação

com o número de frutos formados. O vingamento dos frutos foi verificado 20 dias após a polinização.

A avaliação dos potenciais polinizadores da aceroleira, e a frequência e horário de visitação dos insetos foi realizada no período das 7h às 19h, obtido através de observação visual e auxílio de máquina fotográfica durante quatro dias. Foram percorridas quatro linhas no interior do plantio, com a permanência do observador por três minutos ao redor de cada planta, avaliando-se cinco plantas por rua, em cada hora do dia (adaptação de Oliveira et al. 2015). Durante a avaliação, um exemplar de cada espécie foi coletado com o auxílio de uma rede entomológica, e transferidos para um recipiente contendo álcool 70%, devidamente etiquetados, para posterior montagem e identificação dos exemplares no laboratório de Sistemática de Insetos da Universidade Federal de Minas Gerais.

Para a avaliação da frutificação efetiva em ‘Okinawa’ nas duas épocas e nos diferentes tratamentos utilizados e interações foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM) que consideram a inexistência de normalidade na distribuição dos resíduos corrigindo falhas de acerto na decisão estatística.

Para avaliar se a amostragem foi suficiente para o inventário da comunidade de insetos polinizadores, obtivemos curvas de acúmulo de espécies em função do número de amostras realizadas. Tal inspeção é visual e se a curva alcançar ou se aproximar de uma assíntota, indica amostragem suficiente para a comunidade, já que houve estabilização da riqueza em espécies. A variável dependente utilizada nas curvas de acúmulo foi a riqueza estimada pelo procedimento Jackknife que é hábil em estimar o número de espécies, incluindo espécies raras no ambiente (Heltshe & Forrester 1983). Foi utilizado o software EstimateS v. 9.0 (Colwell 2013) para obtenção de tal riqueza em espécies por meio de simulações. O procedimento é baseado na equação: $s_j = s + Q_1 \frac{n-1}{n}$ onde, S_j é a riqueza estimada em espécies, s é a riqueza

observada na amostra, Q_1 é o número de espécies que ocorrem na amostra 1, e n é o número de amostras que foi obtido no estudo.

A abundância absoluta (variável dependente) de cada espécie amostrada foi comparada entre épocas (variável independente) utilizando a estatística T de Student. Contudo, para a avaliação da relação da abundância (variável dependente) de cada uma das espécies polinizadoras entre as épocas (novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016) e entre os horários do dia (manhã o período compreendido das 7 às 12 horas, e tarde o período compreendido das 12 às 19 horas) foram utilizadas ANOVAs two-way

As comparações *a posteriori* foram feitas por meio de intervalos de confiança de 95% (IC95%) nos gráficos apresentados. Toda comparação desta natureza implica em diferenças significativas quando um IC95% de um tratamento qualquer não se sobrepõe à média de outro tratamento.

Para o estudo da relação entre a produção de frutos de ‘Okinawa’ e a distância destas plantas às da variedade ‘Sertaneja’, foi realizada uma Regressão Linear Simples utilizando a distância absoluta como preditora da produção de frutos. Para todos os testes realizados o nível de significância considerado foi de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frutificação efetiva entre épocas somente foi significativa nos tratamentos polinização cruzada espontânea com atrativo amarelo (PNA), e polinização cruzada espontânea com atrativo azul (PNAz), sendo que, na primeira época, que compreendeu o mês de novembro/dezembro, a produção de frutos foi maior (Figura 4). Os demais tratamentos não diferiram entre épocas ($F_{(1,240)}=1,670$; $p=0,197$). Foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos ($F_{(7,240)}=2,544$; $p=0,015$), e para a interação época e tratamento ($F_{(7,240)}=2,745$; $p=0,009$).

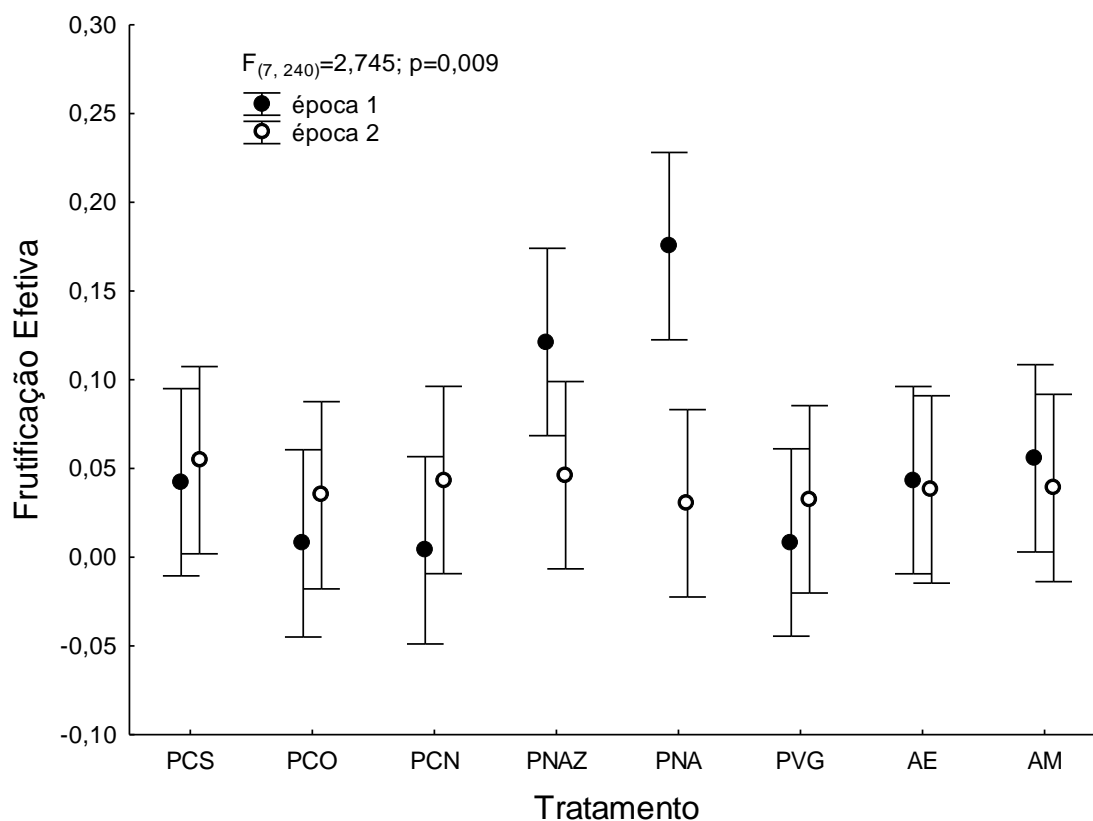


Figura 4 - Taxa de frutificação efetiva nos diferentes tratamentos de polinização (PCS - polinização cruzada manual com variedade 'Sertaneja' como doadora de grãos de pólen; PCO - polinização cruzada manual com variedade 'Okinawa' como doadora de grãos de pólen; PCN - polinização cruzada espontânea sem atrativo; PNAZ - polinização cruzada espontânea com atrativo azul; PNA - polinização cruzada espontânea com atrativo amarelo; PVG - polinização pelo vento/gravidade; AE - autopolinização espontânea; AM - autopolinização manual) em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG. As medidas de dispersão representam intervalos de confiança de 95% e a sobreposição de um intervalo de um tratamento sobre a média de outro, indica semelhança estatística.

Todos os tratamentos tiveram formação de frutos em pelo menos uma das épocas ou repetição, o que demonstra que apesar das aceroleiras serem relatadas como autoincompatíveis (Schlindwein et al. 2006, Vilhena & Augusto 2007), algumas variedades não se comportam como tal, sendo que, no presente trabalho foi observado uma frutificação de 4,3% e 3,8% entre as épocas no tratamento autopolinização espontânea, e de 5,5% e 3,9% entre as épocas no tratamento autopolinização manual. Apesar de alguns trabalhos relatarem que não ocorre formação de frutos nos tratamentos de autopolinização (Vilhena & Augusto 2007, Schlindwein et al. 2006, Oliveira et al. 2015), outros trabalhos também obtiveram taxas de frutificação nestes tratamentos, sendo de 4,42 e 11,3 % (Siqueira et al. 2011) e de 1,25 e 5,18 % (Lopes et al. 2000) nos tratamentos de autopolinização espontânea e manual, respectivamente. Tais resultados

sugerem ser equívoca a classificação de autoincompatibilidade para aceroleiras, uma vez que, por definição, trata-se da incapacidade de uma planta monóica produzir zigotos a partir de uma autopolinização (Richards 1997).

É possível perceber um incremento na produção de frutos através da autopolinização manual quando comparado à autopolinização espontânea (Siqueira et al. 2011, Lopes et al. 2000), porém, por se tratar de um serviço oneroso e que demanda mão de obra qualificada, este manejo não é importante para a cultura da acerola, uma vez que, com o mesmo custo, pode-se obter um incremento de produtividade superior quando a planta doadora de grãos de pólen é de outra variedade (Guedes et al. 2011, Lopes et al. 2000, Oliveira et al. 2015, Siqueira et al. 2011). Porém, a autopolinização espontânea é de grande importância para a cultura em épocas que a disponibilidade de visitantes florais se encontra baixa (Siqueira et al. 2011), mesmo que observado menores taxas de frutificação quando comparado aos tratamentos de polinização cruzada.

O tratamento polinização pelo vento e gravidade obteve baixos índices de frutificação, sendo de 0,83% e 3,2% no período de novembro/dezembro de 2015 e janeiro/fevereiro de 2016 respectivamente, que pode ser decorrente da menor incidência de ventos nos meses de novembro/dezembro, consoante ao observado por Oliveira et al. (2015), que relatou o vento como pouco eficiente enquanto agente polinizador. A baixa frutificação observada nos tratamentos de autopolinização pode estar associada à baixa eficiência do vento e gravidade enquanto agente polinizador devido ao planejamento utilizado no pomar, uma vez que, a falta de intercalação de variedades diferentes torna a polinização por anemofilia ineficiente devido a dificuldade de alcance.

A polinização cruzada quando a variedade ‘Sertaneja’ era doadora de grãos de pólen obteve 4,2% e 5,4% de frutificação efetiva nas duas épocas avaliadas e a variedade ‘Okinawa’, quando usada como doadora de grãos de pólen, obteve taxas de frutificação efetiva de 0,78% e

3,4%, nas duas épocas. Apesar do presente trabalho não registrar diferenças significativas na frutificação efetiva entre estes dois tratamentos, Siqueira et al. (2011) observaram que quando a variedade ‘Sertaneja’ era doadora de grãos de pólen a frutificação foi de 43%, e quando a variedade ‘Okinawa’ foi a doadora de grãos de pólen a frutificação foi de apenas 17%, relatando a variedade ‘Sertaneja’ como uma das mais importantes como doadora de grãos de pólen.

A baixa taxa de frutificação efetiva observada na área de estudo pode ser justificada, principalmente pela pequena mistura de variedades no plantio, que é de grande importância para o fluxo de pólen aos estigmas das flores, alterando de forma expressiva a taxa de frutificação dessas plantas (Siqueira et al. 2011). Além da pequena mistura de variedades de aceroleiras na área, a localização das duas únicas plantas de outra variedade não é adequada, já que, localizadas em uma extremidade do pomar, dificultam a transferência de grãos de pólen entre as variedades. Knight & Campbel (1993) recomendam o plantio intercalado de variedades diferentes de aceroleiras para aumentar a taxa de frutificação efetiva, tornando-se uma prática muito importante no planejamento e implantação da cultura.

Os tratamentos polinização cruzada espontânea com atrativo azul e polinização cruzada espontânea com atrativo amarelo obtiveram índices de frutificação superiores aos demais tratamentos no período de novembro/dezembro de 2015, sendo de 12,11% e 17,53%, respectivamente. Tais resultados se assemelham a outros trabalhos, onde taxas de frutificação efetiva com acesso livre aos polinizadores, sem atrativos, alcançaram índices de 16,6% (Vilhena & Augusto 2007), 16,7% (Siqueira et al. 2011), e foram inferiores à outros, com taxas de frutificação de 30% (Freitas et al. 1999), 26,7% (Oliveira et al. 2015), 53% (Martins et al. 1999) e 53,3% (Guedes et al. 2011).

As maiores taxas de frutificação observadas na presença de objetos atrativos aos polinizadores sugerem que os objetos foram eficientes na atração destes, uma vez que foram pintados com tintas de coloração ultravioleta, que emitem ondas de comprimento de luz curtas,

as quais são perceptíveis aos potenciais polinizadores, sendo principalmente, as abelhas (Roubik 1992). Apesar de não existirem trabalhos utilizando objetos que supostamente poderiam atrair polinizadores e aumentar as taxas de frutificação efetiva das aceroleiras e demais culturas que demandam polinização animal, trabalhos com inventário de abelhas, relataram maior atração de abelhas nos pratos-armadilhas de coloração amarela (44,2%), seguidos pelos azuis (32,1%) (Krug & Santos 2008), atração semelhante à verificada pelo presente trabalho.

A utilização de objetos pintados com cores atrativas aos potenciais polinizadores é uma estratégia sustentável e de baixo custo capaz de aumentar a visitação dos insetos, principalmente as abelhas, às flores, aumentando conseqüentemente as taxas de frutificação efetiva das aceroleiras e de outras espécies que necessitam da polinização cruzada para uma produção satisfatória de frutos. Assim, através dos dados obtidos com o presente trabalho, é recomendado a utilização desses objetos para culturas que necessitam da polinização, fazendo-se necessário mais estudos com relação ao tamanho dos objetos, e as distâncias que os mesmos podem alcançar efeitos positivos sobre a produtividade. A utilização de objetos de tamanhos maiores e avaliação da produção em plantas a diferentes distâncias destes objetos seria uma possibilidade para medir o alcance desta estratégia na atração destes insetos polinizadores.

Uma vez que a recomendação de plantio intercalado com outras variedades não foi atendida no planejamento do pomar da propriedade, e que existem somente duas plantas de outra variedade em uma das extremidades do pomar, um dos fatores que pode afetar a taxa de frutificação é à distância das plantas da variedade 'Okinawa' às da 'Sertaneja', uma vez que a autoincompatibilidade observada nas aceroleiras torna a polinização cruzada de grande importância. Simplesmente, com fins exploratórios, para averiguar tal relação, utilizou-se os tratamentos sem isolamento de polinizadores (PCN, PNA e PNAz) em 'Okinawa' para relacionar a frutificação efetiva com a distância às plantas da variedade 'Sertaneja',

encontrando-se efeito significativo em novembro/dezembro de 2015 ($F_{(1,46)}=9,987$, $R^2=0,160$, $p<0,002$), mas, não o encontrando em janeiro/fevereiro de 2016 ($F_{(1,46)}=1,247$, $R^2= 0,005$, $p=0,269$) (Figura 5).

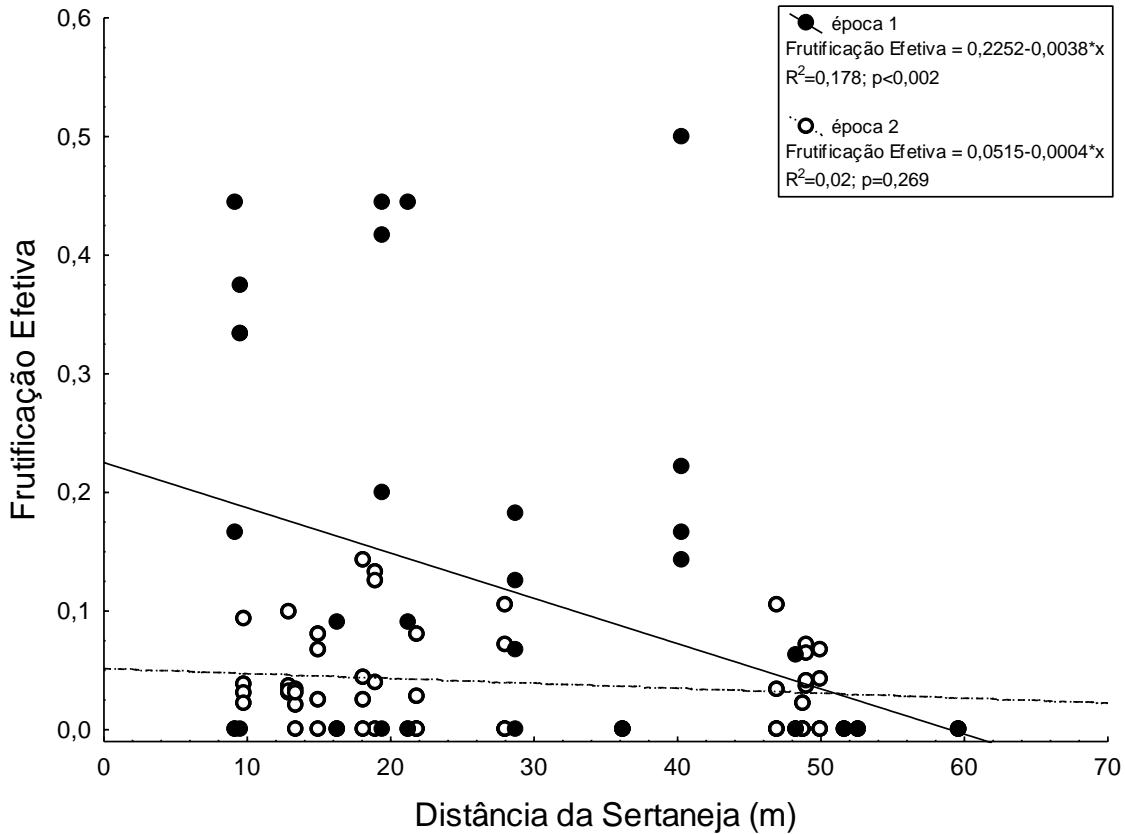


Figura 5 - Taxa de frutificação efetiva da variedade ‘Okinawa’ à diferentes distâncias das plantas da variedade ‘Sertanejas’ em ambas as épocas avaliadas, em pomar de aceroleira no município de Cordisburgo-MG.

As médias mensais de temperatura variaram de 21,5 à 29,0°C, no período de novembro/dezembro, e de 8,06 a 27,12°C no período de janeiro/fevereiro. Os dados pluviométricos do período mostraram que houve precipitação durante todo o período, sendo os meses de novembro/dezembro àqueles com menores índices de precipitação, 334 mm, e os meses de janeiro/fevereiro foram àqueles que apresentaram maiores índices pluviométricos, 420 mm.

A baixa frutificação observada na segunda época pode ser decorrente de uma competição pelos agentes de polinização por outras culturas da área de estudo ou pela vegetação natural que circunda a mesma. As alterações evolutivas das plantas como a dicogamia ou a

heterostilia (flores com estames e estiletos de tamanho diferente), também podem estar relacionados à baixa frutificação observado no período de janeiro de 2016 (Magalhães et al.1999, Lopes et al. 2000), porém, Gomes et al. (2001) observaram que não ocorre dicogamia nas aceroleiras, uma vez que os órgãos femininos e masculinos possuem amadurecimento uniforme, ou seja, os grãos de pólen estão aptos a fecundar a oosfera no mesmo período em que os estigmas estão receptivos.

Outras variáveis que podem estar associadas à baixa taxa de frutificação na época de janeiro de 2016, são os aspectos genéticos e fisiológicos das plantas, como, por exemplo, a falta de pólen viável (Lopes et al. 2000). Oliveira et al. (2003), observaram uma grande variação na viabilidade de grãos de pólen entre genótipos de *M. emarginata*, sendo 10-90%. A viabilidade de grãos de pólen da variedade ‘Sertaneja’ foi relatada como superior quando comparado à variedade ‘Okinawa’, o que Siqueira et al. (2011) associaram como um dos fatores relacionados a baixa frutificação efetiva observada na ‘Okinawa’, comportamento semelhante ao encontrado pelo presente trabalho. Além disso, a disponibilidade de nutrientes as plantas também pode influir nesta questão, sendo o boro, essencial no período de florescimento (principal nutriente responsável pela formação do tubo polínico) (Calle-Manzano 1985). Porém, no pomar estudado as plantas são adubadas regularmente por fertirrigação e nenhuma delas manifestavam sintomas de deficiência nos tecidos jovens ou recém formados.

O conhecimento da biologia floral, do comportamento fenológico e da importância da polinização para a produção e produtividade da cultura são de grande importância, para que o planejamento e implantação da cultura seja realizado de forma a proporcionar os maiores ganhos de produtividade. Através deste estudo, torna-se mais evidente a importância de um planejamento adequado do pomar, de forma que outras variedades sejam intercaladas ao cultivo principal como medida facilitadora da polinização cruzada entre variedades. Estudos indicam

que plantios de um mesmo clone ou mistura de clones altamente incompatíveis podem reduzir significativamente a produção em aceloreiras (Paiva et al. 1999).

Desta forma, visto a importância da polinização cruzada para a cultura, e a eficiência dos agentes polinizadores para uma produção satisfatória de frutos, medidas preventivas e corretivas visando a manutenção e incremento de polinizadores devem ser indicadas, tais como: a restrição de aplicação de produtos químicos, especialmente durante o período de atividade dos polinizadores; conservação de locais de nidificação destes insetos, e a irrigação controlada do pomar durante o período seco, uma vez que favorece incremento da abundância de polinizadores (Guedes et al. 2010). Além disso, a utilização de objetos com cores atrativas também foi eficiente na atração destes visitantes florais, representando uma estratégia sustentável, de baixo custo e que proporciona incrementos na produção de frutos.

A obtenção da curva de acúmulo de espécies em função do número de amostras indica que o número de amostras foi suficiente para a amostragem de espécies nas duas épocas, sendo de 48 amostras, e que a riqueza em espécies (número de espécies) de insetos polinizadores entre as duas épocas estudadas foi semelhante (Figura 6). Tal descrição é importante, pois valida os apontamentos apresentados referentes ao número de espécies de insetos polinizadores presentes no pomar.

Os visitantes florais observados na área de estudo referem-se às espécies *Epicharis (Epicharana) flava* Friese, 1900; *Centris (Centris) sp* Fabricius, 1804.; *Apis mellifera* Linnaeus, 1758; *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804); *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793); *Paratrigona subnuda* Moure, 1947; *Geotrigona subterrânea* (Friese, 1901); *Frieseomelitta varia* (Lepeletier, 1836); *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811); *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836); e *Ornidia obesa* Fabricius 1775.

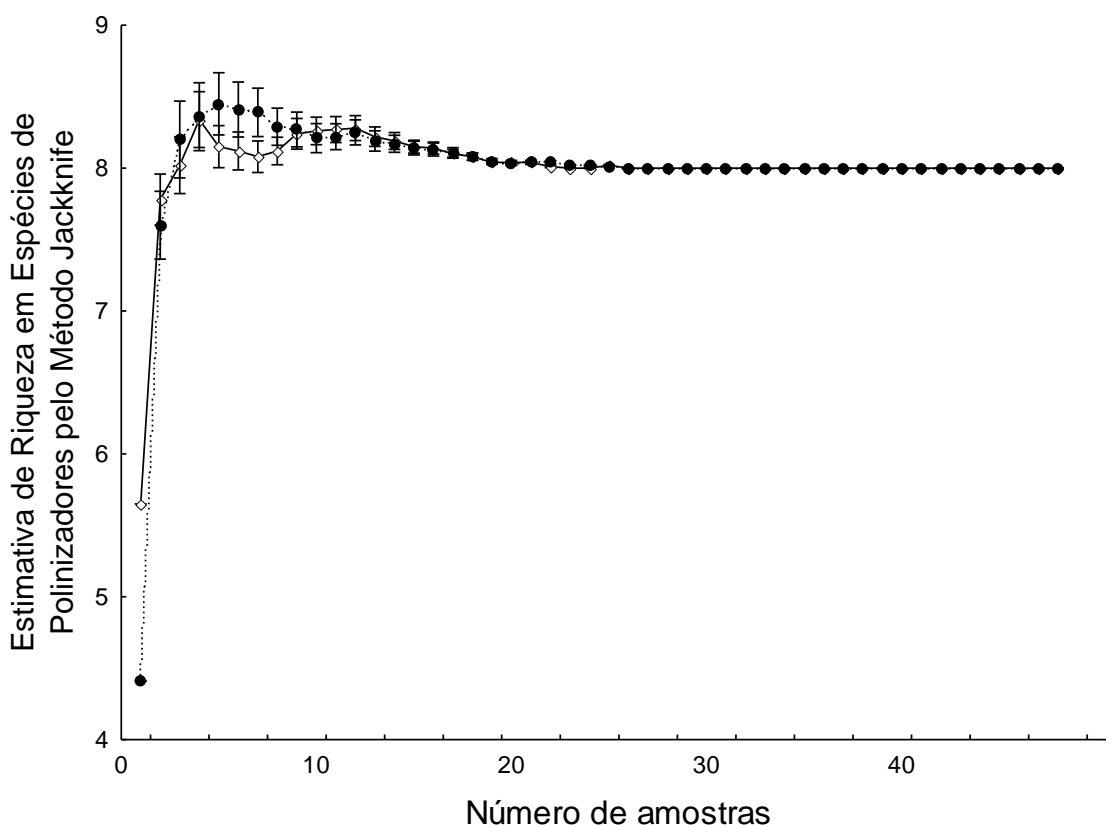


Figura 6: Estimativas de riqueza em espécies de polinizadores no pomar de aceroleiras, obtidas pelo método Jackknife nas duas épocas, 1 (círculos fechados) e 2 (losangos abertos). As medidas de dispersão representam o intervalo de confiança de 95%.

Os principais agentes polinizadores relatados em aceroleiras em diversos estudos são as abelhas da família Apidae, tribo Centridini, sendo elas: *Centris (Centris) aenea* Lepeletier, 1841 (Guedes et al. 2011, Siqueira et al. 2011); *Centris (Trachina) fuscata* Lepeletier, 1841 (Guedes et al. 2011); *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 (Guedes et al. 2011, Siqueira et al. 2011, Oliveira et al. 2015); *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepeletier, 1841 (Guedes et al. 2011, Siqueira et al. 2011); *Centris (Centris) decolorata* Lepeletier 1841 (Oliveira et al. 2015); *Centris (Centris) flavifrons* (Fabricius, 1775) (Oliveira et al. 2015); *Centris (Centris) nitens* Lepeletier, 1841 (Oliveira et al. 2015); *Centris (Centris) varia* (Erichson, 1848) (Oliveira et al. 2015); e *Epicharis (Epicharana) flava* Friese, 1900 (Oliveira et al. 2015), sendo constatada maior visitação no período chuvoso (Guedes et al. 2011). Também foram relatadas como importantes polinizadoras da cultura as espécies pertencentes à tribo Meliponini, sendo elas:

Tetragonisca angustula (Latreille, 1811), *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Vilhena & Augusto 2007, Oliveira et al. 2015) e *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900) (Siqueira et al. 2011).

As abelhas pertencentes aos gêneros *Centris* Fabricius, 1804 e *Epicharis* Klug, 1807 são consideradas as principais polinizadoras da cultura, especializadas na coleta de óleo presente nos elaiófaros, característica marcante das Malpighiaceas (Oliveira et al. 2015). Durante a coleta de óleo dos elaiófaros, a região ventral do corpo das espécies pertencentes à tribo Centridini ficam em contato com as anteras e estigmas das flores, o que permite classificá-las como polinizadoras efetivas (Vilhena & Augusto 2007). O tempo aqui registrado de permanência das abelhas do gênero *Centris* nas flores foi de um à três segundos, dados estes, consoantes a Vilhena & Augusto (2007), enquanto as abelhas do gênero *Epicharis* permaneceram de cinco a dez segundos por flor.

Apesar de indivíduos da tribo Meliponini terem sido encontrados visitando as flores de aceroleiras, a mesma não é especializada na coleta de óleos florais, tornando as espécies desta tribo menos importantes enquanto agentes polinizadores para a cultura. As abelhas da tribo Meliponini são especializadas na coleta de pólen em flores recém abertas, e portanto são consideradas polinizadoras ocasionais das aceroleiras (Vilhena & Augusto 2007). Além disso, a presença de abelhas *Apis mellifera* visitando as flores de acerola também não as configura como potenciais polinizadoras da cultura, uma vez que são especializadas na coleta de néctar, substância praticamente escassa nas aceroleiras. A grande abundância e frequência de visitaçõ observada pelas abelhas *Apis melífera* pode ser justificada pela visitaçõ às plantas daninhas presentes entre as linhas de cultivo, o que as configuram como visitantes ocasionais das aceroleiras, consoante ao relatado por Vilhena & Augusto (2007).

Houve diferença de abundância entre as épocas (Tabela 1, apêndice), sendo o período de novembro/dezembro de 2015, aquele com maior abundância total de agentes polinizadores

(778 exemplares) quando comparado ao período de janeiro/fevereiro de 2016 (453 exemplares). Apesar da abundância dos polinizadores ser maior durante períodos mais chuvosos (Guedes et al. 2011), a diferença dos índices pluviométricos entre as épocas foi pequena, não sendo considerada como estação seca nenhum dos períodos de avaliação. A menor abundância de polinizadores nos meses de janeiro/fevereiro pode explicar a ausência da relação entre a distância das plantas da variedade ‘Okinawa’ e da ‘Sertaneja’, sobre a frutificação neste período, uma vez que, a menor disponibilidade destes agentes promoveu uma pequena movimentação de grãos de pólen entre as plantas do pomar, provocando uma baixa produção de frutos (Figura 4).

Quando avaliada a diferença entre as épocas para cada espécie polinizadora identificada visitando as flores de aceroleiras, obteve-se diferença entre as épocas para as espécies *Epicharis (Epicharana) flava*, *Centris (Centris) sp*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Trigona spinipes*, e *Frieseomelitta varia*, todas elas apresentando maior abundância de indivíduos nos meses de novembro/dezembro de 2015 (Tabela 2, apêndice). Não houve diferença entre as épocas para as espécies *Apis mellifera*, *Geotrigona subterrânea*, e *Ornidia obesa* (Tabela 2, apêndice).

Diferenças no horário de visitação dos potenciais polinizadores também foram encontradas, havendo maior visitação no período da tarde, com um total de 808 visitas florais quando comparada ao período da manhã, com 423 visitas às flores, quando avaliada a abundância total de indivíduos.

Quanto aos polinizadores efetivos das aceroleiras, houve diferença significativa entre as épocas para as espécies *Centris sp.*, *Centris (Heterocentris) analis* e *Epicharis (Epicharana) flava* mas não houve diferença entre os períodos do dia ou para interação época x horário (Tabela 1, apêndice). Apesar das abelhas da tribo Centridini não apresentarem diferenças entre os períodos do dia, constatando que possuem hábito de visitação tanto no período da manhã quanto no período da tarde, a espécie *Frieseomelitta varia*, pertencente a tribo Meliponini

apresentou diferenças entre épocas ($F_{(1,92)}=19,729$; $p<0,001$), entre os horários do dia ($F_{(1,92)}=8,120$; $p=0,005$), e para a interação época x horário ($F_{(1,92)}=4,076$; $p=0,046$). As espécies *Geotrigona subterrânea* e *Apis mellifera* não apresentaram diferenças entre as épocas, entre os horários ou para a interação época x horário (Tabela 1, apêndice).

CONCLUSÕES

A utilização de objetos de coloração atrativas aos polinizadores aumentam a taxa de frutificação efetiva de aceroleiras.

Não há variação do número de espécies de polinizadores entre as épocas estudadas e os principais insetos responsáveis pela polinização das aceroleiras são da família Apidae, tribo Centridini, principalmente as espécies pertencentes ao gênero *Centris* (*Centris*) sp. e *Epicharis* (*Epicharana*) *flava*, que apresentam maior abundância na primeira época de avaliação. Porém, apesar de menos importantes enquanto agentes polinizadoras da cultura, também foram observadas em alta abundância espécies de abelhas pertencentes à tribo Meliponini visitando as flores de acerola, sendo elas: *Tetragonisca angustula*, *Trigona spinipes* e *Frieseomelitta varia*.

A maior distância entre as diferentes variedades diminui a frutificação efetiva das aceroleiras.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e à CAPES, pela concessão de bolsa de estudos; à Financiadora de Estudos e Projetos - MCT/FINEP/CTINFRA Campi Regionais por suporte institucional [01/2010 - 1140/10] e à FAPEMIG e VALE S.A. pelo suporte financeiro [CRA RDP 192-10].

Ao prof. Dr. Fernando Amaral Silveira pela colaboração na identificação dos potenciais polinizadores.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Requerimentos de Polinização da Goiabeira. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1281-1286, 2007.
- AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização Realizada por Abelhas em Culturas de Importância Econômica no Brasil. ESALQ-USP, Piracicaba, 2005.
- CALLE-MANZANO, C. L. Carência de boro em girasol. *Hojas*, Madri, 1985.
- CAMPBELL, J. W.; HANULA, J. L. Efficiency of malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, v. 11, n. 4, p. 399-408, 2007.
- CORDEIRO, G. D. et al. Polinizadores e Sucesso Reprodutivo de *Campomanesia phaea* (Myrtaceae). Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, v. 64, p. 10-15, 2013.
- F.A.O. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture- the International, 2004.
- FREITAS, B. M. The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.). University of Wales, Cardiff, p. 197, 1995.
- FREITAS, B. M. et al. Pollination Requirements of West Indian Cherry (*Malpighia emarginata*) and its Putative Pollinators, *Centris* Bees, in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 133, p. 303-311, 1999.
- GOMES, J. E. et al. Morfologia Floral e Biologia Reprodutiva de Genótipos de Aceroleira. *Scientia Agricola*, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 519-523, 2001.
- GUEDES, R. S. et al. Déficit de Polinização da Aceroleira no Período Seco no Semiárido Paraibano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. 2, 2011.
- KEVAN, P. G.; BACKHAUS, W. G. Color vision: perspectives from different disciplines: Color vision: ecology and evolution in making the best of the photic environment. p. 163-183, 1998.

KNIGHT, R. J.; CAMPBELL, C. W. Pollination requirements for successful fruiting of tropical fruit species. *Proceedings of the Interamerican Society of Tropical Horticulture*, v. 37, p. 167-170, 1993.

KRUG, C.; SANTOS, I. A. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. *Neotropical Entomology*, v. 3, n. 37, p. 265-278, 2008.

LOPES, R. et al. Polinização e vingamento de frutos em aceroleira (*Malpighia puniceifolia* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 22, n. 3, p. 314-317, 2000.

MAGALHÃES, L.M.F. et al. Efeito da polinização na frutificação da acerola na Amazônia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 21, n. 1, p. 95-97, 1999.

MARTINS, C. G. M. et al. Eficiência de tipos de Polinização em Acerola. *Revista Caatinga, Mossoró*, v. 12, n. 1, p. 55-59, 1999.

MENEZES, T. P. Polinização e Maturação de Pitaia Vermelha (*Hylocereus undatus*). Lavras, 2013.

NIESENBAOUM, R. A. et al. Does flower color change in *Aster vimineus* cue pollinators The American Midland. *Naturalist Journal*, v. 141, p. 59-68, 1999.

OLIVEIRA, J. R. P. et al. Aspectos botânicos. *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, p. 17-23, 2003.

OLIVEIRA, J. E. M. et al. Contribuição da Polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. *Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia*, v. 45, n. 1, p. 56-65, 2015.

PAIVA, J. R. et al. Seleção massal de acerola em plantio comercial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 34, n. 3, p. 505-511, 1999.

PINHEIRO-MACHADO, C. F. A. SILVEIRA, C. Surveying and monitoring of pollinators in natural landscapes and in cultivated fields. *Holos*, p. 25-37, 2006.

RICHARDS, A. J. *Plant breeding systems*. v. 2, 1997.

- RITZINGER, R. et al. Polinização da aceroleira: Acerola em foco, Cruz das Almas: Embrapa, n. 7, 2004.
- ROUBIK, D. W. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge Tropical Biology Series, Cambridge University Press, 1992.
- SIQUEIRA, K. M. M. et al. Estudo Comparativo da Polinização em Variedades de Aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC, malpighiaceae). Revista Caatinga, Mossoro, v. 24, n. 2, p. 18-25, 2011.
- SOUZA, L. D. et al. As abelhas como Agentes Polinizadores. Revista electrónica de Veterinária, UFC, v. 8, n. 3, 2007.
- VIEIRA, P. F. S. P. et al. Valor Econômico da Polinização por Abelhas Mamangavas no Cultivo do Maracujá-Amarelo. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, v. 15, p. 43-53, 2010.
- VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. *Visitantes Florais e Polinização da Acerola (Malpighia Ermaginata DC, malpighiaceae)*. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 14-23, 2007.

APÊNDICE 1:

Tabela 1: Apresentação dos dados estatísticos para as diferentes espécies identificadas entre as épocas, período do dia (manhã ou tarde), e para interação época x horário.

Fator	<i>Centris</i> sp.		<i>Geotrigona subterrânea</i>		<i>Centris (Heterocentris) analis</i>		<i>Frieseomelitta varia</i>		<i>Epicharis (Epicharana) flava</i>		<i>Apis mellifera</i>		<i>Trigona spinipes</i>		<i>Ornidia obesa</i>	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Época	15,138	0,000	0,721	0,397	31,368	0,000	19,729	0,000	9,225	0,003	2,146	0,146	15,082	0,000	0,090	0,764
Horário	3,580	0,061	1,782	0,185	3,910	0,509	8,120	0,005	3,784	0,054	0,000	0,978	7,035	0,009	10,962	0,001
Época x Horário	0,076	0,782	0,721	0,397	0,605	0,438	4,076	0,046	0,817	0,368	0,159	0,690	3,087	0,082	0,685	0,409

Tabela 2: Apresentação dos resultados do teste de homogeneidade de abundâncias das diferentes espécies de insetos amostrados em pomar de aceroleiras no município de Cordisburgo, MG.

Espécie	Média época I	Média época II	t	g.l.	p	Conclusão
<i>Centris sp.</i>	3,166	1,875	-3,865	94	<0,001	Maior na época I
<i>Geotrigona subterrânea</i>	0,562	0,458	-0,716	94	0,475	Sem diferenças
<i>Centris (Heterocentris) analis</i>	2,500	0,895	-5,735*	75,444*	<0,001	Maior na época I
<i>Frieseomelitta varia</i>	2,750	1,479	-3,954	94	<0,001	Maior na época I
<i>Trigona spinipes</i>	2,666	1,520	-3,493	94	<0,001	Maior na época I
<i>Appis Melifera</i>	0,520	0,333	-1,432**	88,841**	0,155*	Sem diferenças
<i>Epicharis (Epicharana) flava</i>	3,854	2,645	-2,887	94	0,004	Maior na época I
<i>Ornidia obesa</i>	0,187	0,229	0,423	94	0,672	Sem diferenças

Indica teste T calculado com variâncias em separado devido à ausência de normalidade detectada pelo teste Levene (L=18,974; p<0,001).

**Indica teste T calculado com variâncias em separado devido à ausência de normalidade detectada pelo teste Levene (L=6,235; p=0,014).

Valores em negrito indicam relações significativas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As flores de aceroleiras possuem um total de cinco sépalas de coloração verde e cinco pétalas de coloração variável, sendo que, as flores da variedade ‘Okinawa’ apresentam coloração rosa marcante, enquanto as da ‘Sertaneja’ um tom rosa esbranquiçado. A flor é monóica, com dez estames de tamanho variável e anteras com duas tecas, apresentando deiscência longitudinal, O ovário é súpero com três carpelos unidos na base, e com três estiletos. As flores possuem glândulas produtoras de óleo protegidas pelas sépalas, sendo que, a variedade ‘Okinawa’ apresenta maior número de elaiófaros que a variedade ‘Sertaneja’.

As flores são dispostas em cimeiras axilares, sendo que a variedade ‘Sertaneja’ apresenta um maior número de flores/inflorescência que a variedade ‘Okinawa’, as quais abrem nos primeiros horários do dia, entre 5:00 e 6:30h da manhã, apresentando receptividade estigmática por até 24h.

A duração média do ciclo reprodutivo das aceroleiras é de 26,46 dias para a variedade ‘Okinawa’ e de 23,65 dias para a variedade ‘Sertaneja’, sendo a colheita antecipada nos frutos da variedade ‘Sertaneja’, principalmente pela diferença observada na duração de dias de enchimento do fruto verde, estágio com maior duração de dias. Ambas as variedades apresentam taxas de abortamento floral elevadas, sendo maior na variedade ‘Okinawa’. O estágio que apresentou maior índice de abortamento foi o estágio de despétala das flores.

As taxas de frutificação efetiva foram maiores quando na presença de objetos de coloração atrativas aos polinizadores, apesar de observado frutificação em todos os tratamentos de polinização, o que demonstra que as aceroleiras da variedade ‘Okinawa’ e ‘Sertaneja’ não são autoincompatíveis. A utilização de objetos atrativos aumentam a visitação dos insetos as flores, tornando-se uma estratégia recomendável para culturas que necessitam da polinização cruzada efetuada por insetos para produção satisfatória de frutos. Os principais insetos responsáveis pela polinização das aceroleiras refere-se à família Apidae, tribo Centridini, principalmente as espécies: *Centris (Centris) sp.*, *Centris (Heterocentris) analis* e *Epicharis (Epicharana) flava*. Porém, apesar de menos importantes enquanto agentes polinizadoras da cultura, também foram observadas espécies de abelhas pertencentes à tribo Meliponini visitando as flores de acerola, sendo elas: *Tetragonisca angustula*, *Trigona spinipes* e *Frieseomelitta varia*.

A maior distância entre as variedades provoca uma diminuição nas taxas de frutificação efetiva de aceroleiras, sendo recomendável a intercalação de diferentes variedades na implantação do pomar.