

ANTÔNIO GUSTAVO DE LUNA SOUTO

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR NA FORMAÇÃO DE  
MUDAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de *Doctor Scientae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S728i  
2018

Souto, Antônio Gustavo de Luna, 2018-

Influência da temperatura do ar na formação de mudas de  
maracujazeiro azedo / Antônio Gustavo de Luna Souto. –  
Viçosa, MG, 2018.

"x, 105f : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. *Passiflora edulis Sims*. 2. Maracujá - Melhoramento  
genético. 3. Genótipos. 4. Temperatura base. 5. Soma térmica.  
6. Emissão foliar. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Fitotecnia. Doutorado em Fitotecnia. II. Título.

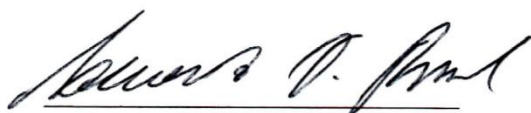
CDD 22. ed. 634.425

ANTÔNIO GUSTAVO DE LUNA SOUTO

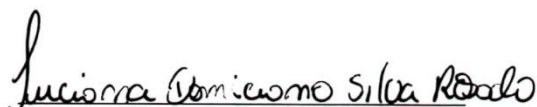
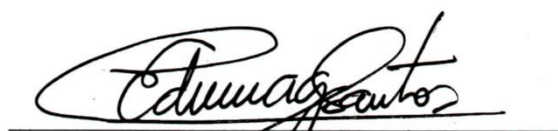
**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR NA FORMAÇÃO DE  
MUDAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção de título de *Doctor Scientae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2018.



Leonardo Duarte Pimentel  
(Coorientador)

  
Luciana Domiciano Silva Rosado  
Kacilda Naomi Kuki  
Walter Esfrain Pereira  
Carlos Eduardo Magalhães dos Santos  
(Orientador)

## **Dedico**

Aos meus avós, Geraldina Pinto de Luna e Belino Cavalcante Souto...

Ao meu filho, Arthur Luna, e minha esposa Bianca Maria...

Aos meus pais, Francisco José e Maria Luciene...

Aos meus irmãos, Thuanny Luna, Cristiano Galdino,

Luiz Fernando e Maria da Guia...

Ao mestre Lourival Ferreira Cavalcante...

Aos meus anjos da guarda aqui na Terra,

toda minha gratidão e carinho.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao criador do universo, meu Deus, eu agradeço pelo dom da vida, de poder dormir e acordar todos os dias com saúde e determinação. Pela família que eu tive a sorte de ser presenteado e pela que estou construindo.

À Universidade Federal de Viçosa, por todo o suporte de ensino e pesquisa durante minha qualificação profissional. Instituição que sempre serei grato pelo engrandecimento profissional e dos professores pelos ensinamentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realizar e concluir meu doutorado. A todos os secretários, laboratoristas, funcionários e professores, meu agradecimento.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo suporte financeiro durante a condução do experimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador, Carlos Eduardo Magalhães dos Santos pela orientação, amizade e carinho que teve por mim nesses quatro anos em Viçosa. Homem do bem, que tenho como exemplo de profissional e admiração como ser humano. Obrigado pelos conselhos e ajuda nos experimentos, concursos e na vida.

Aos meus Co-orientadores, Cláudio Horst Bruckner e Leonardo Duarte Pimentel, pelos ensinamentos e disponibilidade de ensinar, ajudar e pelas sugestões durante a condução dos experimentos.

À minha esposa, Bianca, e ao meu filhinho Arthur...dedico com o mais sincero amor. Minhas razões de viver, sem vocês minha vida não teria sentido.

Aos meus familiares, em especial a minha avó Geraldina Luna, por acreditar em mim, mesmo quando nem eu acreditava. Agradeço pelos ensinamentos, cobranças e lições na vida cotidiana e profissional.

Ao Prof. Lourival Ferreira Cavalcante, meu eterno orientador e amigo. Sou grato pela pessoa que me tornei e pelos conselhos que me destes. Tenho o senhor como exemplo de pai, professor, produtor e profissional.

Aos integrantes da família GEPFRUT pela amizade, companheirismo e ajuda durante a condução dos experimentos. Minha gratidão a João Paulo Gava, Maria Helena Cordeiro, Kelly Nascimento, Mariana Rodrigues, Mariana Maitan, Jéssica Laísca, Keise Duarte, Nathália Campos, Fernanda Favero, Natália Oliveira, Jussara Costa, Silvia, Wellington Nascimento e Gener...Obrigado por tudo.

À República Paraíba-Colômbia, por tornar meus dias mais felizes, prazerosos e pela convivência harmoniosa no período que estive longe de casa e vocês foi minha família. Minha gratidão a Antônio João de Lima Neto (Bala), Stênio Andrey, Lucas Costa e Wilson (Colômbia).

Aos funcionários do Setor de Fruticultura pela ajuda, conversas e risadas nos finais de tarde. Em especial, aos amigos Bebeto, Sabino, Vicente e Romário, minha eterna gratidão e saudades.

Aos professores das disciplinas do doutorado, que contribuíram para meu engrandecimento profissional. Prof. Aluísio Borém, Fábio DaMatta, Cláudio Bruckner, Carlos Eduardo Magalhães dos Santos, Rodrigo Oliveira, Felipe Lopes (Felipão), Cecon, Wagner Luiz (Waguinho), Dalmo Siqueira e Luiz Carlos Salomão.

Aos amigos de UFV, durante os quatro anos de doutorado, em especial ao grupo da soja (Chicão, Gustavo Lima, André, Dani, Larissa, Danubia, Hamilton, Michelle e Cherrigat) e ao grupo da Macaúba (Sebastian, Naomi e professor Sérgio Motoike).

A todos da Universidade Federal de Viçosa e dos amigos da cidade de Viçosa que por lapso de memória não lembrei, mas levo no meu coração cada um de vocês, minha eterna gratidão!

## **BIOGRAFIA**

ANTÔNIO GUSTAVO DE LUNA SOUTO, filho de Francisco José de Luna Souto e Maria Luciene dos Santos Luna, nasceu na cidade de Esperança, Paraíba, Brasil, em 6 de março de 1988.

Em março de 2007 ingressou como estudante de Agronomia na Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba. Obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em dezembro de 2011.

Em fevereiro de 2012, ingressou como estudante do curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba. Obtendo o título de mestre em Ciência do Solo em fevereiro de 2014.

Em março de 2014, ingressou como estudante do curso de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, defendido a tese em fevereiro de 2018.

## ÍNDICE

|                                                                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>RESUMO .....</b>                                                                                                      | <b>vii</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                                                    | <b>ix</b>  |
| <b>1.INTRODUÇÃO GERAL .....</b>                                                                                          | <b>1</b>   |
| <b>2.CAPÍTULO I .....</b>                                                                                                | <b>8</b>   |
| <b>EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO EM FUNÇÃO DA<br/>TEMPERATURA DO AR .....</b>                   | <b>8</b>   |
| RESUMO .....                                                                                                             | 8          |
| ABSTRACT .....                                                                                                           | 9          |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                         | 10         |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                 | 11         |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                             | 14         |
| CONCLUSÕES .....                                                                                                         | 23         |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                         | 24         |
| <b>3.CAPÍTULO II .....</b>                                                                                               | <b>28</b>  |
| <b>AMPLITUDE TÉRMICA DO AR INFLUENCIA A EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS<br/>DE MARACUJAZEIRO AZEDO .....</b>             | <b>28</b>  |
| RESUMO .....                                                                                                             | 28         |
| ABSTRACT .....                                                                                                           | 29         |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                         | 30         |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                 | 31         |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                             | 33         |
| CONCLUSÕES .....                                                                                                         | 42         |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                         | 43         |
| ANEXO .....                                                                                                              | 47         |
| <b>4.CAPÍTULO III .....</b>                                                                                              | <b>48</b>  |
| <b>DURAÇÃO DE CICLO, TEMPERATURA BASAL INFERIOR E SOMA TÉRMICA NA<br/>FORMAÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO .....</b> | <b>48</b>  |
| RESUMO .....                                                                                                             | 48         |
| ABSTRACT .....                                                                                                           | 49         |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                         | 50         |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                 | 52         |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                             | 55         |
| CONCLUSÕES .....                                                                                                         | 62         |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                         | 63         |
| <b>5.CAPÍTULO IV .....</b>                                                                                               | <b>68</b>  |
| <b>ESTIMAÇÃO DA ÁREA FOLIAR DO MARACUJAZEIRO AZEDO POR MÉTODO NÃO<br/>DESTRUTIVO .....</b>                               | <b>68</b>  |
| RESUMO .....                                                                                                             | 68         |
| ABSTRACT .....                                                                                                           | 69         |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                         | 70         |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                 | 71         |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                             | 74         |
| CONCLUSÕES .....                                                                                                         | 79         |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                         | 80         |
| <b>6.CAPÍTULO V .....</b>                                                                                                | <b>84</b>  |
| <b>FILOCRONO E EXPANSÃO FOLIAR EM GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO AZEDO<br/>DURANTE A FORMAÇÃO DAS MUDAS .....</b>            | <b>84</b>  |
| RESUMO .....                                                                                                             | 84         |
| ABSTRACT .....                                                                                                           | 85         |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                         | 86         |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                 | 87         |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                             | 90         |
| CONCLUSÕES .....                                                                                                         | 100        |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                         | 101        |
| <b>7.CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                                      | <b>105</b> |

## RESUMO

SOUTO, Antônio Gustavo de Luna, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Influência da temperatura do ar na formação de mudas de maracujazeiro azedo.** Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Coorientadores: Cláudio Horst Bruckner e Leonardo Duarte Pimentel.

A temperatura do ar é um dos fatores climáticos mais limitantes para a expansão do maracujazeiro azedo em algumas regiões brasileiras. Em condições adequadas de temperatura ou faixas de temperatura do ar, as plantas são afetadas de maneira positiva e influencia os processos germinativos, de crescimento e desenvolvimento do maracujazeiro azedo. Apesar de haver estudos relacionados à influência da temperatura ar no controle do crescimento inicial de várias culturas agrícolas, ainda são escassos as informações acerca desse assunto no maracujazeiro azedo e a sua relação com a seleção de genótipos promissores e adaptados nas condições térmicas do Sudeste brasileiro. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da temperatura do ar na emergência de plântulas e no crescimento inicial do maracujazeiro azedo durante a formação das mudas, através da estimativa da duração de ciclo, temperatura base inferior, graus dias, velocidade de emissão de folhas e expansão foliar em diferentes épocas de semeadura ao longo do ano agrícola de 2015/2016. Os experimentos para elaborar os capítulos I e II foram desenvolvidos no Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa, ambos em esquema fatorial  $5 \times 3$ , no delineamento inteiramente casualizados, referentes a cinco faixas de temperatura e três genótipos no Capítulo I, e cinco amplitudes de temperatura e três genótipos no Capítulo II, ambos com seis repetições e 25 sementes por parcela. Os experimentos dos capítulos III e V foram desenvolvidos no Departamento de Fitotecnia nas condições de casa de vegetação, em blocos casualizados, no esquema fatorial  $6 \times 6$ , referente a seis épocas de semeaduras e seis genótipos de maracujazeiro azedo, com a finalidade de estimar a duração de ciclo, a temperatura base inferior, os graus dia, o filocrono e a expansão foliar durante a formação das mudas de maracujazeiro azedo. O experimento do capítulo IV objetivou desenvolver equações matemáticas confiáveis para estimar a área foliar de forma direta em plantas de maracujazeiro azedo, utilizando medições lineares simples para cada formato foliar (lanceolada, bilobada e trilobada) observado nas plantas. Foram realizadas medições lineares do comprimento e largura das folhas e, em seguida, medição da área foliar real das folhas coletadas com equipamento de medição de área foliar. A partir desses dados foram realizadas análises de regressão entre a área foliar

real e as respectivas medições de comprimento, largura e o produto entre ambas. Para escolha da forma mais adequada com finalidade de determinação a área foliar, se utilizou de parâmetros, como os indicadores estatísticos referentes ao coeficiente de correlação “r”, índice de Willmott “d” e o índice de confiança dos modelos “d”. Nos capítulos I e II, concluiu que as faixas de temperatura de 20-30 °C é a mais adequada para avaliação de emergência e vigor de plântulas dos cultivares de maracujazeiro azedo. O período para formação das mudas de maracujazeiro azedo varia de 61,2 a 129,4 dias e são dependentes das condições térmicas do ar. As temperaturas base para o maracujazeiro foram de 10,5, 9,5, 16,0, 13,5, 13,2 e 14,5 °C, respectivamente, para os genótipos UFVM0115, UFVM02015, UFVM0315, BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master. A soma térmica acumulada dos genótipos para formação das mudas foi de 1.241,9 °C dia<sup>-1</sup> no UFVM0115, 1.438,5 °C dia<sup>-1</sup> no UFVM0215, 943,5 °C dia<sup>-1</sup> no UFVM0315, 1.017,6 °C dia<sup>-1</sup> no BRS SC1, 1.028,2 °C dia<sup>-1</sup> no BRS GA1 e 902,5 °C dia<sup>-1</sup> no FB 200. Os cultivares FB 200 Yellow Master, BRS SC1 e UFVM0315 necessitam de menor acúmulo de unidades térmicas para a emissão de uma folha na haste principal. A temperatura do ar influencia de forma direta à velocidade de emissão e expansão foliar durante a formação das mudas de maracujazeiro azedo. A determinação da área foliar em plantas de maracujazeiro azedo, independentemente do padrão foliar, pode ser feito através do produto entre o comprimento e largura com elevada precisão. As equações estimadas para cada padrão foliar foi  $\hat{y} = 0,25 + 0,64x$  (lanceolada),  $\hat{y} = -4,82 + 0,69x$  (bilobada) e  $\hat{y} = -0,81 + 0,54x$  (trilobada). As condições térmicas do ar influenciam a formação das mudas de maracujazeiro azedo, principalmente em relação a baixas temperaturas e as amplitudes de temperatura do ar, necessitando de maior período de tempo para serem levadas a campo. É possível obter genótipos mais adaptados às condições de clima da região Sudeste Brasileiro, utilizando variáveis de crescimento e desenvolvimento da planta e sua relação com as condições térmicas.

## ABSTRACT

SOUTO, Antônio Gustavo de Luna, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Influence of air temperature in formation of the passion fruit seedlings.** Adviser: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Co-Advisers: Cláudio Horst Bruckner and Leonardo Duarte Pimentel.

The air temperature is one of the most limiting climatic factors for the expansion of sour passion fruit in some Brazilian regions. At appropriate temperature conditions or air temperature ranges, the plants are positively affected and influence the germination, growth and development processes of passion fruit. Although there are studies related to the influence of the air temperature on the control of the initial growth of several agricultural crops, the information about this subject in the passion fruit is still scarce and its relation with the selection of promising and adapted genotypes in the thermal conditions of the Brazilian Southeast. The objective of this research was to evaluate the effect of air temperature on the emergence of seedlings and the initial growth of passion fruit during seedling formation, by estimating the cycle duration, lower base temperature, thermal time, leaf emission velocity and leaf expansion in different sowing seasons throughout the agricultural year of 2015/2016. The experiments to elaborate the chapters I and II were developed in the Department of Plant Science of the Universidade Federal de Viçosa, both in a factorial scheme  $5 \times 3$ , in the completely randomized design, referring to five temperature ranges and three genotypes (chapter I) and five temperature amplitudes and three no genotypes (Chapter II), both with six replicates and 25 seeds per plot. The experiments of chapters III and V were developed in the Department of Plant Science under the conditions of a greenhouse, in randomized blocks, in the factorial scheme  $6 \times 6$ , referring to six sowing seasons and six genotypes of passion fruit, in order to estimate cycle duration, lower base temperature, thermal time, phyllochron and leaf expansion during the formation of passion fruit seedlings. The experiment of chapter IV aimed to develop reliable mathematical equations to estimate the leaf area directly in passion fruit plants using simple linear measurements for each leaf format observed in the cultivation of passion fruit (lanceolate, bilobed and trilobed). Linear measurements of leaf length and width were performed and then measurement of the actual leaf area of the leaves collected with leaf area measuring equipment. From these data, regression analyzes were performed between the actual leaf area and the respective measurements of length, width and product between the two. To select the most appropriate form for determining the leaf area, we used

parameters such as the statistical indicators referring to the correlation coefficient "r", Willmott index "d" and the confidence index of the "d" models. In trials I and II, concluded that the temperature ranges of 20-30 ° C is the most suitable for evaluation of emergence and vigor of seedlings of cultivars of passion fruit. The period for the formation of passion fruit varies from 61.2 a 129.4 days and are dependent on the thermal conditions of the air. The base temperatures for passion fruit were 10.5, 9.5, 16.0, 13.5, 13.2 and 14.5 ° C, respectively, for the genotypes UFVM0115, UFVM02015, UFVM0315, BRS SC1, BRS GA1 and FB 200 Yellow Master. The accumulated thermal time of the genotypes for seedling formation was 1,241.9 ° C day in UFVM0115, 1438.5 ° C day in UFVM0215, 943.5 ° C day in UFVM0315, 1017.6 ° C day in BRS SC1, 1,028.2 ° C day in the BRS Giant Yellow and 902.5 ° C day in the FB 200 Yellow Master. The cultivars FB 200 Yellow Master, BRS SC1 and UFVM0315 require less accumulation of thermal units for the emission of a leaf on the main stem. The temperature of the air influences directly the speed of emission and leaf expansion during the formation of the seedlings of passion fruit. The determination of leaf area in passion fruit plants, regardless of leaf pattern, can be done through the product between length and width with high precision. The estimated equations for each leaf pattern were  $\hat{y} = 0.25 + 0.64x$  (lanceolate),  $\hat{y} = -4.82 + 0.69x$  (bilobada) and  $\hat{y} = -0.81 + 0.54x$  (trilobada). The thermal conditions of the air influence the formation of passion fruit seedlings, mainly in relation to low temperatures and air temperature amplitudes, requiring a longer period of time to be taken to the field. It is possible to obtain genetic material more adapted to the climatic conditions of the Brazilian Southeast region, using variables of growth and development of the plant and its relation with the thermal conditions.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, a crescente demanda de frutas *in natura* ou processadas para mercado consumidor fora do Brasil tem impulsionado o aumento da produção de frutas (Carvalho e Cunha Filho, 2007). Essa potencialidade na produção de frutas deve a alta diversidade de clima e pelos programas de melhoramento bem sucedido em fruteiras, que tem como matéria prima a variabilidade genética nos bancos de germoplasma existente nas instituições de pesquisa e ensino do país (Ferreira, 2011), dentre elas, a Universidade Federal de Viçosa (UFV).

O programa de melhoramento genético de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) conduzido há décadas pela UFV visa identificar genótipos que apresentem adaptabilidade a condições de clima, maior rendimento e capacidade produtiva, características organolépticas de frutos e resistência a pragas e doenças (Ferreira et al., 2010; Lira Júnior et al., 2014; Neves et al., 2015; Nascimento et al., 2016).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de maracujazeiro azedo, com uma produção estimada de 703.489 t de frutos produzidos em uma área plantada de 50.204 ha no ano agrícola de 2015, sendo a Bahia, Ceará, Espírito Santo e Minas Gerais os maiores produtores (IBGE, 2016). Juntos, esses Estados correspondem a aproximadamente 76 % da produção nacional. Apesar de figurar entre os maiores produtores nacionais de maracujazeiro azedo, Minas Gerais ainda tem potencial de aumentar sua produção, sobretudo em áreas da região Sul, que se caracteriza por apresentar um clima frio, de forte pluviosidade (média anual de 1.187 mm) e temperatura média de 17,5 °C, conforme relataram Pereira et al. (2008).

No entanto, apesar da pluviosidade adequada para o crescimento e desenvolvimento vegetativo e produtivo da cultura, o fator que mais limita a expansão do maracujazeiro azedo nas regiões do Sul e Sudeste do Brasil passa ser a condição climática relacionada à temperatura do ar. O maracujazeiro azedo, por ser uma espécie endêmica de clima tropical, é exigente em fotoperíodo longo (11 h de luz  $\text{dia}^{-1}$  luz) e elevada temperatura (temperatura ótima – 25°C) para alcançar produtividade economicamente viável (Costa et al., 2008; Souza et al., 2010).

Nesse contexto, o efeito das variáveis climáticas na produtividade e nas fases fenológicas do maracujazeiro azedo tem grande aplicabilidade científica e prática, principalmente quando relacionada à exigência de temperatura do ar pela cultura (Souza et al., 2010). Existem faixas ou amplitudes de temperaturas que controlam os processos germinativos, metabólicos, fisiológicos, de crescimento e produtivo do maracujazeiro

azedo (Ribeiro et al., 2009; Zucarelli et al., 2009; Souza et al., 2010; Matos et al., 2014; Anzanello e Biasi, 2016).

A temperatura do ar apresenta grande influencia nos processos de germinação e de emergência de plântula nas espécies pertencentes à família Passifloraceae (Zucarelli et al., 2009; Zucarelli et al., 2015). Pois as condições térmicas do ar afetam diretamente a absorção de água pelas sementes (primeira fase do processo germinativo) e as reações bioquímicas e enzimáticas envolvidas na germinação e há temperaturas ou faixas de temperatura que a germinação ocorre de forma rápida e com eficiência (Bewley et al., 2014).

Uma das maneiras mais rápida e confiável de verificar a influência das condições térmicas do ar no crescimento vegetativo do maracujazeiro azedo é relacionar o desenvolvimento da planta por meio do uso de unidades térmicas. A temperatura é um dos principais elementos climáticos que interfere no crescimento das plantas (Souza et al., 2010), existindo uma relação linear positiva entre o acúmulo de unidades térmica diária e o desenvolvimento do vegetal. Segundo o conceito de somas térmicas, as plantas se desenvolvem à medida que se acumulam unidades térmicas acima de uma temperatura base inferior até completar parte ou todo o ciclo de desenvolvimento (Pilau et al., 2011).

O método dos graus-dia admite uma relação linear entre o aumento da temperatura do ar e o desenvolvimento do vegetal e cada espécie e genótipo da mesma espécie possuem como característica, uma temperatura base inferior que abaixo desta o crescimento da planta é paralisado ou ocorre em taxas pequenas, que para fins de cálculos é negligenciável (Fagundes et al., 2010; Freitas et al. 2017). Essa temperatura base pode variar em função da idade ou da fase fenológica da planta, e é comum, no entanto, adotar uma única temperatura como base para todo o ciclo do vegetal (Fagundes et al., 2010; Pilau et al., 2011).

O desenvolvimento e crescimento das plantas são caracterizados pela emissão, formação e expansão dos tecidos foliares e subsequentes senescências ao longo do tempo, sendo que a temperatura do ar é o principal fator climático que influencia esses processos (Davidson et al., 2015). Uma das formas de avaliar o efeito da temperatura do ar no desenvolvimento foliar é através do filocrono, que é definido como uma variável que determina o tempo de aparecimento de folhas sucessivas na haste principal ou secundária das plantas, tendo como unidade básica - graus dia folha<sup>-1</sup> (Maldaner et al., 2009; El-Shafi e Taha, 2014). O filocrono é um parâmetro importante para verificar a eficiência das culturas agrícolas quanto à produção, a adaptabilidade às regiões de

cultivo, na recomendação de tratos culturais e manejo do pomar, além de ser muito empregado para estudos de ecofisiologia vegetal (Chaves et al., 2017).

No entanto, na cultura do maracujazeiro azedo são escassos trabalhos relacionados à temperatura do ar na formação de mudas e sua relação com a escolha de genótipos promissores. Principalmente em temperatura do ar nas condições das regiões Sul e Sudeste Brasileiro, na avaliação de genótipos e na escolha de parâmetros de seleção que permita selecionar genótipos mais adaptados às condições de cultivo. Portanto, objetivou-se no trabalho avaliar a influencia da temperatura do ar na formação de mudas em genótipos de maracujazeiro azedo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANZANELLO, R.; BIASI, L. A. Base temperature as a function of genotype: a foundation for modeling phenology of temperate fruit species. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 4, p. 1811-1826, 2016. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4p1811>

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. New York: Springer, 2014. 407 p.

CARVALHO, R. M.; CUNHA FILHO, M. H. Competitividade da fruticultura brasileira no mercado internacional. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 5, n. 4, p. 557-566, 2007.

CHAVES, G. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; ALVES, B. M.; LAVEZO, A.; WARTHA, C. A.; ULIANA, D. B.; PEZZINI, R. V.; KLEINPAUL, J. A.; NEU, I. M. M. Phyllochron and leaf appearance rate in oat. **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 1, p. 73-81, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.090>

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A. FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo de maracujazeiro**. Vitória, Espírito Santo: INCAPER, 2008. 56p. (Incaper. Documentos, 162).

DAVIDSON, A.; SILVA, D.; QUINTANA, B.; DEJONG, T. M. The phyllochron of *Prunus persica* shoots is relatively constant under controlled growth conditions but seasonally increases in the field in ways unrelated to patterns of temperature or radiation. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 184, n. 1, 106-113, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.033>

EL-SHAFI, M. A. A.; TAHA, M. H. Accuracy of predicting phyllochron and genetic variability in some spring bread wheat genotypes affected by temperature. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**. Pakistan, v. 10, n. 1, p. 1-7, 2014.

FAGUNDES, J. D.; STRECK, N. A.; STORCK, L.; REINIGER, L. R. J. Temperatura-base e soma térmica de subperíodos do desenvolvimento de *Aspilia montevidensis*. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 499-507, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000200030>

FERREIRA, F. M.; NEVES, L. G.; BRUCKNER, C. H.; VIANA, A. P.; CRUZ, C. C.; BARELLI, M. A. A. Formação de supercaracteres para seleção de famílias de maracujazeiro amarelo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 247-254, 2010. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.3328>

FERREIRA, F. R. Germoplasma de fruteiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 1-6, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500002>

FREITAS, C. H.; MARTINS, F. B.; ABREU, M. C. Cardinal temperatures for the leaf development of *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus urophylla* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 5, p. 283-292, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2017000500001>

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2018.

LIRA JÚNIOR, J. S.; FLORES, P. S.; BRUCKNER, C. H. UFV-M7: mutant yellow passion fruit genotype with photoperiod in sensitivity for flowering. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 128-131, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332014v14n2c22>

MALDANER, I. C.; GUSE, F. I.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; LUCAS, D. D. P.; LOOSE, L. H. Filocrono, área foliar e produtividade de frutos de berinjela conduzidas com uma e duas hastes por planta em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 671-677, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000013>

MATOS, V. A. T.; PIVETTA, F.; PAIVA SOBRINHO, S.; TISSIANI, A. S. O.; PEREIRA, A. P. M.; RAMOS, F. T.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Temperaturas basais e exigência térmica para a maturação de caju. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 969-977, 2014.

NASCIMENTO, R. S. M.; LOPES, E. A.; MAGALHÃES, V. M. B. S.; CARDOSO, J. A.; SANTOS, C. E. M.; ANTUNES, R. O. Host status of passion fruit genotypes to scab and bacterial blight. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 6, p. 4005-4010, 2016. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n6p4005>

NEVES, L. G.; BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C.; ARAÚJO, K. L.; LUZ, P. B.; SERAFIM, M. E. Selection of full and half brothers families of yellow passionfruit resistant to *Tetranychus mexicanus*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2507-2514, 2015. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2507>

PEREIRA, G. E.; LIMA, L. C. O.; REGINA, M. A.; ROSIER, J. P.; FERRAZ, V.; MOURÃO JÚNIOR, M. Avaliação de cinco cultivares de videiras americanas para sucos de uva no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1531-1537, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000500026>

PILAU, F. G.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; SCHWERZ, L. Temperatura basal, duração do ciclo e constante térmica para a cultura do crambe. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 958-964, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000400032>

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, R. F. Seasonal and diurnal changes in photosynthetic limitation of young sweet orange trees. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 66, n. 2, p. 203-211, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.03.011>

SOUZA, F. E. F.; CHIG, L. A.; COSTA, R. H. A. M.; LENZA, J. B.; CAMPELO JUNIOR, J. H. Relação entre acúmulo de graus-dia e de unidades fototérmicas e crescimento vegetativo do maracujazeiro roxo (*Passiflora edulis* sims). **UNICIÊNCIAS**, Cuiabá, v. 14, n. 1, 2010.

ZUCARELI, V.; FERREIRA, G.; AMARO, A. C. E.; ARAÚJO, F. P. Fotoperíodo, temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 106-114, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000300012>

ZUCARELI, V.; HENRIQUE, L. A.; ONO, E. O. Influence of light and temperature on the germination of *Passiflora incarnata* L. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 162-167, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n2147082>

## 2. CAPÍTULO I

### EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DO AR<sup>1</sup>

#### RESUMO

A propagação de plantas de maracujazeiro azedo é realizada preferencialmente através de sementes. O sucesso da germinação e emergência de plântulas, por sua vez, é influenciado pela constituição genéticas das progênes e pelas condições térmicas impostas no ambiente. No entanto, são escassos informações acerca da influência da temperatura do ar sob a emergência e vigor de plântulas em genótipos de maracujazeiro azedo. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a emergência e o vigor em plântulas de cultivares de maracujazeiro azedo sob exposição a diferentes temperaturas. O experimento foi conduzido em câmara de germinação no esquema fatorial  $5 \times 3$ , com cinco faixas de temperatura (5-15; 10-20; 15-25; 20-30 e 25-35 °C) e três cultivares de maracujazeiro azedo (BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master) no delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições e 25 sementes por parcela. As variáveis analisadas foram o percentual de emergência, índice de velocidade e tempo médio de emergência, o comprimento da parte aérea e total e a massa seca de plântula. Os cultivares BRS SC1 e BRS GA1 apresentaram emergência de plântulas acima de 95% nas faixas de temperaturas de 20-30 °C e 25-35 °C. Temperaturas alternadas de 20-30 °C e 25-35 °C estimulam a emergência de plântulas, porém a faixa de 20-30 °C favorece o crescimento e maior acúmulo de massa seca das plântulas dos cultivares de maracujazeiro azedo.

**Termos de indexação:** *Passiflora edulis* Sims, cultivares, sementes, condições térmicas.

---

<sup>1</sup> Artigo submetido em 28/09/2016, aceito em 14/12/2016 e publicado em 14/01/2017 no periódico **Journal of Seed Science**.

## EMERGENCY AND VIGOR OF PASSION FRUITS SEEDLINGS IN THE FUNCTION OF AIR TEMPERATURE

### ABSTRACT

The propagation of passion fruit plants is preferably carried out through seeds. The success of germination and emergence of seedlings, in turn, is influenced by the genetic constitution of the progenies and by the thermal conditions imposed on the environment. However, little information on the influence of air temperature under emergence and vigor of seedlings on passion fruit genotypes is scarce. The objective of this experiment was to evaluate the emergence and vigor of seedlings of cultivars of passion fruit under exposure to different temperatures. The experiment was carried out in a  $5 \times 3$  factorial scheme with five temperature ranges (5-15, 10-20, 15-25, 20-30 and 25-35 °C) and three cultivars of passion fruit (BRS SC1, BRS GA1 and FB 200 Yellow Master) in a completely randomized design with six replicates and 25 seeds per plot. The variables analyzed were the emergence percentage, velocity index and mean time of emergence, shoot length and total seedling dry mass. The cultivars BRS SC1 and BRS GA1 presented emergence of seedlings above 95% in the temperature ranges of 20-30 °C and 25-35 °C. Alternating temperatures of 20-30 °C and 25-35 °C stimulate the emergence of seedlings, but the range of 20-30 °C favors the growth and greater accumulation of dry mass of the seedlings of the cultivars of passion fruit.

**Index terms:** *Passiflora edulis* Sims, cultivars, seeds, thermal conditions.

## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), também denominado de maracujazeiro amarelo, pertence à família Passifloraceae, que engloba 12 gêneros e cerca de 600 espécies distribuídas nas zonas tropicais da América e da África (Bernacci et al., 2008). Na cadeia agroindustrial, essa espécie representa cerca de 95% dos plantios comerciais de maracujazeiro, devido seu excelente vigor, elevada produtividade e rendimento de suco (Costa et al., 2011; Melleti, 2011).

A propagação de plantas de maracujazeiro azedo, em plantios comerciais, é preferencialmente semínifera (Silva et al., 2015). Um dos principais problemas relatados por produtores e viveristas é a desuniformidade de germinação e emergência de plântulas, o que dificulta a formação de mudas de qualidade e de pomares produtivos. Essa desuniformidade está relacionada, principalmente, ao processo de dormência que é presente em várias espécies de Passifloraceae, como relatado por Osipi e Nakagawa (2005) em *Passiflora alata* Dryander, por Zucareli et al. (2009) em *Passiflora cincinnata* Mast. e Zucareli et al. (2015) em *Passiflora incarnata* L.

A germinação e, conseqüentemente, a emergência de plântulas é um processo de retomada da atividade metabólica do eixo embrionário, culminando na emissão da radícula. Essa fase crítica está associada a fatores relacionadas aos processos físicos, bioquímicos e fisiológicos da semente (Marini et al., 2012; Hatfield e Prueger, 2015) que, por sua vez, são dependentes das condições ambientais relacionadas à temperatura do ar (Bewley et al., 2014; Zucareli et al., 2015).

Estudos relacionados sobre a influência da temperatura do ar na germinação de maracujazeiro azedo são essenciais para entender os processos ecofisiológicos e bioquímicos e como as sementes são influenciadas pelas condições térmicas a qual estão expostas no ambiente (Ferreira e Borghetti, 2004). Existem temperaturas mínimas e máximas que representam os limites inferiores e superiores da germinação, e temperaturas ótimas na qual o processo germinativo ocorre com maior rapidez, ou seja, em um menor espaço de tempo (Marcos-Filho, 2005).

A temperatura do ar afeta a absorção de água e regulam as reações bioquímicas e enzimáticas no metabolismo da semente, reações estas envolvidas no processo germinativo (Bewley et al., 2014; Flores et al., 2014). A germinação é variável, também, dependendo das espécies e mesmo dentro dos cultivares da mesma espécie (Andrade e Jasper, 2013; Lone et al., 2014) e cada espécie necessita de uma faixa de

temperatura ótima para que o processo germinativo ocorra com maior eficiência e que estas informações ainda precisam ser elucidadas na cultura do maracujazeiro azedo.

Tendo em vista que a resposta da germinação em espécies frutíferas é dependente, não somente das condições da temperatura do ar, mas também da constituição genética das progênes utilizadas. Objetivou-se no trabalho avaliar a influência da exposição de diferentes faixas de temperatura do ar na emergência e vigor de plântulas de cultivares de maracujazeiro azedo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em câmara de germinação com condições controladas de fotoperíodo e temperatura, na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão/Pomar Campus pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais; no período de janeiro a fevereiro de 2016.

Utilizou-se o esquema fatorial  $5 \times 3$  (cinco faixas de temperatura e três cultivares comerciais de maracujazeiro azedo), no delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições por tratamento e 25 sementes por unidade experimental. As faixas de temperaturas alternadas empregadas foram de (5-15 °C); (10-20 °C); (15-25 °C); (20-30 °C) e (25-35 °C) e os cultivares de maracujazeiros utilizados foram a BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master, conforme nomes registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018). As sementes dos cultivares de maracujazeiro azedo utilizados foram adquiridas junto ao Viveiro Flora Brasil, Araguari, Minas Gerais.

O fotoperíodo foi de 8 h, apresentando luzes acessas no período diurno e 16 h com as luzes apagadas no período noturno. A temperatura inferior foi estabelecida na condição de ausência de fotoperíodo e a temperatura superior estabelecida na condição de presença de fotoperíodo. As sementes de maracujazeiro azedo foram selecionadas e padronizadas quanto ao tamanho e peso, e semeadas em substrato inerte (areia lavada) a 2 cm de profundidade e espaçadas a 4 cm entre linhas. As irrigações foram realizadas com periodicidade de 24 h, mantendo o substrato com umidade suficiente para favorecer a germinação e emergência das plântulas.

Antes da instalação do experimento, foi realizado um teste de embebição das sementes de maracujazeiro azedo nas respectivas temperaturas médias das faixas empregadas no experimento, com a finalidade de verificar a velocidade e a quantidade de água absorvida. Para isso, em cada temperatura média das faixas testadas (10, 15, 20,

25 e 30 °C), quatro amostras de 10 sementes de cada cultivar foram colocadas imersas em Becker contendo 50 mL de água destilada e realizadas avaliações da quantidade de água absorvida às 12, 24, 48 e 72 h após a embebição, mensurada através da diferença entre a massa final de cada período de avaliação e a massa inicial das amostras antes da embebição, considerando a densidade da água igual a 1 g/mL, na qual a quantidade de água embebida foi expressa em mililitros (mL).

Diariamente foi realizada contagem de plântulas emergidas do 7º ao 28º dias após a semeadura (DAS), quando se verifica a estabilização da germinação, conforme metodologia contida na Regra para Análise de Sementes (RAS) para a cultura do maracujazeiro azedo (Brasil, 2009). Foram consideradas plântulas emergidas, aquelas que apresentavam os cotilédones totalmente expandidos acima da superfície do substrato. Seguindo a metodologias de Ferreira e Borghetti (2004) foi avaliada a percentagem de emergência aos 7, 14, 21 e 28 DAS, o tempo médio de emergência-TME (Eq. 1) e o índice de velocidade de emergência - IVE (Eq. 2).

$$TME = \left( \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i} \right) \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo:  $n_i$  = número de sementes que germinaram no tempo “i”;  $t_i$  = tempo após a instalação do teste;  $i$  = 1 até 28 dias.

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad \text{Eq. 2}$$

Sendo:  $E_1, E_2, \dots, E_n$  = número de plântulas normais computadas na primeira, segunda e na última contagem;  $N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Ao final do experimento foi avaliado o comprimento da parte aérea (CPA) e total (CT) com uma régua graduada em milímetro. Logo após as medições biométricas, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de 65 °C durante 48 h até atingir massa constante, para obtenção da massa seca individual (MSI) de plântula, em mg, medida com o auxílio de balança semianalítica.

Os valores de percentagem de emergência foram transformados em arco seno  $(x/100)^{0,5}$ , no entanto, os dados apresentados nas tabelas e gráficos são referentes aos

dados originais para melhor compreensão. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5 % de probabilidade. As médias das faixas de temperatura e os cultivares de maracujazeiro azedo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Para análise dos dados utilizou-se do software estatístico GENES (Cruz, 2013). Em relação à velocidade de embebição das sementes e da emergência ao longo do período de avaliação foi realizada uma análise descritiva dos dados, discorrendo sobre o comportamento em cada faixa de temperatura e cultivar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução da embebição das sementes dos cultivares de maracujazeiro azedo em função da temperatura e do período é demonstrada na Figura 1. O maior volume de água embebido pelas sementes de maracujazeiro foi verificado na temperatura média de 30 °C, ocorrendo o pico de absorção de água no período de 24 h no BRS GA1 e 48 h no FB 200 Yellow Master e 72 h após a embebição para o cultivar BRS SC1 (Figura 1A, B e C). Na temperatura média de 10 °C verificou menor absorção de água pela semente dos cultivares de maracujazeiro avaliados, com destaque para o cultivar BRS SC1. As temperaturas médias de 15, 20 e 25 °C apresentaram comportamento semelhante em relação à absorção de água pelas sementes.

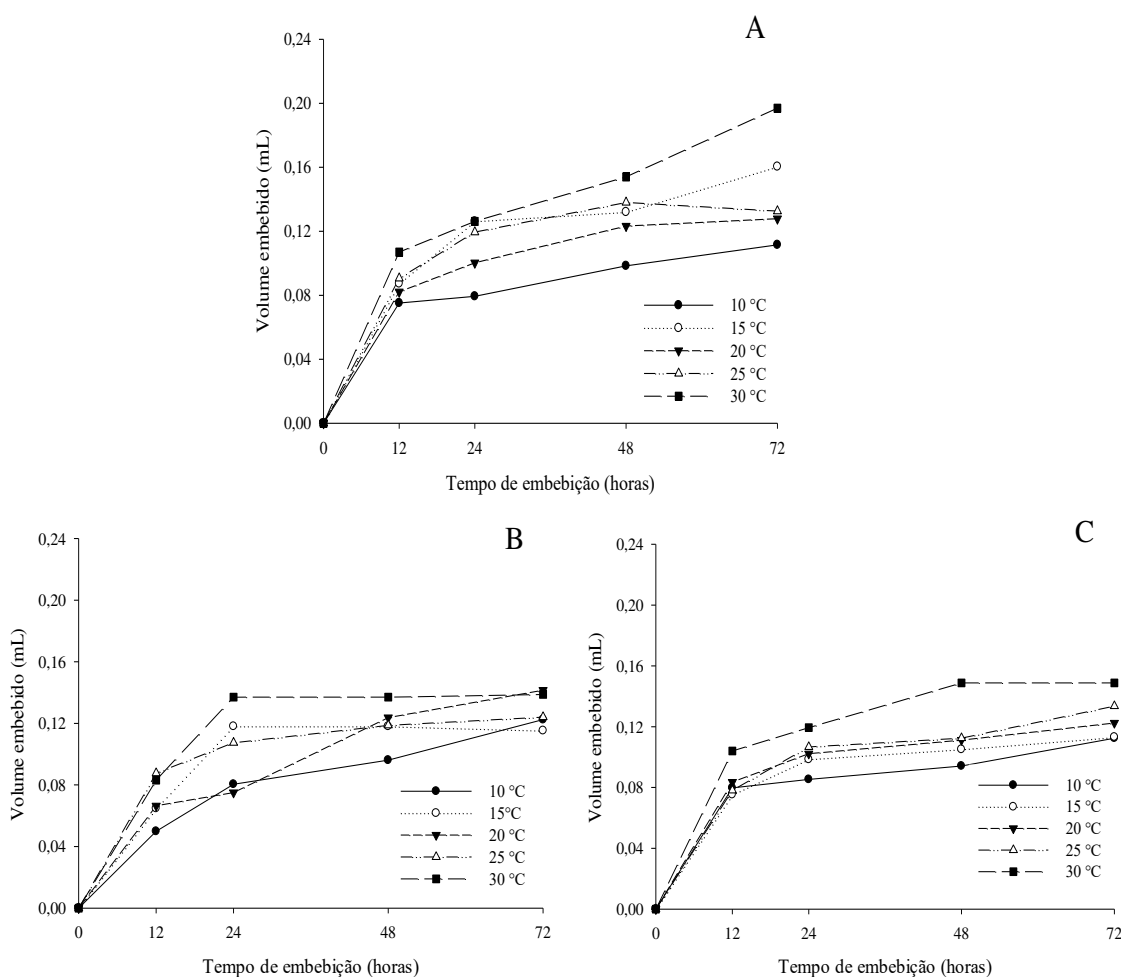


Figura 1. Volume de água embebido por amostras de 10 sementes de cultivares de maracujazeiro azedo BRS SC1 (A), BRS GA1 (B) e FB 200 Yellow Master (C) em função do tempo de embebição.

Marcos-Filho (2005) relata ser interessante caracterizar o processo de embebição das sementes, pois temperaturas mais elevadas contribuem para maior ativação de energia e maior fluidez da água, aumentando a entrada para o interior das sementes num menor espaço de tempo, favorecendo a reativação dos processos germinativos, aumento da atividade respiratória e a degradação das reservas da semente, e posterior emergência/desenvolvimento de plântula.

Em tomateiro híbrido 'Mariana', Ferreira et al. (2013) verificaram que temperaturas superiores a 30 °C proporcionou maior absorção de água pelas sementes em comparação ao tratamento controle (20-30 °C) e a absorção foi mais acelerada nas primeiras 25 h, determinando este período como sendo a primeira fase de germinação. Posteriormente a este período, verificou estabilização do teor de água das sementes, caracterizando como a fase II da germinação, conhecida pela redução drástica na velocidade de hidratação das sementes (Marcos-Filho, 2005; Nonogaki et al., 2010).

Quando as sementes foram mantidas nas temperaturas de 5-15 °C e 10-20 °C, não houve emergência de plântulas dos cultivares de maracujazeiro azedo nos 28 DAS (Figura 2A, B e C). Nas temperaturas acima destas, a emergência iniciou aos 13, 9 e 7 DAS nas faixas de 15-25 °C, 20-30 °C e 25-35 °C, ocorrendo estabilidade de emergência aos 24, 20 e 16 DAS, respectivamente.

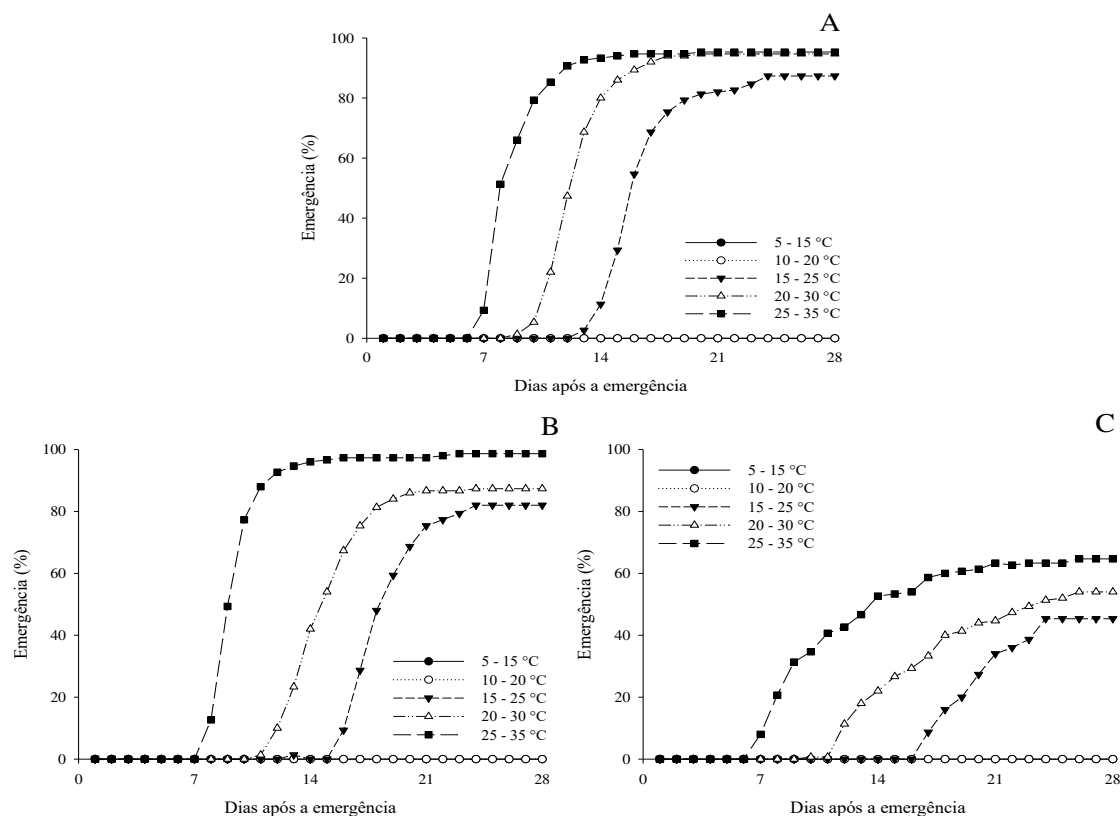


Figura 2. Evolução da emergência dos cultivares de maracujazeiro azedo BRS SC1 (A), BRS GA1 (B) e FB 200 Yellow Master (C) avaliado até o 28º dias após a semeadura em função das faixas de temperatura.

A interferência da temperatura na germinação de fruteiras vem sendo amplamente estudada, sendo possível conhecer as características de cada espécie quanto à aptidão de propagação de mudas em determinados locais e época do ano, além de poder variar dependendo da qualidade genética, fisiológica, física e sanitária da semente (Andrade e Jasper, 2013). Isso por que cada espécie necessita de uma determinada amplitude de temperatura, existindo temperaturas ótimas, na qual o processo germinativo ocorre com maior rapidez e uniformidade (Alves et al., 2012).

As faixas de temperatura mais elevadas (20-30 °C e 25-35 °C) estimulam a precocidade maior pico de emergência e rápida estabilidade de emergência, sendo o BRS SC1 (Figura 2A) e o BRS GA1 (Figura 2B), os cultivares que apresentaram quase a totalidade de plântulas emergidas. Há resposta diferenciada quanto à exigência da faixa térmica, e esta é variável dependendo do genótipo, como relatado por Andrade e Jasper (2013) para variedades de mamoeiro e Lone et al. (2014) para genótipos de pitaya.

A percentagem de emergência avaliada nos períodos de 7, 14, 21 e 28 DAS sofreu influência das faixas da temperatura e dos cultivares utilizados, apresentando médias elevadas de emergência nas temperaturas de 20-30 °C e 25-35 °C e inibição da emergência nas temperaturas de 5-15 °C e 10-20 °C (Tabela 1). Na avaliação realizada aos 7 DAS, apenas os cultivares BRS SC1 e FB 200 Yellow Master emergiram quando submetidas a temperatura alternada de 25-35 °C, entretanto, aos 14 DAS os cultivares BRS SC1 e BRS GA1 já possuíam mais de 93% de emergência nesta temperatura, indicando que temperaturas elevadas contribui para a precocidade da germinação e emergência de plântulas de maracujazeiro azedo.

Tabela 1. Emergência de plântulas de cultivares de maracujazeiro azedo aos 7, 14, 21 e 28 dias após a semeadura sob diferentes faixas de temperatura

|          | Cultivares   | Faixas de temperatura |                |          |          |          |
|----------|--------------|-----------------------|----------------|----------|----------|----------|
|          |              | 5-15 °C               | 10-20 °C       | 15-25 °C | 20-30 °C | 25-35 °C |
| EP7 (%)  | BRS SC1      | 0aB                   | 0Ab            | 0aB      | 0aB      | 9,33aA   |
|          | BRS GA1      | 0aA                   | 0Aa            | 0aA      | 0aA      | 0bA      |
|          | FB 200       | 0aB                   | 0aB            | 0aB      | 0aB      | 8,00aA   |
|          | Média: 1,11  |                       | CV (%): 241,32 |          |          |          |
| EP14 (%) | BRS SC1      | 0aB                   | 0Ab            | 11,33aB  | 80,00aA  | 93,33aA  |
|          | BRS GA1      | 0aC                   | 0aC            | 0bC      | 42,00bB  | 93,00aA  |
|          | FB 200       | 0aC                   | 0aC            | 0bC      | 22,00cB  | 52,66bA  |
|          | Média: 26,48 |                       | CV (%): 31,09  |          |          |          |
| EP21 (%) | BRS SC1      | 0aC                   | 0aC            | 82,00aB  | 94,66aA  | 94,66aA  |
|          | BRS GA1      | 0aD                   | 0aD            | 75,33aC  | 86,66aB  | 97,33aA  |
|          | FB 200       | 0aD                   | 0aD            | 34,00bC  | 44,66bB  | 63,33bA  |
|          | Média: 44,88 |                       | CV (%): 13,81  |          |          |          |
| EP28 (%) | BRS SC1      | 0aB                   | B0aB           | 87,33aA  | 94,66aA  | 96,66aA  |
|          | BRS GA1      | 0aC                   | 0aC            | 82,66aB  | 88,00aB  | 98,66aA  |
|          | FB 200       | 0aC                   | 0aC            | 49,33bB  | 54,66bAB | 64,66bA  |
|          | Média: 47,64 |                       | CV (%): 18,05  |          |          |          |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. EP7 = % de emergência de plântula aos 7 dias; EP14 = % de emergência aos 14 dias; EP21 = % de emergência de plântula aos 21 dias; EP28 = % emergência de plântula aos 28 dias.

A exposição a faixas de temperaturas mais baixas em um período prolongado pode induzir a dormência das sementes de espécies da família Passifloraceae (Osipi e Nakagawa, 2005; Zucareli et al., 2009; Zucareli et al., 2015), reduzida pela menor velocidade de embebição da água (Figura 1), não ocorrendo amolecimento do tegumento e conseqüentemente a não protrusão da radícula (Marini et al., 2012). Além de reduzir a atividade de enzimas relacionadas ao processo germinativo - lipase, amilase e protease e aumenta a atividade de enzimas relacionadas ao estresse - superóxidos desmutase e catalase (Marcos-Filho, 2005; Flores et al., 2014). Enquanto em temperatura mais elevadas, contribui no aumento de velocidade de absorção de água e também nas reações que determinam todos os processos bioquímicos e enzimáticos

envolvidos na germinação (Marcos-Filho, 2005), como demonstrado pela Figura 2A, B e C.

Nas avaliações realizadas aos 14, 21 e 28 DAS, verifica-se que nas temperaturas de 20-30 °C e 25-35 °C estimularam a maior percentagem de plântulas emergidas, já que mais de 80 % das sementes dos cultivares BRS SC1 e BRS GA1 já haviam germinado aos 14 DAS com estabilidade aos 21 e 28 DAS, com emergências acima de 95 % (Tabela 2). Para o cultivar FB 200 Yellow Master, apesar do estímulo do aumento da temperatura na emergência, os valores ficaram abaixo dos 65% de plântulas emergidas, podendo estar ligado a diferença genética entre os genótipos de maracujazeiro ou a qualidade do lote de sementes adquirido.

Tabela 2. Índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), comprimento total (CT) e parte aérea (CPA) de plântulas de cultivares de maracujazeiro azedo sob diferentes faixas de temperatura

|             | Cultivares   | Faixas de Temperatura |          |          |          |          |
|-------------|--------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|             |              | 5-15 °C               | 10-20 °C | 15-25 °C | 20-30 °C | 25-35 °C |
| IVE*        | BRS SC1      | 0aD                   | 0aD      | 1,43aC   | 2,05aB   | 3,06aA   |
|             | BRS GA1      | 0aD                   | 0aD      | 1,18bC   | 1,60bB   | 2,85bA   |
|             | FB 200       | 0aD                   | 0aD      | 0,64cC   | 0,93cB   | 1,77cA   |
|             | Média: 1,03  | CV (%): 14,47         |          |          |          |          |
| TME* (dias) | BRS SC1      | 0aD                   | 0aD      | 15,51cA  | 11,79cB  | 8,13bC   |
|             | BRS GA1      | 0aD                   | 0aD      | 17,60bA  | 13,9bB   | 8,93bC   |
|             | FB 200       | 0aD                   | 0aD      | 18,88aA  | 15,26aB  | 10,50aC  |
|             | Média: 8,037 | CV (%): 8,78          |          |          |          |          |
| CT (cm)     | BRS SC1      | -                     | -        | 8,93aC   | 10,05aB  | 10,79aA  |
|             | BRS GA1      | -                     | -        | 8,37bC   | 9,44bB   | 10,61aA  |
|             | FB 200       | -                     | -        | 7,34cB   | 7,97cAB  | 8,28bA   |
|             | Média: 5,45  | CV (%): 7,21          |          |          |          |          |
| CPA (cm)    | BRS SC1      | -                     | -        | 3,43aC   | 4,63aB   | 6,01aA   |
|             | BRS GA1      | -                     | -        | 2,98bC   | 4,28abB  | 5,75aA   |
|             | FB 200       | -                     | -        | 2,67cbB  | 3,95bA   | 4,08bA   |
|             | Média: 2,520 | CV (%): 12,18         |          |          |          |          |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. IVE\* = Índice de velocidade de emergência (os valores zero foram devidos a não emergência de plântula nas respectivas temperaturas) e TME\* = Tempo médio de emergência (os valores zero foram devidos a não emergência de plântula nas respectivas temperaturas); CT = Comprimento total de plântula e CPA = Comprimento da parte aérea de plântula.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é uma importante maneira de verificar o vigor de lotes de sementes para fins de comercialização, onde cada espécie ou cultivar dentro da mesma espécie pode expressar o seu máximo potencial genético (Pilau et al., 2012; Andrade e Jasper, 2013). São escassos trabalhos demonstrando o efeito da temperatura do ar na germinação de maracujazeiro azedo. Pereira e Andrade (1994) avaliando o efeito térmico em sementes de frutos de maracujazeiro azedo adquiridos em comércio de frutas e sem identificação do material genético utilizado,

concluíram que a maior percentagem de emergência foi conseguida na alternância de 20-30 °C.

O índice de velocidade de emergência das plântulas de maracujazeiro azedo aumentou com a elevação da temperatura do ar de 15-25 °C para a de 25-35 °C, pois temperatura abaixo da mínima citada não houve emergência de plântula (Tabela 2). Verifica-se que o cultivar BRS SC1 na amplitude de 25-35 °C apresentou o maior valor absoluto de 3,069 no IVE, diferindo significativamente dos demais tratamentos. O menor valor de IVE foi de 0,643 no cultivar FB 200 Yellow Master e na amplitude de 15-25 °C, no entanto, houve aumento da variável com a elevação das condições térmicas, enquanto no cultivar BRS GA1 o IVE foi elevado de 1,189 para 2,854.

Para o TME, os menores tempos foram obtidos na temperatura de 25-35 °C, com valores médios de 8,13 e 8,93 dias, respectivamente para os cultivares BRS SC1 e BRS GA1 e 10,5 dias para FB 200 Yellow Master (Tabela 2). A redução da temperatura aumentou o tempo médio de germinação independente do cultivar, com valores de 17,33 dias na temperatura de 15-25 °C, faixas de temperatura abaixo desta não houve emergência de plântula.

A superioridade no IVE e o menor TME nas maiores temperaturas podem estar relacionadas à elevação da embebição de água fornecida via irrigação (Figura 1) em decorrência do aumento da temperatura do meio, provocando aumentos na pressão de difusão e nas reações metabólicas e enzimáticas (Marini et al., 2012; Hatfield e Prueger, 2015). Além de reduzir o potencial hídrico interno da semente, permitindo maior absorção de água e melhor hidratação (Bewley et al., 2014; Hatfield e Prueger, 2015). Em outras fruteiras tropicais têm-se obtidos maiores velocidades de emergência em condições de temperaturas elevadas, como observaram Zucareli et al. (2015) em espécie silvestre de maracujazeiro (*Passiflora incarnata* L.) e por Ferraz et al. (2012) em cupuaçu (*Thebroma grandiflorum* (Wild. ex. Spreng.).

O crescimento total e da parte aérea das plântulas de maracujazeiro azedo apresentaram diferenças significativas entre os cultivares e as condições térmicas submetidas, onde temperaturas iguais ou abaixo da amplitude de 10-20 °C não apresentaram valores para estas variáveis (Tabela 2).

Nas condições térmicas de 15-25 °C e 20-30 °C, o cultivar BRS SC1 apresenta os maiores valores de CT e CPA em relação aos outros genótipos avaliados. No entanto, na temperatura de 25-35 °C não houve diferença estatística entre os cultivares BRS SC1 (CT – 10,79 cm e CPA – 6,01 cm) e BRS GA1 (CT – 10,61 cm e CPA – 5,75 cm), enquanto o cultivar FB 200 Yellow Master observou os menores valores de CT e CPA,

independente da temperatura estabelecida, podendo essa resposta estar relacionada à diferença genética entre os cultivares testados, a qualidade fisiológica das sementes ou ao processo de dormência que é presente na maioria das espécies da família Passifloraceae (Welter et al. 2011).

Oliveira e Lemes (2014) e Hatfield e Prueger (2015) relatam que o aumento das faixas de temperatura do ar leva ao aumento das atividades metabólicas, acelerando não só o processo germinativo, mas também o crescimento do embrião, sendo a temperatura média de 30 °C a temperatura considerada como ótima para o crescimento e desenvolvimento da maioria das espécies (Ferreira e Borghetti, 2004).

A massa seca individual de plântula foi influenciada pelo aumento da temperatura do ar, como verificado na Tabela 3. O aumento da amplitude térmica de 15-25 °C para 20-30 °C elevou de 8,931 para 11,588 mg, representado ganhos de 29,75%.

Tabela 3. Massa seca individual de plântulas de maracujazeiro azedo sob diferentes faixas de temperatura

|          | Faixas de Temperatura |          |              |          |          |
|----------|-----------------------|----------|--------------|----------|----------|
|          | 5-15 °C               | 10-20 °C | 15-25 °C     | 20-30 °C | 25-35 °C |
| MSI (mg) | -                     | -        | 8,931b       | 11,588a  | 9,061ab  |
|          | Média: 5,91           |          | CV (%): 25,9 |          |          |

**Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. MSI = Massa seca individual.**

Em baixas temperaturas, Marcos-Filho (2005) relata que a respiração das sementes ocorreu de forma mais lenta e as reservas não são utilizadas de forma rápida, o que pode ter afetado negativamente a utilização dessas reservas pelas plântulas dos cultivares de maracujazeiro azedo, interferindo no ganho de massa seca.

Ao submeter às plântulas a temperatura mais elevada (25-35 °C) foi observada uma redução na massa seca das plântulas de 21,8 %, mesmo que não tenha observado diferença estatística entre as faixas de 20-30 °C e 25-35 °C. Em temperaturas muito acima da temperatura ótima para o crescimento e desenvolvimento das plântulas contribuem para transformações degenerativas que levaram ao rápido consumo das reservas da semente, o que pode ter afetado a eficiência da respiração, conduzindo a um menor aproveitamento nos processos de síntese, com reflexo direto no acúmulo de biomassa nas plântulas (Patané et al., 2006; Marini et al., 2012).

## CONCLUSÕES

As sementes dos cultivares de maracujazeiro azedo germinam com maior rapidez e promove uniformidade de emergência das plântulas nas faixas de temperaturas de 20-30 °C e 25-35 °C, devido a maior rapidez no processo de absorção de água pelas sementes;

As faixas de 20-30 °C e 25-35 °C estimulam a emergência, porém o crescimento da parte aérea, total e maior acúmulo de massa seca das plântulas ocorrem na faixa de 20-30 °C;

As faixas de temperatura alternada de 5-15 °C e 10-20 °C inibem a germinação, emergência e o crescimento de plântulas de maracujazeiro azedo de todos os cultivares analisados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. S.; MOURA, M. F.; GUEDES, R. S.; ESTRELA, F. A. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1208-1215, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000400030>

ANDRADE, R. A.; JASPER, S. P. Temperatura na emergência de quatro variedades de mamoeiro. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n. 4, p.40-406, 2013. <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/272/211>

BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora edulis* SIMS: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 566-576, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200053>

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. New York: Springer, 2014. 407 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p.

COSTA, E.; SANTOS, L. A. R.; CARVALHO, C.; LEAL, P. A. M.; GOMES, V. A. Volumes de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 216-222, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000200013>

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>

FERRAZ, I. D. K.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; CALVI, G. P.; FARIAS, D. L. Critérios morfológicos e temperatura para avaliação da germinação das sementes de cupuaçu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 905-914, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000300033>

FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, R. L.; FORTI, V. A.; SILVA, V. N.; MELO, S. C. Temperatura inicial de germinação no desempenho de plântulas e mudas de tomate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 7, p. 1189-1195, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013000700008>

FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L.; GUIMARÃES, V. M.; GONÇALVES, J. F. C.; ATAÍDE, C. M.; BARROS, D. P. Atividade enzimática durante a germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* schott sob diferentes temperaturas. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 401-408, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201420031399>

HATFIELD, J.; PRUEGER, J. H. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. **Weather and Climate Extremes**, Sydney, v. 10, parte A, p. 4-10, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001>

LONE, A. B.; COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2251>

MAPA. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <<http://www.sistemas.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 07 de março de 2018.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARINI, P.; MORAES, C. L.; MARINI, N.; MORAES, D. M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000400014>

MELLETI, L. M. M. Avanço na cultura do maracujazeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 83-91, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500012>

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination - still a mystery. **Plant Science**, Limerick, v. 179, n. 6, p. 574-581, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.02.010>

OLIVEIRA, A. K. M.; LEMES, F. T. F. Germinação de sementes e formação de plântulas de *Lafoensia pacari* sob diferentes temperaturas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 4, p. 471-477, 2014. <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/148>

OSIPI, E. A. F.; NAKAGAWA, J. Temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 179-191, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452005000100048>

PATANÉ, C.; CAVALLARO, V.; AVOLA, G.; D'AGOSTA, G. Seed respiration of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] during germination as affected by temperature and osmoconditioning. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 16, n. 4, p. 251-260, 2006. <http://dx.doi.org/10.1017/SSR2006259>

PEREIRA, T. S.; ANDRADE, A. C. S. Germinação de *Psidium guajava* L. e *Passiflora edulis* Sims - Efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 58-62, 1994.

PILAU, F. G. SOMAVILLA, L.; BATTISTI, R.; SCHWERZ, L.; KULCZYNSKI, S. M. Germinação de sementes de crambe em diferentes temperaturas e substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1825-1830, 2012. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1825>

SILVA, M. S.; OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, R. F.; SÁ JUNIOR, A.; SANTOS, C. M. Aryl removal methods and passion fruit seed positions: Germination and emergence. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 125-130, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n2146373>

WELTER, M. K.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S. C. P.; CHANG, M. T.; MENDES, E. P. Germinação de sementes de maracujá amarelo azedo em função de tratamentos térmicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 5, n. 3, p. 227-232, 2011. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i3.626>

ZUCARELI, V.; FERREIRA, G.; AMARO, A. C. E.; ARAÚJO, F. P. Fotoperíodo, temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 106-114, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000300012>

ZUCARELI, V.; HENRIQUE, L. A.; ONO, E. O. Influence of light and temperature on the germination of *Passiflora incarnata* L. seeds. **Journal Seed Science**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 162-167, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n2147082>

### 3. CAPÍTULO II

#### AMPLITUDE TÉRMICA DO AR INFLUENCIA A EMERGÊNCIA E VIGOR DE PLÂNTULAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO

##### RESUMO

A amplitude térmica do ar ao longo do dia é um dos fatores climáticos que interfere na germinação e conseqüentemente na propagação do maracujazeiro azedo. No entanto, essa resposta pode variar a depender do genótipo empregado e do local de cultivo, sendo pouco frequentes estudos relacionados às respostas de genótipos de maracujazeiro em relação às amplitudes térmicas do ar. Objetivou-se avaliar a emergência e o vigor em plântulas de genótipos de maracujazeiro azedo quando submetidos a diferentes amplitudes térmicas do ar. O experimento foi conduzido no esquema fatorial  $5 \times 3$ , com cinco amplitudes térmicas do ar ( $25 [\pm 0 \text{ } ^\circ\text{C}]$ ;  $22,5\text{-}27,5 [\pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}]$ ;  $20\text{-}30 [\pm 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}]$ ;  $17,5\text{-}32,5 [\pm 7,5 \text{ } ^\circ\text{C}]$  e  $15\text{-}35 \text{ } ^\circ\text{C} [\pm 10,0 \text{ } ^\circ\text{C}]$ ) e três cultivares de maracujazeiro azedo (BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master), em delineamento inteiramente casualizado e seis repetições de 25 sementes por parcela. As variáveis analisadas foram percentagem de emergência, índice de velocidade e tempo médio de emergência, o comprimento da parte aérea, raiz, total e análise da massa seca de plântula. A amplitude térmica do ar de  $20 - 30 \text{ } ^\circ\text{C} (\pm 5,0 \text{ } ^\circ\text{C})$  favorece o processo germinativo, a velocidade de emergência e o crescimento inicial das plântulas dos cultivares de maracujazeiro azedo. A germinação de sementes, o crescimento de plântula e o acúmulo de biomassa são variáveis entre os cultivares, sendo o BRS SC1 e BRS GA1 os que obtiveram os maiores valores.

**Termos de indexação:** *Passiflora edulis* Sims, processo germinativo, temperatura do ar, genótipos.

## **THERMAL AMPLITUDE OF THE AIR INFLUENCES THE EMERGENCE AND VIGOR OF SEEDLINGS OF PASSION FRUIT**

### **ABSTRACT**

The thermal amplitude of the air throughout the day is one of the climatic factors that interferes in the germination and consequently in the propagation of the passion fruit. However, this response may vary depending on the genotypes used and the location of the culture being explored, and studies related to the responses of passion fruit genotypes to the thermal air amplitudes are infrequent. The objective of this experiment was to evaluate the emergence and vigor of seedlings of of passion fruit genotypes when submitted to different thermal amplitudes of air. The experiment was conducted in the  $5 \times 3$  factorial scheme, with five thermal air amplitudes (25  $\pm 0$  °C), 22.5-27.5  $\pm 2.5$  °C], 20-30  $\pm 5.0$  17.5-32.5  $\pm 7.5$  °C] and 15-35 °C  $\pm 10.0$  °C)) and three cultivars of passion fruit (BRS SC1, BRS GA1 and FB 200 Yellow Master), in a completely randomized design and six replicates of 25 seeds per plot. The variables analyzed were percentage of emergence, speed index and mean time of emergence, shoot length, root, total and seedling dry mass analysis. The air temperature range of 20-30 °C ( $\pm 5,0$  °C) favors the germination process, the speed of emergence and the initial growth of the seedlings of passion fruit cultivars. Seed germination, seedling growth and biomass accumulation are variable among the cultivars, with BRS SC1 and BRS GA1 being the ones with the highest values.

**Index terms:** *Passiflora edulis* Sims, germinative process, air temperature, genotypes.

## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) é a principal espécie da família Passifloraceae cultivada no Brasil e destaca-se por apresentar frutos com características físico-químicas adequadas ao consumo, tanto *in natura* como na forma processada (Melleti, 2011). Além de possuir elevada produtividade em relação às outras espécies da mesma família e apresenta grande aceitação no mercado nacional de sucos de frutas (Bernacci et al., 2008; Cavichioli et al., 2011; Silva et al., 2015a). A propagação do maracujazeiro azedo, como relatam Alexandre et al. (2004), pode ser realizada de forma sexuada através de sementes, ou assexuadamente por meio de estaquia, enxertia ou cultura de tecido. No entanto, os produtores têm adotado a propagação seminífera, devido à facilidade de manejo e pela precocidade na formação das mudas a serem transplantada a campo.

Em sementes das Passifloraceae têm-se verificado baixas taxas de germinação, que pode está associada à existência de dormência nas espécies e esta deve ser superada para que haja a continuidade do processo germinativo (Osipi e Nakagawa 2005; Zucarelli et al., 2009; Zucarelli et al., 2015). Conforme descrito por Santos et al. (2015), esse processo de dormência constatado pode estar associado a fatores genéticos e as condições do ambiente em que as sementes são expostas. A amplitude térmica do ar regula os mecanismos de entrada de água para o interior da semente e influencia as reações bioquímicas e fisiológicas ligadas à degradação das reservas da semente, o transporte das reservas para o embrião e a biossíntese de novos tecidos para a formação das plântulas (Marcos Filho, 2005; Welter et al., 2011; Marini et al., 2012).

Existem temperaturas ótimas ou amplitudes térmicas do ar adequadas que todos os processos ligados à germinação das sementes acontecem com máxima eficiência, e quando abaixo ou acima delas, é paralisado (Pimenta et al., 2010; Alves et al., 2012; Bewley et al., 2014). No entanto, são escassos estudos relacionados sobre a influência da temperatura do ar que simulem as condições de variação ocorridas ao longo do dia nos parâmetros germinativos e de crescimento inicial de maracujazeiro azedo. Havendo flutuações de temperatura do ar que são compatíveis com as necessidades para que ocorra a germinação e estabelecimento das plantas (Shen et al., 2008; Yang et al., 2014).

A utilização de sementes com alta qualidade genética contribui para o sucesso na germinação e para o estabelecimento das culturas no local definitivo de cultivo (Andrade e Jasper, 2013). Além disso, a seleção de progênies promissoras em

programas de melhoramentos poderá contribuir para reduzir o efeito de dormência observada nas espécies de maracujazeiro azedo (Santos et al., 2015), tendo em vista que o processo germinativo pode variar entre as espécies e em genótipos dentro da mesma espécie (Andrade e Jasper, 2013; Lone et al., 2014).

Dessa forma, objetivou-se avaliar neste trabalho, a resposta da emergência e vigor de plântulas em cultivares de maracujazeiro azedo quando submetidas a diferentes amplitudes térmicas do ar.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido de agosto a setembro de 2016, em câmara de germinação com condições controladas de fotoperíodo e temperatura do ar, na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão/Pomar Campus, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

O ensaio foi conduzido no esquema fatorial  $5 \times 3$  (cinco amplitudes de temperatura do ar e três cultivares comerciais de maracujazeiro azedo), em delineamento inteiramente localizado, com seis repetições por tratamento e 25 sementes por unidade experimental. As amplitudes de temperatura do ar empregadas foram de 25 °C constante ( $25\text{ °C} \pm 0\text{ °C}$ ), 22,5 – 27,5 °C ( $25\text{ °C} \pm 2,5\text{ °C}$ ), 20,0 – 30,0 °C ( $25\text{ °C} \pm 5,0\text{ °C}$ ), 17,5 – 32,5 °C ( $25\text{ °C} \pm 7,5\text{ °C}$ ) e 15 – 35 °C ( $25\text{ °C} \pm 10,0\text{ °C}$ ) e os cultivares comerciais utilizados foram o BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master, conforme nome registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018). As sementes dos cultivares de maracujazeiro azedo utilizados neste experimento foram adquiridas junto ao Viveiro Flora Brasil, Araguari, Minas Gerais, Brasil.

A temperatura média de 25 °C foi escolhida para a aplicação de diferentes amplitudes térmicas do ar, pelo fato desta temperatura ser a mais adequada para o processo germinativo das sementes e desenvolvimento inicial das plântulas de maracujazeiro azedo, como verificado em teste pré-avaliativo (dados contidos no Capítulo I). O fotoperíodo foi de 8 h, com as luzes acesas no período diurno (8 h às 18 h) e 16 h sem fotoperíodo, com as luzes apagadas no período noturno (18 h 01 min h às 7h 59 min). A temperatura inferior do ar foi estabelecida na ausência de fotoperíodo, enquanto a temperatura superior do ar foi estabelecida na presença de fotoperíodo. As sementes foram selecionadas e padronizadas quanto ao tamanho e o peso, na qual foram

semeadas em substrato inerte (areia lavada) à profundidade de 2 cm e espaçadas a 4 cm entre linhas. A irrigação foi realizada diariamente, mantendo o substrato suficientemente úmido para favorecer a germinação e emergência das plântulas.

Diariamente foi realizada a contagem de sementes emergidas, iniciando ao 7º dia após a semeadura (DAS) e finalizando ao 28º DAS, na qual se verifica a estabilização do processo germinativo, conforme metodologia contida na Regra para Análise de Sementes (RAS) para a cultura do maracujazeiro azedo (Brasil, 2009). Seguindo a metodologia proposta por Ferreira e Borghetti (2004), foi avaliada a percentagem de emergência aos 7, 14, 21 e 28 DAS, o tempo médio de emergência (TME) e o índice de velocidade de emergência (IVE). Ao final do experimento foi avaliado, com auxílio de uma régua graduada em milímetro, o comprimento da parte aérea (CPA), da raiz (CR) e total (CT) em centímetro (cm). Após as medições biométricas, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de secagem com circulação forçada de ar à temperatura constante de 65 °C durante 48 h até atingir peso constante, para mensurar a massa seca individual de plântulas (MSI) com o auxílio de balança semianalítica.

Os dados de percentagem de emergência apresentaram distribuição normal, portanto, não houve necessidade de transformação dos dados para análise. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5 % de probabilidade. As médias referentes aos cultivares de maracujazeiro azedo foram comparadas pelo teste “Tukey” ( $p < 0,05$ ) de probabilidade. Os dados referentes às amplitudes de temperatura do ar foram submetidos à análise de regressão polinomial ( $p < 0,05$ ). Para análise dos dados utilizou-se do software estatístico GENES (Cruz, 2013). Em relação à emergência de plântulas ao longo do período de avaliação, foi realizada uma análise descritiva dos dados, percorrendo sobre o comportamento em cada amplitude de temperatura do ar e cultivar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados, a emergência das plântulas foi mais precoce nos tratamentos com amplitudes térmicas de 22,5-27,5 e 20-30 °C, iniciando ao 8º DAS para ambas as condições e estabilizando o processo de emergência aos 22 e 21 DAS, respectivamente (Figura 1). A maior necessidade de dias para o início da emergência foi verificada nos tratamentos com temperatura constante de 25 °C (10 DAS) e na amplitude de 15 – 35 °C (13 DAS), sendo que na maior amplitude não houve estabilidade no processo de emergência das plântulas durante o período avaliado. Na amplitude térmica de 17,5 – 32,5 °C, a emergência iniciou aos 9 DAS e estabilizou aos 26 DAS.

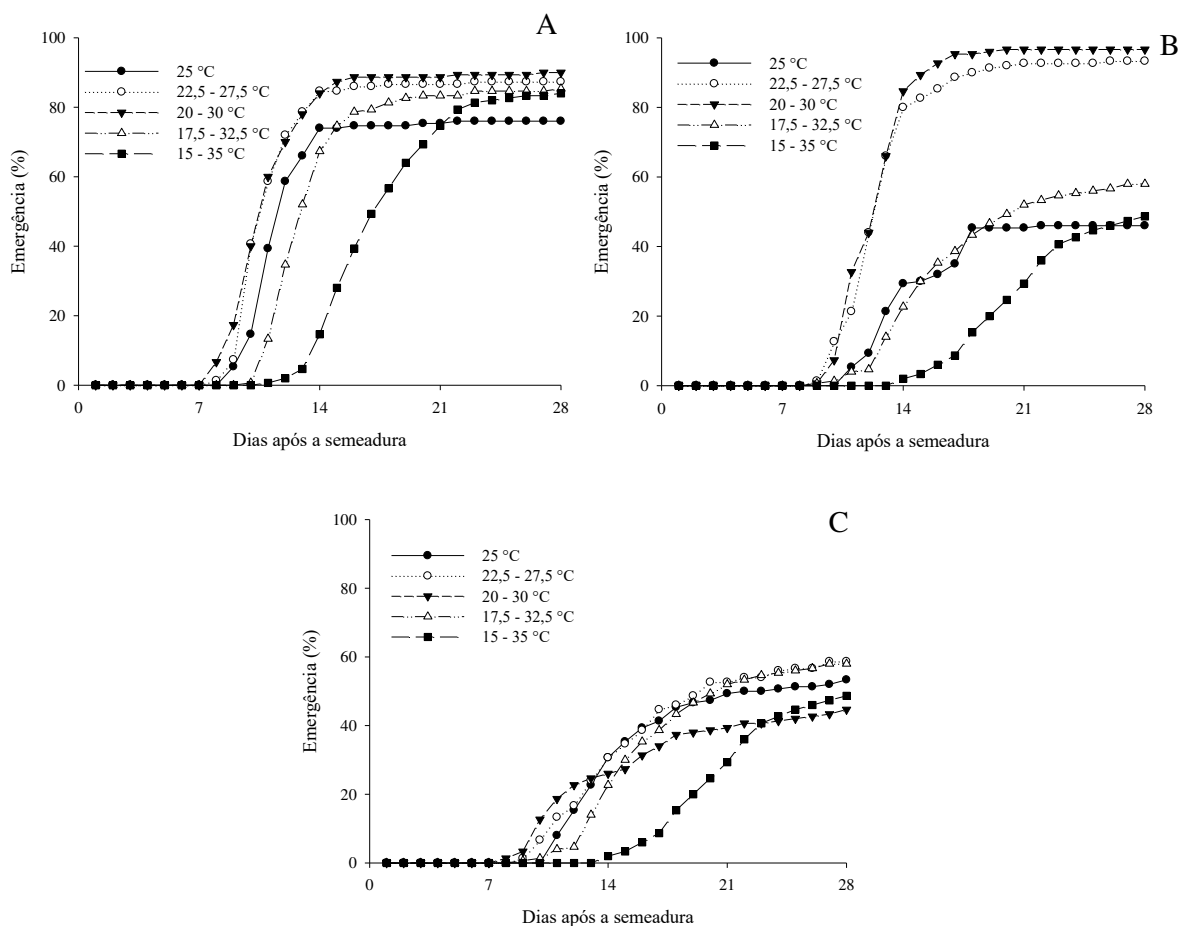


Figura 1. Evolução da emergência em cultivares de maracujazeiro azedo BRS SC1 (A), BRS GA1 (B) e FB 200 Yellow Master (C) avaliado até o 28º dias após a semeadura em função das condições térmicas do ar.

Pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009), o teste de germinação em *Passiflora edulis* deve ser realizado na temperatura constante de 25 °C ou na variação de 20-30 °C. No entanto, pelos resultados apresentados, constata-se que a amplitude de  $\pm 5$  °C pode ser mais eficiente em relação à temperatura constante, o que pode ser um ponto positivo, uma vez que esta potencializando a avaliação germinativa de cultivares ou lotes de sementes de maracujazeiro azedo.

De acordo com a análise de variância, verifica-se que a interação amplitude térmica do ar  $\times$  cultivares influenciou significativamente o percentual de emergência (14, 21 e 28 DAS), o índice de velocidade de emergência e o comprimento da parte aérea das plântulas (Tabela 1). Os fatores isolados amplitude térmica e cultivar exerceram ação significativa nas variáveis: tempo médio de germinação, comprimento total e comprimento de raiz, enquanto houve diferença entre os cultivares para a massa seca individual das plântulas de maracujazeiro azedo. Os dados referentes ao percentual de emergência aos 7 DAS não foram apresentados, devido não ter ocorrido emergência de plântulas nesse período.

Comportamento semelhante dos dados foi verificado por Andrade e Jasper (2013), ao relatarem que a emergência de plântulas em mamoeiro (*Carica papaya* L.) respondeu a interação temperatura  $\times$  cultivar. Avaliando os parâmetros relacionados à germinação em pitaya (*Hylocereus undatus*), Lone et al. (2014) observaram que a interação genótipo  $\times$  temperatura influenciou significativamente o percentual de germinação, o índice de emergência e o tempo médio de germinação. Alves et al. (2012) descreveram que as condições térmicas do ar influenciam o crescimento inicial das plântulas de cabaceira (*Crataeva tapia* L.) cultivado em diferentes substratos.

Os valores de emergência de plântulas aos 14, 21, 28 DAS dos cultivares de maracujazeiro azedo em função da amplitude térmica do ar são apresentados na Figura 2. O cultivar BRS SC1 apresentava 89,7% das plântulas emergidas quando submetida à amplitude de  $\pm 3,6$  °C e estabilizou em 84,3%, independentemente da amplitude térmica do ar imposta aos 28 DAS (Figura 2A, B e C). Aos 14 DAS, o cultivar BRS GA1 apresentou 84,6% das plântulas emergidas quando submetida à amplitude próxima à  $\pm 5$  °C e, a partir dos 21 DAS, como totalidade de emergência de plântula nesta mesma amplitude. Dentre os cultivares avaliados, o FB 200 Yellow Master foi o que obteve os menores valores, com apenas 31,8 % das plântulas emergidas na amplitude máxima estimada de  $\pm 2,1$  °C, com médias abaixo de 60% de plântulas emergidas aos 21 e 28 DAS, independente da amplitude térmica do ar.

Pode-se inferir que a constituição genética é um importante regulador do processo germinativo, apresentando interação com as variações térmicas do ar que ocorrem ao longo dos dias. Isso é confirmado por Lone et al. (2014) ao avaliarem a germinação de sementes em genótipos de pitaya e verificarem que o processo germinativo é resposta da interação genótipo × temperatura do ar.

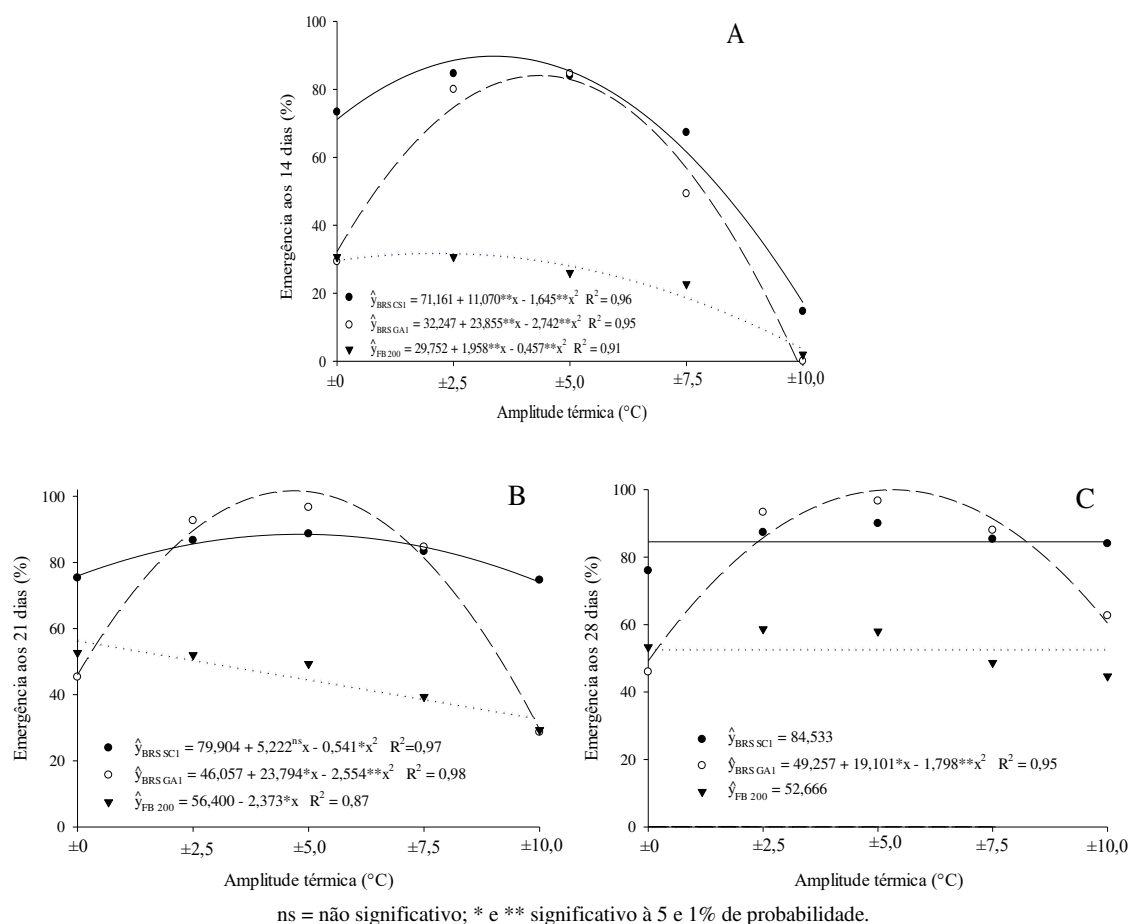
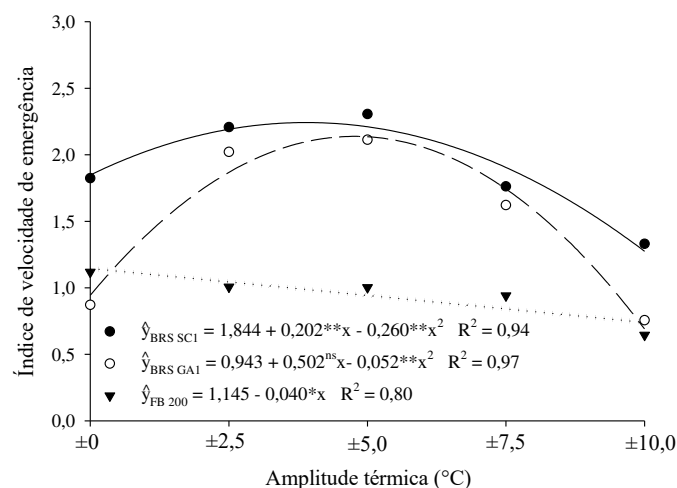


Figura 2. Emergência aos 14 (A), 21 (B), 28 (C) dias após a semeadura em cultivares de maracujazeiro azedo BRS SC1 (—), BRS GA1 (- - -) e FB 200 Yellow Master (· · ·) em função da amplitude térmica do ar.

Os valores de índice de velocidade de emergência foram elevados até a amplitude máxima estimada de  $\pm 3,9$  °C no cultivar BRS SC1 e  $\pm 4,8$  °C no BRS GA1, com valores de IVE de 2,236 e 2,154, respectivamente (Figura 3). No cultivar FB 200 Yellow Master, o IVE foi reduzido em 0,040 por incremento unitário da amplitude térmica do ar, decrescendo de 1,145 na temperatura constante de 25 °C para 0,745 na amplitude térmica do ar de 15 – 35 °C.



ns = não significativo; \* e \*\* significativo à 5 e 1% de probabilidade.

Figura 3. Índice de velocidade de emergência em cultivares de maracujazeiro BRS SC1 (—), BRS GA1 (- - -) e FB 200 Yellow Master (· · ·) em função da amplitude térmica do ar.

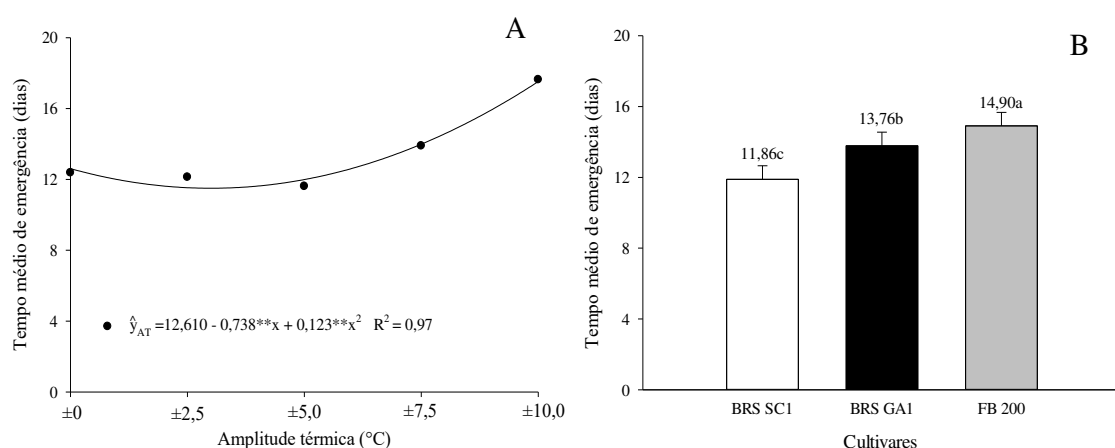
A temperatura do ar tem influência diretamente no processo germinativo e interfere na percentagem e na velocidade de emergência de plântulas, pois afeta a velocidade de absorção da água pelas sementes e atua nas reações enzimáticas e bioquímicas que regulam o metabolismo e a degradação de reservas (amidos, lipídeos e proteínas), conforme relatam Marcos Filho (2005); Welter et al. (2011) e Bewley et al. (2014). Há limites ou amplitude de temperatura do ar em que a germinação ocorre de forma mais eficaz e de forma rápida, permitindo a estabilização e adaptação das plantas em campo frente às condições climáticas impostas e pode variar entre genótipos da mesma espécie (Shen et al., 2008; Yang et al., 2014, Santos et al., 2015).

Em várias espécies silvestre de maracujazeiro têm-se verificado que a amplitude térmica do ar influencia na germinação e emergência de plântulas, como verificado por Osipi e Nakagawa (2005) em maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryander), por Zucareli et al. (2009) em maracujazeiro-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) e por Zucareli et al. (2015) em maracujá flor-da-paixão (*Passiflora incarnata* L.), que relatam que a amplitude térmica de 20–30 °C mostrou-se mais eficiente na superação da dormência presentes nas passifloráceas. No entanto, informações sobre a espécie mais importante do ponto de vista comercial, ainda não estava elucidada.

A elevação da amplitude térmica do ar influenciou o TME das plântulas de maracujazeiro azedo (Figura 4A). Verifica-se que as sementes submetidas à amplitude de  $\pm 3$  °C levou, em média, 11,5 dias para que as plântulas emergissem. Amplitudes

acima dessa elevou o tempo médio necessário para emergência das plântulas, atingindo o valor de 17,5 dias na amplitude 15 – 35 °C.

O processo germinativo ocorre dentro de determinados limites de temperatura, existindo amplitudes térmicas adequadas, que acima ou abaixo dela, não há germinação e consequentemente emergência de plântulas, sendo que em faixas consideradas ótimas, o processo germinativo ocorre de forma eficaz, otimizando os processos fisiológicos e bioquímicos ligados à germinação e ao crescimento das plântulas em um menor espaço de tempo (Pimenta et al., 2010; Oliveira e Lemes, 2014).



ns = não significativo; \* e \*\* significativo à 5 e 1% de probabilidade. Média seguidas de mesma letra minúscula entre às colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

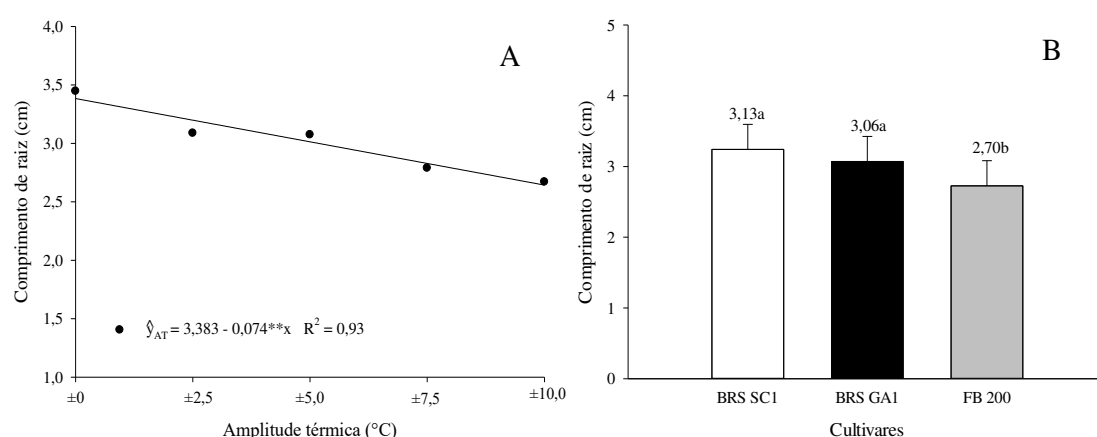
Figura 4. Tempo médio de emergência em função da amplitude térmica do ar (A) e dos genótipos de maracujazeiro azedo (B).

Dentre os cultivares avaliados, o BRS SC1 foi o que necessitou de menor TME das plântulas, em média 11,86 dias, seguido pelo BRS GA1, com TME de 13,76 dias e o FB 200 Yellow Master com valor médio de 14,9 dias para a emergência das plântulas (Figura 4B). Comparativamente em pitaya, o tempo médio de germinação diferiu entre os genótipos avaliados, onde a germinação variou de 4,3 dias (genótipo mais precoce) até 13,5 dias (genótipo mais tardio), conforme relatam Lone et al. (2014). Os resultados de TME das plântulas de maracujazeiro observados são promissores, uma vez que Silva et al. (2015b) verificaram o valor de 14,1 dias no TME em sementes de maracujazeiro azedo submetidas a amplitude térmica do ar de 20 – 30 °C.

O comprimento da raiz no maracujazeiro azedo foi reduzido em 0,074 cm por aumento unitário da amplitude térmica do ar (Figura 5A). As plântulas expostas à temperatura constante de 25 °C apresentaram comprimento radicular de 3,38 cm, sendo reduzidas para 2,64 cm quando submetidas à temperatura de 15 – 35 °C; demonstrando

que a elevação da amplitude térmica do ar em  $\pm 10$  °C comprometeu em 21,9 % o CR das plântulas de maracujazeiro azedo.

Esses resultados podem ser devidos às condições extremas de temperatura do ar que as plântulas foram submetidas. Em temperatura considerada baixa (15 °C) pode até ocorrer a embebição da semente, no entanto, o desenvolvimento das estruturas do embrião é limitado, dentre elas, a radícula (Marini et al., 2012). Por outro lado, em temperaturas elevadas ocorre o crescimento radicular, mas o desenvolvimento subsequente da plântula é limitado pela deterioração do embrião e pela liberação de exsudados no meio germinativo, permitindo o desenvolvimento de fungos patogênicos que degradam as estruturas de desenvolvimento das plântulas (Steiner et al., 2009).



ns = não significativo; \* e \*\* significativo à 5 e 1% de probabilidade. Média seguidas de mesma letra minúscula entre às colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5 % de probabilidade.

Figura 5. Comprimento de raiz de plântulas de maracujazeiro azedo em função da amplitude térmica do ar (A) e dos genótipos (B).

O comprimento radicular variou em relação aos cultivares avaliados, conforme verificado na Figura 5B. Os cultivares BRS SC1 e BRS GA1 apresentaram os maiores comprimentos de raiz e não diferenciaram entre si, com valores de 3,13 e 3,06 cm. Enquanto, o maracujazeiro FB 200 Yellow Master obteve o valor de 2,7 cm no CR. Steiner et al. (2009) verificaram comportamento semelhante em rabanete (*Raphanus sativus* L.), ao descreverem que a variável comprimento da raiz é uma característica inerente a cada cultivar, tendo em vista que pode existir cultivares de raízes curtas e longas.

O comprimento da parte aérea dos cultivares de maracujazeiro azedo foi elevado em função do aumento na amplitude térmica do ar (Figura 6). Foram verificados que para os cultivares de maracujazeiro azedo avaliado, o CPA foi aumentando até a amplitude térmica de  $\pm 4,0$  °C (BRS SC1),  $\pm 3,9$  °C (BRS GA1) e  $\pm 4,3$  °C (FB 200

Yellow Master), com valores de 6,9, 6,5 e 5,6 cm, respectivamente. Amplitudes maiores que as máximas estimadas, reduziram o comprimento da parte aérea. Ao avaliar os valores máximos obtidos, observa-se que os valores de CPA no cultivar BRS SC1 foram superiores em 6,1 % ao BRS GA1 e 23,2 % ao FB 200 Yellow Master, demonstrando que existe influencia genética nesta variável para os cultivares avaliados quanto ao crescimento e a exigência térmica.

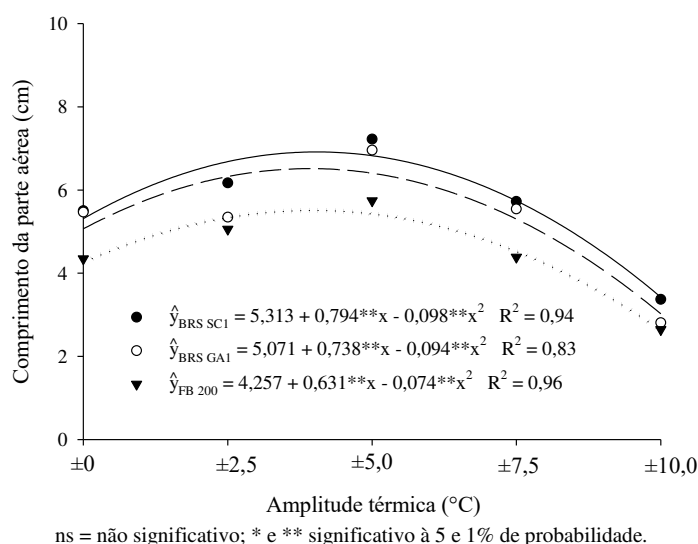


Figura 6. Comprimento da parte aérea de plântulas em cultivares de maracujazeiro BRS SC1 (—), BRS GA1 (- - -) e FB 200 Yellow Master (· · ·) em função da amplitude térmica do ar.

A redução no CPA em altas amplitudes térmicas evidencia que em condições de temperaturas extremas, como foi o caso da amplitude de 15 – 35 °C pode ocorrer processos degenerativos da semente, o que afeta o desenvolvimento do embrião. Em baixa temperatura (15 °C), a respiração ocorre de forma mais lenta e as reservas, por sua vez, não são utilizadas de forma rápida, o que pode ter afetado o transporte desses assimilados para o embrião (Marini et al., 2012). Por outro lado, em temperaturas elevadas (35 °C) podem ter ocorrido transformações degenerativas da semente, dentre elas, o extravasamento de substâncias para o meio, que favoreceu o desenvolvimento de microrganismos patogênicos (fungos e bactérias), fenômeno que indica a deterioração e/ou a morte da semente (Zucarelli et al., 2009; Bewley et al., 2014).

O comprimento total foi elevado até o valor de 9,32 cm na amplitude térmica estimada de  $\pm 3,3$  °C, sendo que amplitudes maiores resultaram em decréscimo na variável, até atingir o menor valor de 5,7 cm na amplitude térmica do ar de  $\pm 10$  °C (Figura 7A). Comportamento semelhante foi verificado por Alves et al. (2012), ao

constatarem que o comprimento de plântulas em *Crataeva tapia* L. foi reduzido nas temperaturas constantes médias de 20 e 35 °C (temperatura mais baixa e mais elevada testada no experimento) e foi maiores valores de CT na amplitude térmica do ar de 20 – 30 °C.

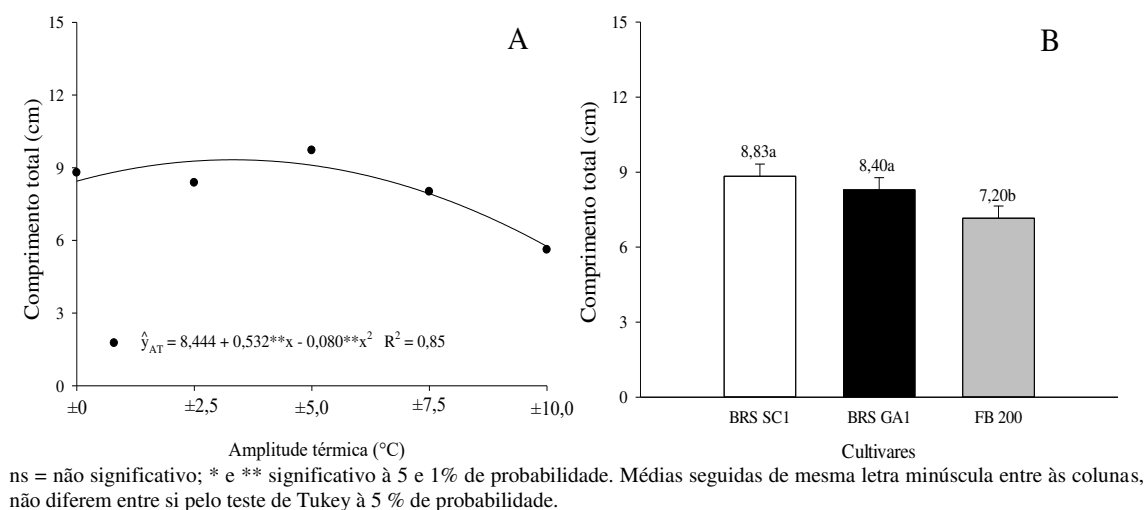
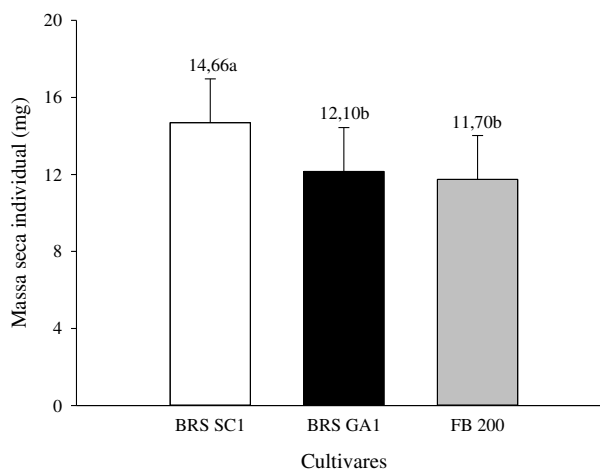


Figura 7. Comprimento total de plântulas de maracujazeiro azedo em função da amplitude térmica do ar (A) e dos genótipos (B).

O comprimento total das plântulas variou entre os genótipos, sendo que os cultivares BRS SC1 (8,83 cm) e BRS GA1 (8,40 cm) não diferiram entre si quanto o CT, enquanto o menor valor foi observado no cultivar FB 200 Yellow Master (Figura 7B). Essa tendência está em conformidade com os resultados apresentados por Santos et al. (2015), ao demonstrarem que o crescimento inicial de plântulas em genótipos de maracujazeiro azedo é dependente e influenciado pela constituição genética dos genótipos avaliados. Em contrapartida, contradiz os observados por Alexandre et al. (2004) ao não constatarem diferenças significativas entre progênies de maracujazeiro azedo quanto ao comprimento total das plântulas.

A massa seca individual das plântulas de maracujazeiro azedo diferiu entre os cultivares testados (Figura 8). O cultivar BRS SC1 apresentou MSI de 14,66 mg planta<sup>-1</sup>, com superioridade de 21,1 e 25,3 % aos cultivares BRS GA1 (12,1 mg) e FB 200 Yellow Master (11,7 mg), respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2015) em plântulas de maracujazeiro azedo oriundas de sementes de polinização aberta e autopolinização, ao verificarem que a maior massa seca das plântulas varia entre os genótipos e está condicionada a presença de efeitos genéticos. A massa seca de plântulas é uma variável que verifica a qualidade fisiológica e sanitária de

lotes de sementes e de genótipos, ao avaliar a eficiência de transferência das reservas da semente para o crescimento do eixo embrionário (Alves et al., 2012; Bewley et al., 2014).



Médias seguidas de mesma letra minúscula entre às colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5 % de probabilidade.

**Figura 8. Massa seca individual de plântulas nos cultivares de maracujazeiro azedo.**

## CONCLUSÕES

Amplitude térmica do ar próximo a  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  favorece o processo germinativo, a velocidade de emergência e o crescimento inicial das plântulas dos cultivares de maracujazeiro azedo.

A emergência, comprimento da parte aérea e total das plântulas do maracujazeiro azedo são afetados em alta amplitude térmica do ar ( $15 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

A germinação de sementes, o crescimento de plântula e o acúmulo de biomassa são variáveis entre os cultivares. Os cultivares BRS SC1 e BRS GA1 foram os que obtiveram os melhores resultados de emergência e vigor de plântula.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S. PARIZZOTO, A.; BRUCKNER, C. H. Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1239-1245, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004001200011>

ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. S.; MOURA, M. F.; GUEDES, R. S.; ESTRELA, F. A. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1208-1215, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000400030>

ANDRADE, R. A.; JASPER, S. P. Temperatura na emergência de quatro variedades de mamoeiro. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n. 4, p. 401-406, 2013. <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/272>

BERNARCCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora edulis* sims: The correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 566-576, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200053>

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2014. 407 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CAVOCHIOLI, J. C.; CORRÊA, L. S.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Características físicas e químicas de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 905-914, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000300026>

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>

FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

LONE, A. B.; COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2251>

MAPA. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <<http://www.sistemas.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 07 de março de 2018.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARINI, P.; MORAES, C. L.; MARINI, N.; MORAES, D. M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000400014>

MELLETTI, L. M. M. Avanço na cultura do maracujazeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 83-91, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500012>

OLIVEIRA, A. K. M.; LEMES, F. T. F. Germinação de sementes e formação de plântulas de *Lafoensia pacari* sob diferentes temperaturas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 4, p. 471-477, 2014.

OSIPI, E. A. F.; NAKAGAWA, J. Temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 179-191, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452005000100048>

PIMENTA, R. S.; LUZ, P. B.; PIVETTA, K. F. L.; CASTRO, A.; PIZETTA, P. U. C. Efeito da maturação e temperatura na germinação de sementes de *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud – Arecaceae. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 31-34, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100004>

SANTOS, C. E. M.; MORGADO, M. A. D.; MATIAS, R. G. P.; WAGNER JUNIOR, A.; BRUCKNER, C. H. Germination and emergence of passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds obtained by self- and open-pollination. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 4, p. 489-493, 2015. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v37i4.19616>

SHEN, J. B.; XU, L. Y.; JIN, X. Q.; CHEN, J. H.; LU, H. F. Effect of temperature regime on germination of seed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 63, n. 2, p. 249-256, 2008. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.2008.00630.x>

SILVA, R. L.; CAVALVANTE, I. H. L.; SOUSA, K. S. M.; GALHARDO, C. X.; SANTANA, E. A.; LIMA, D. D. Qualidade do maracujá amarelo fertirrigado com nitrogênio e substâncias húmicas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 4, p. 479-487, 2015a. <http://dx.doi.org/10.14295/CS.v6i4.1701>

SILVA, S. M.; OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, R. F.; SÁ JUNIOR, A.; SANTOS, C. M. Aryn removal methods and passion fruit seed positions: Germination and emergence. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 125-130, 2015b. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n2146373>

STEINER, F.; PINTO JÚNIOR, A. S.; ZOZ, T.; GUIMARÃES, V. F.; DRANSKI, J. A. L.; RHEINHEIMER, A. R. Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p. 430-434, 2009. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v4i4a10>

WELTER, M. K.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S. C. P.; CHANG, M. T.; MENDES, E. P. Germinação de sementes de maracujá amarelo azedo em função de tratamentos térmicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 5, n. 3, p. 227-232, 2011. <http://revista.ufr.br/agroambiente/article/viewFile/626/618>

YANG, S.; LI, X.; YANG, Y.; YIN, X.; YANG, Y. Comparing the relationship between seed germination and temperature for *Stipa* species on the Tibetan Plateau. **Botany**, Ottawa, v. 92, n. 12, p. 895-900, 2014. <http://dx.doi.org/10.1139/cjb-2014-0105>

ZUCARELI, V.; FERREIRA, G.; AMARO, A. C. E.; ARAÚJO, F. P. Fotoperíodo, temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 106-114, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000300012>

ZUCARELI, V.; HENRIQUE, L. A.; ONO, E. O. Influence of light and temperature on the germination of *Passiflora incarnata* L. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 34, n. 2. p. 162-167, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n2147082>

## ANEXO

Tabela 1. Resumo da análise de variância, pelo quadrado médio, dos efeitos da amplitude térmica do ar (T) e dos cultivares de maracujazeiro azedo (C) sob a emergência e crescimento de plântulas

| FV       | G  | Quadrado Médio       |                      |                      |                    |                    |                    |                    |                    |                     |
|----------|----|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|          |    | %Emer14              | %Emer21              | %Emer28              | TMG                | IVE                | CT                 | CPA                | CR                 | MSI                 |
| Blocos   | 5  | 113,24 <sup>ns</sup> | 158,47 <sup>ns</sup> | 168,28 <sup>ns</sup> | 1,56 <sup>ns</sup> | 0,11 <sup>ns</sup> | 0,89 <sup>ns</sup> | 0,49 <sup>ns</sup> | 0,34 <sup>ns</sup> | 30,23 <sup>ns</sup> |
| Temp (T) | 4  | 10610,40**           | 3690,40**            | 1542,00**            | 108,17**           | 2,34**             | 38,90**            | 32,37**            | 1,21**             | 19,52 <sup>ns</sup> |
| Cul (C)  | 2  | 13739,91**           | 10796,97**           | 8378,84**            | 70,47**            | 6,81**             | 21,47**            | 10,84**            | 1,63**             | 77,74**             |
| T × C    | 8  | 1401,46**            | 1398,53**            | 876,40**             | 1,14 <sup>ns</sup> | 0,68**             | 0,88 <sup>ns</sup> | 0,87**             | 0,49 <sup>ns</sup> | 14,07 <sup>ns</sup> |
| Resíduo  | 70 | --                   | --                   | --                   | --                 | --                 | --                 | --                 | --                 | --                  |
| CV (%)   |    | 26,44                | 19,66                | 17,71                | 9,19               | 24,97              | 9,63               | 9,63               | 19,38              | 28,73               |

\*\* = significativo a 1 % de probabilidade; \* = significativo a 5 % de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo.

#### 4. CAPÍTULO III

### DURAÇÃO DE CICLO, TEMPERATURA BASAL INFERIOR E SOMA TÉRMICA NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO<sup>2</sup>

#### RESUMO

A temperatura média do ar é considerada uma das variáveis climáticas que mais afeta o crescimento inicial de maracujazeiro azedo, influenciando a qualidade da muda, na indicação de genótipos promissores e no zoneamento agroclimático. Os efeitos das condições térmicas nas plantas podem ser mensurados através da determinação da temperatura base inferior e da soma térmica acumulada. No entanto, é inexistente informações sobre a avaliação de parâmetros relacionados à temperatura do ar no crescimento inicial em genótipos de maracujazeiro azedo. Objetivou-se determinar a duração do ciclo para formação da muda, temperatura basal inferior e soma térmica de maracujazeiro azedo durante a formação das mudas. O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil e conduzido em blocos casualizados, no esquema fatorial  $6 \times 6$ , envolvendo seis épocas de semeadura (E1: 13/03/2015, E2: 13/05/2015, E3: 13/07/2015, E4: 13/09/2015, E5: 13/11/2015 e E6: 13/01/2016) e três genótipos de maracujazeiro azedo do programa de melhoramento da UFV (UFVM0115, UFVM0215, UFVM0315) e três cultivares comerciais (BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master). Foi determinada a duração do ciclo, em dias, para formação das mudas; a temperatura base inferior pelo método do menor valor do quadrado médio do erro e a soma térmica, em °C dia. Os valores estimados das temperaturas base inferior foram de 10,5, 9,5, 16,0, 13,5, 14,0 e 14,5 °C, respectivamente para os genótipos UFVM0115, UFVM02015, UFVM0315, BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master. A soma térmica estimada foi de 1.241,9 °C dia no UFVM0115, 1.438,5 °C dia no UFVM0215, 943,5 °C dia no UFVM0315, 1.017,6 °C dia no BRS SC1, 1.028,2 °C dia no BRS GA1 e 902,5 °C dia no FB 200 Yellow Master.

**Termos de indexação:** *Passiflora edulis* Sims, genótipos, temperatura do ar, constante térmica.

---

<sup>2</sup>Manuscrito submetido em 17 /11/2017 ao periódico *Anais da Academia Brasileira de Ciências*

## CYCLE DURATION, BASE TEMPERATURE AND GROWING THERMAL TIME IN PASSION FRUIT SEEDLING PRODUCTION

### ABSTRACT

The average temperature of the air is considered one of the climatic variables that most affects the initial growth of passion fruit, influencing the quality of the seedling, the indication of promising genotypes and the agroclimatic zoning. The effects of the thermal conditions on the plants can be measured by determining the lower base temperature and the accumulated thermal time. However, there is no information on the evaluation of parameters related to air temperature at initial growth in passion fruit genotypes. The objective of this experiment was to determine the duration of the cycle for seedling formation, lower basal temperature and the thermal time of passion fruit during the formation of seedlings. An experiment was carried out at the Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil and conducted in randomized blocks, in a 6 × 6 factorial scheme, involving six sowing seasons (E1: 03/13/2015, E2: 05/13/2015, E3: 07/13/2015, E4: 09/13/2015, E5: 11/13/2015 and E6: 01/13/2016) and three sprouts genotypes from the UFV breeding program (UFVM0115, UFVM0215, UFVM0315) and three commercial cultivars (BRS SC1, BRS GA1 and FB 200 Yellow Master). The cycle duration, in days, was determined for seedling formation; the lower base temperature by the method of the smallest mean square of the error and the thermal time in °C day. The values of the lower base temperatures were 10.5, 9.5, 16.0, 13.5, 14.0 and 14.5 °C respectively for the genotypes UFVM0115, UFVM0215, UFVM0315, BRS SC1, BRS GA1 and FB 200 Yellow Master. The estimated thermal time was 1,241.9 °C day in UFVM0115, 1,438.5 °C day in UFVM0215, 943.5 °C day in UFVM0315, 1,017.6 °C day in BRS SC1, 1028.2 °C day on the BRS Giant Yellow and 902.5 °C day on the FB 200 Yellow Master.

**Index terms:** *Passiflora edulis* Sims, genotypes, air temperature, thermal constant.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro país maior produtor de frutas do mundo, atrás apenas da China e da Índia (Silva e Viana, 2012). Dentre as frutíferas produzidas no Brasil, o maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) se destaca com uma produção de 703,489 mil t em uma área aproximada de 50,20 mil ha (IBGE, 2016), o que torna o país, maior produtor mundial de maracujá. Isso se deve as várias finalidades do maracujazeiro azedo na agroindústria alimentícia como o processamento de suco, doces e compotas; além da recente utilização nas áreas de cosméticos e medicinais (Costa et al., 2011).

A produção em escala comercial das mudas de maracujazeiro azedo é exclusivamente realizada através de sementes (Nogueira Filho et al., 2011), constituindo um dos primeiros passos para o sucesso da atividade do produtor (Costa et al., 2009). Dentre os fatores que limitam a produção de mudas, destacam-se o uso de genótipos não adaptados à região de cultivo e as condições climáticas, relacionadas à temperatura do ar (Souza e Martins, 2014; Anzanello e Biasi, 2016). Essas variáveis são as mais relevantes para as estratégias de manejo e otimização da produção de mudas de qualidade (Martins et al., 2012).

Com isso, o conhecimento das condições térmicas e sua influência no crescimento e no desenvolvimento das plantas constitui um dos fatores essenciais para a maximização da produção, no zoneamento agroclimático de espécies cultivadas e que proporcione redução no risco de perdas na atividade agrícola (Tazzo et al., 2015). Para determinação desses fatores, utiliza-se de parâmetros climáticos como a temperatura base e a soma térmica no crescimento e desenvolvimento vegetal de mudas. Segundo Luz et al. (2012), essas variáveis são as mais importantes na seleção de genótipos adaptados a região de cultivo, na definição da época e locais adequados, na modelagem do crescimento e na estimativa de duração do ciclo das plantas.

De acordo com Lago et al. (2009) e Pilau et al. (2011), a temperatura base inferior ( $T_b$ ) baseia-se na resposta da planta às condições térmicas do ar, destacando a existência de uma faixa de temperatura que controla o crescimento e desenvolvimento vegetal. A  $T_b$  de uma cultura é considerada aquela temperatura que igual ou abaixo dela, os processos fisiológicos, metabólicos, de crescimento e desenvolvimento são paralisados ou ocorrem em taxas tão reduzidas, que para fins de cálculo são desprezadas (Lago et al., 2009; Souza et al., 2010). Para determinação da temperatura base inferior são utilizados vários métodos, havendo a necessidade de observações fenológicas em

uma série de épocas de semeadura ou da mesma época, mas em locais distintos e com temperaturas contrastantes (Luz et al., 2012).

A soma térmica (ST) expressa de forma simples, o tempo biológico das plantas (Gilmore e Rogers, 1958; Arnold, 1959), obedecendo à premissa que existe uma relação linear simples positiva entre o acúmulo diário de temperatura do ar e o crescimento do vegetal. A soma térmica fundamenta-se no acúmulo diário de unidades térmicas para atingir um determinado estágio de desenvolvimento, acima de uma temperatura base inferior e abaixo de uma temperatura base superior (TB), sendo que a TB é dificilmente atingida em condições de campo e pode ser desconsiderada para fins de cálculo (Pilau et al., 2011). A determinação das unidades térmicas é de essencial importância para otimizar a produção e a qualidade das mudas, auxiliar em programas de melhoramento e na escolha correta de espécies e genótipos mais adaptados as condições climáticas do local de cultivo (Martins et al., 2012; Souza e Martins, 2014).

Nesse contexto, o surgimento de informações relacionadas à fenologia do crescimento inicial de genótipos de maracujazeiro e a influência de parâmetros de temperatura do ar no desenvolvimento e no tempo de formação de mudas, pode ser um indicador para a seleção de genótipos promissores no cultivo de maracujazeiro. Principalmente, em regiões onde a temperatura do ar é um fator limitante para a exploração e produção de maracujá, possibilitando a elaboração de estratégias de manejo para uma produção mais adequada (Matos et al., 2014).

Diante do exposto e da importância da cultura do maracujazeiro na produção de frutas e da escassez de informações de parâmetros climáticos que auxiliem no planejamento, manejo e na seleção de genótipos mais adaptados a produção de mudas. Objetivou-se determinar a duração do ciclo, a temperatura basal inferior (Tb) e a soma térmica de genótipos de maracujazeiro azedo durante a formação das mudas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de março de 2015 a abril de 2016, em casa de vegetação localizada na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão/Pomar Campus pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (latitude 20°45' S, longitude 42°52' W, e 648 m de altitude) e segundo classificação de Koppen, o clima é do tipo Cwa, tropical de altitude com invernos secos e verões quentes e chuvosos (Alvares et al., 2013).

O experimento foi conduzido no esquema fatorial 6 × 6 em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições e três plantas por parcela. Os fatores corresponderam a seis épocas de semeadura (E1: 13/março/2015; E2: 13/maio/2015; E3: 13/julho/2015; E4: 13/setembro/2015; E5: 13/novembro/2015 e E6: 13/janeiro/2016) e três genótipos de maracujazeiro azedo oriundos do programa de melhoramento da UFV [UFVM0115 (UFVM2012 × UFVM0112), UFVM0215 (UFVM1512 × UFVM1612), UFVM0315 (UFVM2312 × UFVM2012)] e três cultivares comerciais (BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master), conforme nomes registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018). Essas datas de semeadura foram escolhidas para que as plantas pudessem se desenvolver em diferentes condições climáticas (Rosa et al., 2009).

Como substrato para crescimento e desenvolvimento das plantas, utilizou-se de uma mistura na proporção 3:1:1:1 de argissolo coletado na profundidade de 0 a 20 cm, areia lavada, esterco bovino curtido e substrato comercial a base de casca de pinus (Plantmax®), respectivamente. No momento do preparo do substrato, foi realizada a correção do solo quanto à acidez com 4,9 g de calcário dolomítico  $\text{saco}^{-1}$  e a adubação mineral com 0,54 g  $\text{saco}^{-1}$  de ureia (45 % de N), 6,12 g de superfosfato simples  $\text{saco}^{-1}$  (18 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 16 % de Ca e 8 % de S) e 0,6 g  $\text{saco}^{-1}$  de cloreto de potássio (60 % de  $\text{K}_2\text{O}$ ) mediante análise de solo e conforme recomendado para a cultura do maracujazeiro azedo (Costa et al., 2008). O substrato foi acondicionado em sacos de polietileno com a capacidade estimada de 1,57 L, onde foram semeadas três sementes e ao estabilizar a emergência das plântulas, duas delas por saco foram desbastadas, deixando a mais vigorosa.

Os dados de temperatura mínima e máxima do ar diários foram coletados com o auxílio de um termômetro de mercúrio instalado no centro da bancada a 10 cm acima das plantas. A germinação das sementes iniciou-se ao 8° dia após a semeadura (DAS) e se prorrogou até o 26° DAS. Assumiu-se o 13° DAS, como data do começo da

emergência, por ser o período em que 50 % das plântulas estavam com os cotilédones acima do solo, como procederam Pilau et al. (2011) em cambre. A fase fenológica que correspondeu à formação das mudas de maracujazeiro azedo foi considerada da emergência da plântula até a emissão da primeira gavinha definitiva com comprimento de aproximadamente 5 cm, momento que considera que as mudas estão aptas para transplântio em campo, na qual foi avaliada a duração da fase fenológica em dias, para as diferentes épocas de semeadura.

Para determinação da temperatura basal inferior da fase fenológica que compreendeu o subperíodo de formação da muda (emergência de plântula – emissão da primeira gavinha) foram utilizadas as três primeiras épocas de semeadura por apresentarem os menores valores de temperatura mínima do ar, o que é desejável para este tipo de estimativa. O método utilizado foi o do menor valor do quadrado médio do erro (QME) proposto por Sinclair (2004) e utilizado por Streck et al. (2009), Martins et al. (2012) e Freitas et al. (2017), devido a simplicidade e a confiabilidade na determinação da temperatura base.

Pela metodologia do QME foram ajustadas para cada genótipo de maracujazeiro azedo e para cada época de semeadura, regressões lineares simples entre o número médio de folhas, contabilizados semanalmente, de cinco unidades experimentais e a soma térmica acumulada (Eq. 2), escolhendo-se a priori temperaturas basais entre 0 e 20 °C com intervalos de 0,5 °C (Martins et al., 2012). O valor da Tb para cada época foi aquela que apresentou o menor valor do QME das regressões lineares; e o valor de temperatura basal inferior para cada genótipo de maracujazeiro azedo foi obtido pela média aritmética dos valores de Tb das épocas de semeadura.

Logo após a determinação da Tb, foi realizado o cálculo da soma térmica diária (Std, °C dia) para a fase fenológica avaliada, através da seguinte equação (Gilmore e Rogers, 1958; Arnold, 1960):

$$STd = \left[ \left( \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b \right] \times 1 \text{ dia} \quad (1)$$

Em que: Tmax é a temperatura máxima do ar (°C), Tmin é a temperatura mínima do ar (°C) e a Tb é a temperatura basal inferior (°C) encontrado pelo método do menor valor do quadrado médio do erro.

A soma térmica acumulada (STa, °C dia) a partir da emergência das plântulas foi obtida pelo somatório das STd:

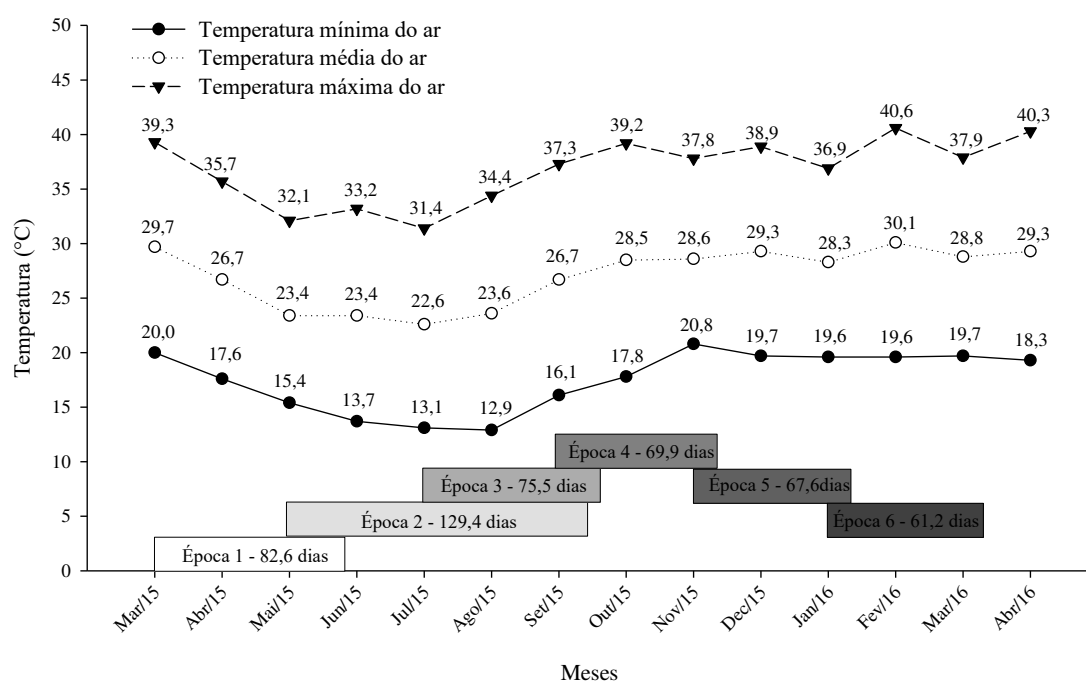
$$STa = \sum_{i=1}^n STd \quad (2)$$

Onde: n = número de dias necessários para a formação das mudas de maracujazeiro azedo.

Os dados referentes aos valores da duração da fase fenológica e os valores da soma térmica de cada genótipo foi submetido à análise de variância pelo teste “F” a 5 % de probabilidade; e as médias referentes aos genótipos de maracujazeiro azedo, época de semeadura e a interação entre elas foram comparadas pelo teste de “Tukey” ( $p < 0,05$ ), utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de temperatura mínima, média e máxima do ar no interior da casa de vegetação durante a condução do experimento são verificados na Figura 1. Durante o experimento houve uma ampla variação da temperatura do ar, permitindo que os genótipos de maracujazeiro azedo fossem submetidos a diferentes condições térmicas durante o período de formação da muda. A temperatura média do ar, durante a fase de avaliação foi de 27 °C; com os meses de junho, julho e agosto de 2015 apresentando os menores valores médios de temperatura mínima (13,7, 13,1 e 12,9 °C, respectivamente) e nos meses de fevereiro e abril de 2016, os maiores valores de temperaturas máximas do ar (40,6 e 40,3 °C, respectivamente).



\* A temperatura do ar no mês de Abril foi verificada até o 14º dia, quando a última planta da época 6 foi avaliada.

Figura 1. Valores médios de temperatura mínima, média e máxima do ar (°C) no interior da casa de vegetação e o tempo médio para formação das mudas para determinação da temperatura base e soma térmica acumulada dos genótipos de maracujazeiro azedo, Viçosa – MG, 2015/2016.

As condições térmicas impostas às mudas de maracujazeiro azedo durante o período de avaliação são de fundamental importância para a determinação das temperaturas cardinais de crescimento e diferenciação vegetal. Uma vez que o aumento da temperatura do ar é diretamente proporcional à velocidade de emissão de folhas na

haste principal e no desenvolvimento da área foliar do maracujazeiro e de várias espécies agrícolas (Maldaner et al., 2009; Rosa et al., 2009; Souza et al., 2010).

A Tabela 1 apresenta a duração média para formação das mudas de maracujazeiro azedo. As condições de temperatura impostas nas diferentes épocas de semeadura durante o período de condução do experimento (Figura 1) interferiu na duração do ciclo na formação das mudas dos genótipos de maracujazeiro. O menor tempo necessário para formação das mudas foi no cultivar BRS SC1 na E6 de semeadura, com o tempo médio de 53 dias, enquanto o maior tempo para formação das mudas de maracujazeiro foi observado no genótipo UFVM0215 na E2 de semeadura, com 136 dias.

Tabela 1. Duração média do ciclo, em dias, para a formação das mudas dos genótipos de maracujazeiro azedo avaliados em seis épocas de semeadura durante os anos de 2015/2016 em condições de casa de vegetação, Viçosa – MG

| Genótipos            | Épocas de semeadura |           |          |         |         |         |
|----------------------|---------------------|-----------|----------|---------|---------|---------|
|                      | E1                  | E2        | E3       | E4      | E5      | E6      |
|                      | ----- dias -----    |           |          |         |         |         |
| UFVM0115             | 78,8abB             | 122,8aC   | 77,4bB   | 71,0cB  | 58,4aA  | 62,2bcA |
| UFVM0215             | 99,0cC              | 136,0cD   | 75,0abB  | 74,6cdB | 71,0cB  | 60,0abA |
| UFVM0315             | 85,0bC              | 133,6bcD  | 76,0abAB | 81,0dBC | 74,4cAB | 68,6cA  |
| BRS SC1              | 77,4abB             | 129,0abcC | 76,8bB   | 70,2bcB | 69,6bcB | 53,0aA  |
| BRS GA1              | 79,4abB             | 129,0abcC | 68,0aA   | 62,6abB | 69,6bcA | 64,2bcA |
| FB 200 Yellow Master | 76,2aB              | 126,2abC  | 79,8bB   | 60,0aA  | 62,8abA | 59,6abA |
| Média (Épocas)       | 82,6d               | 129,4e    | 75,5c    | 69,9b   | 67,6b   | 61,2a   |
| CV (%)               | 5,50                |           |          |         |         |         |

**Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de significância.**

Dentre as épocas de semeadura, em média, a que promoveu maior precocidade na formação das mudas de maracujazeiro azedo foi a E6 de semeadura (13/01/2015), com duração média de 61,2 dias. Essa época foi considerada a mais adequada para a produção de mudas com maior precocidade nas condições do Sul de Minas Gerais, na qual foram observadas as maiores médias de temperatura do ar (Figura 1). A E2 de semeadura (13/05/2015), por ter apresentado os menores valores médios de temperatura do ar, foi a que necessitou de maior tempo para formação das mudas, com valor médio de 129,4 dias.

Esses resultados indicaram que o período de formação das mudas do maracujazeiro é inversamente proporcional às condições térmicas do ar, uma vez que, o aumento da temperatura média do ar da E2 para a E6 (Figura 1) reduziu o tempo necessário para a formação das mudas dos genótipos de maracujazeiro azedo (Tabela 1). Tendências semelhantes foram verificadas por Lago et al. (2009) em biótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) no subperíodo emergência - diferenciação da panícula e Freitas et al. (2017) para duas espécies de eucalipto (*Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla*) na fase de muda.

As condições climáticas diárias têm influência direta na duração do ciclo de culturas agrícolas, principalmente em relação à temperatura do ar. Em temperaturas baixas, as plantas tendem a reduzir seu crescimento e desenvolvimento, devido à redução da atividade fotossintética pela menor condutância estomática na qual afeta o influxo e a assimilação de CO<sub>2</sub> pelas plantas, prejudicando as reações bioquímicas ligadas à fotossíntese e que são dependentes da temperatura do ar (Ribeiro et al., 2009). A relação entre a duração do ciclo da cultura com a temperatura do ar é também dependente das espécies, genótipos e do estágio fenológico em avaliação, como foi observado por Anzanello e Biasi (2016) em genótipos de fruteiras temperadas (uva, pera, ameixa, kiwi e pêssago) e Luz et al. (2012) em genótipos de canola.

A Figura 2 apresenta os valores de temperatura base inferior dos genótipos de maracujazeiro azedo para a formação das mudas, determinado pelo método do menor valor do quadrado médio do erro (Tabela 2). Os valores de temperatura base para os diferentes genótipos de maracujazeiro foram de 10,5 °C (E1: QME = 0,1460) para UFVM0115 (Fig. 2A), 9,5 °C (E1: QME = 0,2565; E2: QME = 0,5117) para UFVM0215 (Fig. 2B), 16 °C (E1: QME = 0,0391) para UFVM0315 (Fig. 2C), 13,5 °C (E1: QME = 0,2671) para BRS SC1 (Fig. 2D), 14,0 °C (E1: QME = 0,1221 Tb = 14,0 °C; E3: QME = 0,1602 e Tb = 14,0 °C) para BRS GA1 (Fig. 2E) e 14,5 °C (QME = 0,0862 e Tb = 14,5 °C; E3: QME = 0,22795 e Tb = 14,5 °C) para o FB 200 Yellow Master (Fig. 2F), constatando que existe variabilidade na exigência térmica entre os genótipos de maracujazeiro azedo avaliados.

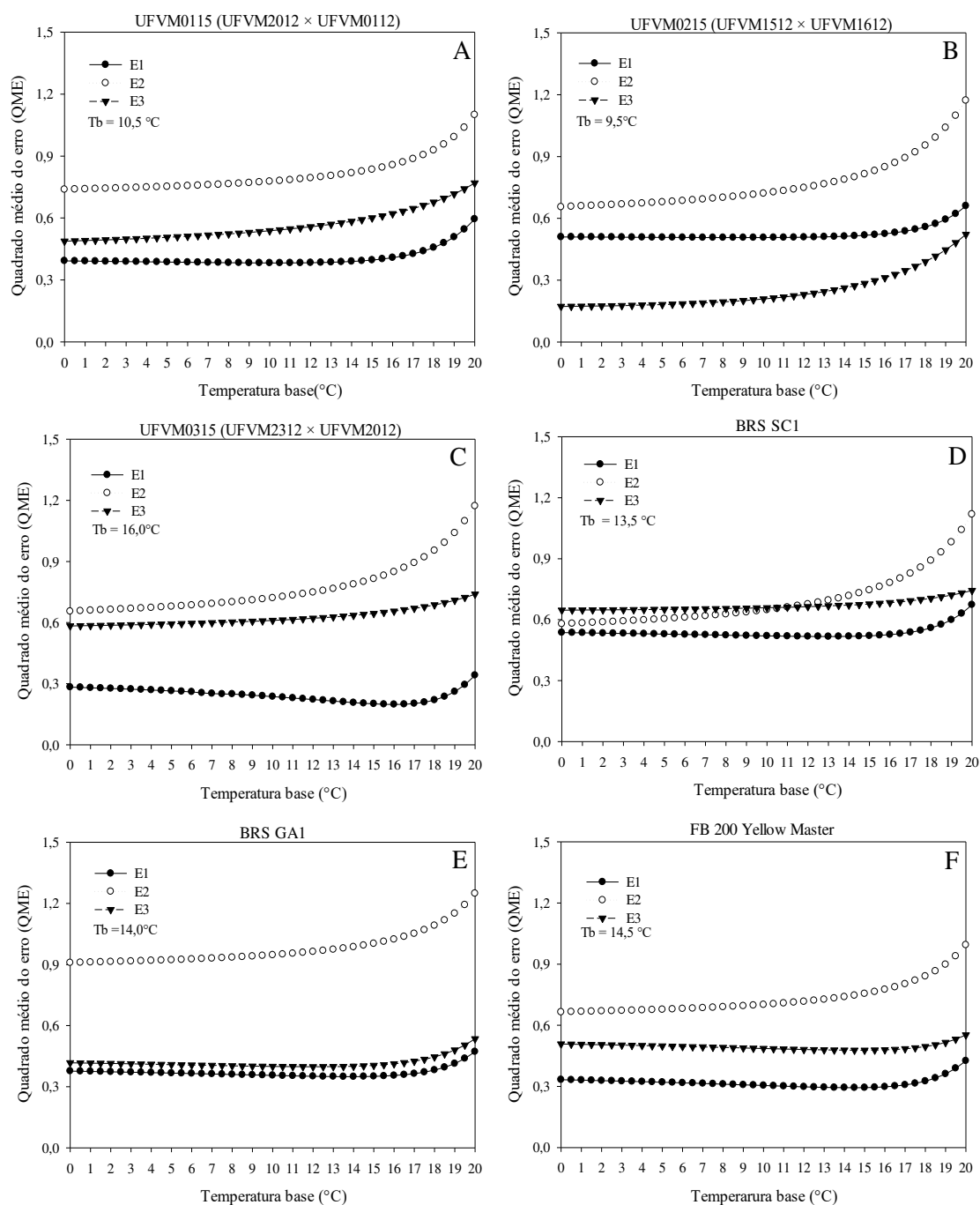


Figura 2. Temperatura base inferior para a formação das mudas dos genótipos de maracujazeiro azedo, estimada pelo método de menor valor do quadrado médio do erro em condições de casa de vegetação. Viçosa – MG, 2015/2016.

Tabela 2. Valores de temperatura base inferior (Tb), menor valor do quadrado médio do erro (QME) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) dos genótipos de maracujazeiro azedo para a formação das mudas e nas épocas de avaliação

| Genótipos | E1   |        |                | E2   |        |                | E3   |        |                | Tb    |
|-----------|------|--------|----------------|------|--------|----------------|------|--------|----------------|-------|
|           | Tb   | QME    | R <sup>2</sup> | Tb   | QME    | R <sup>2</sup> | Tb   | QME    | R <sup>2</sup> | Média |
| UFVM0115  | 10,5 | 0,1460 | 0,98           | ≤ 0* | 0,2374 | 0,97           | ≤ 0* | 0,2374 | 0,97           | 10,5  |
| UFVM0215  | 9,5  | 0,2565 | 0,97           | 9,5  | 0,5117 | 0,95           | ≤ 0* | 0,0296 | 0,99           | 9,5   |
| UFVM0315  | 16,0 | 0,0391 | 0,99           | ≤ 0* | 0,4289 | 0,95           | ≤ 0* | 0,3399 | 0,96           | 16,0  |
| BRS SC1   | 13,5 | 0,2671 | 0,97           | ≤ 0* | 0,3350 | 0,98           | ≤ 0* | 0,4178 | 0,95           | 13,5  |
| BRS GA1   | 14,0 | 0,1221 | 0,98           | ≤ 0* | 0,8256 | 0,95           | 14,0 | 0,1602 | 0,98           | 14,0  |
| FB 200    | 14,5 | 0,0862 | 0,99           | ≤ 0* | 0,4417 | 0,95           | 14,5 | 0,2279 | 0,97           | 14,5  |

\* valores não incluídos no cálculo da Tb; unidade da Tb = °C.

Em maracujazeiro, alguns valores de temperatura base inferior tem sido utilizados empiricamente no cálculo de determinação de somas térmicas em diversas fases fenológicas da cultura. Neves et al. (1999) utilizaram a Tb igual a 10 °C no período de desenvolvimento de frutos. Enquanto Souza et al. (2010) consideraram a temperatura base de 8 °C como limitante para o crescimento vegetativo de maracujazeiro roxo. Estudos relacionados à determinação da temperatura base devem ser elucidados de forma adequada para as estimativas na duração dos subperíodos de desenvolvimento de forma precisa (Lago et al., 2009). Resultados utilizados sem caráter científico podem levar a erros, subestimando quando os valores de Tb são muito baixos ou superestimando quando muito elevados.

A temperatura base inferior varia em função da espécie e dentro das cultivares da mesma espécie (Martins et al., 2007; Lago et al., 2009; Fagundes et al., 2010). Como foi constatado por Freitas et al. (2017) ao observarem diferença nos valores de Tb em mudas de eucalipto, com valor de 8,7 °C para espécie *Corymbia citriodora* e 11,5 °C para a espécie *Eucalyptus urophylla*. Souza e Martins (2014) constataram diferenças nos valores de temperatura base entre dois cultivares de oliveira (*Olea europaea* L.), sendo a cv. Maria da Fé mais tolerante ao frio em relação à cv. Grappolo e Luz et al. (2012) em genótipos de canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) que observaram temperaturas basais no subperíodo emergência-início da floração de 0,8 °C no híbrido Hyola 61 e 0,3 °C no híbrido Hyola 433.

São apresentados os resultados de somas térmica acumuladas na Tabela 3 para os genótipos de maracujazeiro azedo. Para fins de cálculo de soma térmica empregaram-se

as temperaturas basais apresentadas na Figura 2. Os valores médios para os genótipos de maracujazeiro foram de 1.241,9 °C dia para UFVM0115, 1.438,5 °C dia para UFVM0215, 943,5 °C dia para UFVM0315; nos cultivares BRS SC1 e BRS GA1 a soma térmica acumulada foi de 1.017,6 e 1.028,2 °C dia, respectivamente, e no cultivar FB 200 Yellow Master o valor médio foi 902,5 °C dia.

Tabela 3. Soma térmica acumulada para a formação das mudas dos genótipos de maracujazeiro azedo avaliados em seis épocas de semeadura em condições casa de vegetação, Viçosa – MG, 2015/2016

| Épocas | Genótipos         |           |            |           |           |           |
|--------|-------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|        | UFVM0115          | UFVM0215  | UFVM0315   | BRS SC1   | BRS GA1   | FB 200    |
|        | -----°C dia ----- |           |            |           |           |           |
| E1     | 1363,6cAB         | 1521,5dC  | 781aA      | 912,1abAB | 952,2bAB  | 824,1abA  |
| E2     | 1652,1dC          | 2033,5eD  | 1121,6aC   | 1301,6bcD | 1414,2cC  | 1211,6abB |
| E3     | 1113,0cA          | 1202,0cA  | 794,5abA   | 912,8bAB  | 814,0abA  | 753,9aA   |
| E4     | 1274,8cB          | 1291,5cAB | 1023,2bBC  | 1051,7bBC | 947,7abAB | 832,5aA   |
| E5     | 1056,4bA          | 1373,6cBC | 1009,6abBC | 1067,2bC  | 990,1abB  | 890,4aA   |
| E6     | 1189,6cdAB        | 1207,5dA  | 929,4abAB  | 859,5aA   | 1049,5bcB | 901,4abA  |
| Médias | 1241,9c           | 1438,5d   | 943,5a     | 1017,6b   | 1028,2b   | 902,5a    |
| CV (%) | 7,58              |           |            |           |           |           |

**Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de significância.**

Estatisticamente, o genótipo UFVM0315 e o FB 200 Yellow Master não diferiram entre si e foram os que necessitaram de um menor acúmulo térmico para formação das mudas. O genótipo UFVM0215 foi o que requereu maior acúmulo térmico para a formação das mudas; os cultivares da Embrapa (BRS SC1 e BRS GA1) não diferiram entre si e necessitaram, praticamente, do mesmo acúmulo de unidades térmicas para a formação das mudas, provavelmente, por apresentar a mesma origem e semelhança na constituição genética.

Não há registros na literatura sobre o acúmulo de soma térmica no subperíodo de desenvolvimento emergência-emissão da primeira gavinha (formação da muda) em maracujazeiro. No entanto, a variação observada na exigência de soma térmica entre os genótipos do maracujazeiro azedo foi verificada em outras culturas agrícolas. Streck et al. (2006) avaliando cultivares de arroz, verificaram acentuada variação de °C dia do ciclo total de desenvolvimento, caracterizando genótipos superprecoces a tardios. Em morangueiro, Tazzo et al. (2015) avaliando diferentes genótipos, relataram que o cv.

San Andreas apresentou ciclo mais precoce (774,70 °C dia) e o cv. Camarosa mais tardio (1.137,75 °C dia).

A determinação dos valores de soma térmica pode ser útil para a seleção de genótipos mais adaptados à região de produção, bem como no planejamento de épocas mais adequadas de implantação e no manejo e tratos culturais, levando em consideração as datas de ocorrência dos diferentes subperíodos de desenvolvimento e do ciclo da cultura (Luz et al., 2012).

## CONCLUSÕES

A formação das mudas dos genótipos de maracujazeiro azedo variou de 61,2 a 129, 4 dias, havendo relação inversamente proporcional entre a temperatura média do ar e o número de dias necessários para a formação das mudas.

Os valores de temperatura base inferior para os diferentes genótipos foram de 10,5°C para UFVM0115, 9,5 °C para UFVM02015, 16 °C para UFVM0315, 13,5 °C para BRS SC1, 14,0 °C para BRS GA1 e 14,5 °C para FB 200 Yellow Master.

A soma térmica média de cada genótipo foi de 1.241,9 °C dia no UFVM0115, 1.438,5 °C dia no UFVM0215, 943,5 °C dia no UFVM0315, 1.017,6 °C dia no BRS SC1, 1.028,2 °C dia no BRS GA1 e 902,5 °C dia no FB 200 Yellow Master.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANZANELLO, R.; BIASI, L. A. Base temperature as a function of genotype: a foundation for modeling phenology of temperate fruit species. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 4, p. 1811-1826, 2016. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4p1811>

ARNOLD, C.Y. Maximum-Minimum temperature as a basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 76, n. 1, p. 682-692, 1960.

ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 74, n. 1, p. 430-445, 1959.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A. FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo de maracujazeiro**. Vitória, Espírito Santo: INCAPER, 2008. 56p. (Incaper. Documentos, 162).

COSTA, E. C.; RODRIGUES, E. T.; ALVES, V. B.; SANTOS, L. C. R.; VIEIRA, L. C. R. Efeitos da ambiência recipientes e substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo em Aquidauana – MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 236-244, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000100033>

COSTA, E.; SANTOS, L. A. R.; CARVALHO, C.; LEAL, P. A. M.; GOMES, V. A. Volumes de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 216-222, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000200013>

FAGUNDES, J. D.; STRECK, N. A.; STORCK, L.; REINIGER, L. R. J. Temperatura-base e soma térmica de subperíodos do desenvolvimento de *Aspilia montevidensis*. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 499-507, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000200030>

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

FREITAS, C. H.; MARTINS, F. B.; ABREU, M. C. Cardinal temperatures for the leaf development of *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus urophylla* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 5, p. 283-292, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2017000500001>

GILMORE JÚNIOR., E. C.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.50, n. 10, p.611- 615, 1958.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2018.

LAGO, I.; STRECK, N. A.; CARVALHO, M. P.; FAGUNDES, L. K.; PAULA, G. M.; LOPES, S. J. Estimativa da temperatura base do subperíodo emergência-diferenciação da panícula em arroz cultivado e arroz vermelho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 3, p. 288-295, 2009. <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3418/1325>

LUZ, G. L.; MEDEIROS, L. S. P.; TOMM, G. O.; BIALOZOR, A.; AMARAL, A. D., PIVOTO, D. Temperatura base inferior e ciclo de híbridos de canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, p. 1549-1555, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-8478201200090000>

MALDANER, I. C.; GUSE, F. I.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; LUCAS, D. D. P.; LOOSE, L. H. Filocrono, área foliar e produtividade de frutos de berinjela conduzidas com uma e duas hastes por planta em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 671-677, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000013>

MAPA. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <<http://www.sistemas.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 07 de março de 2018.

MARTINS, F. B.; REIS, D. F.; PINHEIRO, M. V. M. Temperatura base e filocrono em duas cultivares de oliveira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 11, p. 1975-1981, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012001100011>

MARTINS, F. B.; SILVA, J. C.; STRECK, N. A. Estimativa da temperatura-base para emissão de folhas e do filocrono em duas espécies de eucalipto na fase de muda. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 373-381, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000300002>

MATOS, V. A. T.; PIVETTA, F.; PAIVA SOBRINHO, S.; TISSIANI, A. S. O.; PEREIRA, A. P. M.; RAMOS, F. T.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Temperaturas basais e exigência térmica para a maturação de caju. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 969-977, 2014.

NEVES, C. S. V. J.; CARVALHO, S. L. C.; NEVES, P. M. O. J. Porcentagem de frutificação, período de desenvolvimento dos frutos e unidades térmicas para maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 128-130, 1999.

NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; MALHEIROS, E. B. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo por enxertia hipocotiledonar sobre sete espécies de passifloras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 237-245, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011005000027>

PILAU, F. G.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; SCHWERZ, L. Temperatura basal, duração do ciclo e constante térmica para a cultura do crambe. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 958-964, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000400032>

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, R. F. Seasonal and diurnal changes in photosynthetic limitation of young sweet orange trees. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 66, n. 2, p. 203-211, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.03.011>

ROSA, H.T.; WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1374-1382, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100002>

SILVA, M. G. M.; VIANA, A. P. Alternativas de seleção em população de maracujazeiro-azedo sob seleção recorrente intrapopulacional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 525-531, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000200026>

SINCLAIR, T.R.; GILBERT, R. A.; PERDOMO, R. E.; SHINE Jr., J. M.; POWELL, G.; MONTES, G. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. **Field Crops Research**. Amsterdam, v. 88, n. 1, p. 171-178, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2003.12.005>

SOUZA, F. E. F.; CHIG, L. A.; COSTA, R. H. A. M.; LENZA, J. B.; CAMPELO JUNIOR, J. H. Relação entre acúmulo de graus-dia e de unidades fototérmicas e crescimento vegetativo do maracujazeiro roxo (*Passiflora edulis* sims). **UNICIÊNCIAS**, Cuiabá, v. 14, n. 1, 2010.

SOUZA, P. M. B.; MARTINS, F. B. Estimativa da temperatura basal inferior para as cultivares de oliveira Grappolo e Maria da Fé. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 29, n. 2, p. 307-313, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862014000200013>

STRECK, A. N.; BOSCO, L. C.; MICHELON, S.; WALTER, L. C.; MARCOLIN, E. Duração de ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz em função da emissão de folhas no colmo principal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1086-1093, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000400007>

STRECK, N. A.; SAMBORANHA, F. K.; GABRIEL, L. F.; SCHWANTES, A. P.; SCHONS, A. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 224-227, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000100035>

TAZZO, I. F.; FAGHERAZZI, A. F.; LERIN, S.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Exigência térmica de duas seleções e quatro cultivares de morangueiro cultivado no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 550-558, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-097/14>

## 5. CAPÍTULO IV

### ESTIMAÇÃO DA ÁREA FOLIAR DO MARACUJAZEIRO AZEDO POR MÉTODO NÃO DESTRUTIVO<sup>3</sup>

#### RESUMO

A obtenção de medidas precisas e de fácil mensuração para determinação da área foliar em maracujazeiro azedo é de fundamental importância para entender a interação entre a planta e o ambiente. Objetivou-se no trabalho desenvolver equações matemáticas confiáveis para estimar a área foliar de forma direta em maracujazeiro azedo utilizando medições lineares. Para isso, para cada formato foliar, foram coletadas 100 folhas sem nenhum defeito e ataque de pragas ou doenças. Realizaram análises de regressão entre a área foliar e as respectivas medições de comprimento, largura e o produto entre ambas. A área foliar real foi mensurada através de medidor de área foliar de bancada e as medidas lineares com auxílio de régua milimétrica. Pelos resultados obtidos, as equações matemáticas escolhidas para a determinação da área foliar em maracujazeiro azedo foram a que levaram em consideração o produto entre o comprimento e a largura foliar, por apresentar os maiores valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) que variaram de 0,9634 a 0,9194, maiores índices de confiança (ótimo a bom) e altas correlações positiva entre os dados reais e estimados. Pelos resultados observados, as determinações da área foliar das diferentes morfologias encontradas em maracujazeiro azedo podem ser realizadas de forma simples precisa e segura utilizando-se de medida lineares entre o comprimento e largura. As equações estimadas para cada padrão foliar foram  $\hat{y} = 0,25 + 0,64x$  (lanceolada),  $\hat{y} = -4,82 + 0,69x$  (bilobada) e  $\hat{y} = -0,81 + 0,54x$  (trilobada).

**Termos de indexação:** *Passiflora edulis* Sims, modelos lineares, medidas foliares, método indireto.

---

<sup>3</sup> Artigo submetido em 04/04/2017, aceito em 28/09/2017 e publicado em 22/12/17 no periódico **Australian Journal of Crop Science**.

## LEAF AREA ESTIMATION IN PASSION FRUIT BY NON-DESTRUCTIVE METHOD

### ABSTRACT

Obtaining accurate and easily measured measurements for leaf area determination in passion fruit is of fundamental importance to understand the interaction between the plant and the environment. The objective of this experiment was to develop reliable mathematical equations to estimate leaf area directly in passion fruit using linear measurements. For this, for each leaf format, 100 leaves were collected without any defect and attack of pests or diseases. They performed regression analysis between the leaf area and the respective measurements of length, width and product between both. The actual leaf area was measured through bench leaf area meter and linear measurements using a millimeter ruler. From the results obtained, the mathematical equations chosen for the determination of the leaf area in passion fruit were the one that takes into account the product between the length and the leaf width, since it presented the highest coefficient of determination ( $R^2$ ), which ranged from 0.9634 to 0.9194, higher confidence index (great to good) and high positive correlations between actual and estimated data. From the results observed, the determinations of the leaf area of the different morphologies found in passion fruit can be performed in a simple and safe way using linear measurements between length and width. The estimated equations for each leaf pattern were  $\hat{y} = 0.25 + 0.64x$  (lanceolate),  $\hat{y} = -4.82 + 0.69x$  (bilobed) and  $\hat{y} = -0.81 + 0.54x$  (trilobed).

**Index terms:** *Passiflora edulis* Sims, linear models, leaf measures, indirect method.

## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro pertence ao gênero *Passiflora*, sendo o mais importante no âmbito da comercialização de frutas da família Passifloraceae (Ferreira et al., 2016). Dentre as espécies desse gênero cultivadas no Brasil, o maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) é o mais encontrado nos plantios comerciais (Bernacci et al., 2008). Segundo Melleti (2011), estima-se que 95 % dos pomares brasileiros são plantadas com cultivares de maracujazeiro azedo devido, principalmente, à alta produtividade, qualidade do fruto, vigor da planta e elevado rendimento em suco.

Estudos relacionados à análise quantitativa do crescimento de espécies de maracujazeiro que não exijam equipamentos sofisticados (Morgado et al., 2013), possibilitam a avaliação do crescimento e acúmulo de fitomassa em diferentes partições vegetais (Souza et al., 2014). A avaliação da expansão foliar é uma variável importante, pois é necessária na compreensão da interceptação de luz que influencia nos processos fisiológicos relacionados à respiração, transpiração, fotossíntese, na utilização e mobilização de nutrientes, além de influenciar na floração, frutificação e produtividade das culturas agrícolas (Silva et al., 2015; Spann e Heerema, 2010).

A obtenção de medidas precisas e de fácil mensuração para determinação da área foliar em maracujazeiro é de fundamental importância para compreender a interação entre a cultura e o meio ambiente em relação aos processos de produção (Morgado et al., 2013). Para estima-las, foram desenvolvidos vários métodos; como os métodos diretos ou destrutivos que compreende na remoção das folhas; e os métodos indiretos ou não destrutivos, que utilizam de modelos matemáticos e medições lineares simples das folhas para obtenção da área foliar e facilita o trabalho em campo (Sachet et al., 2015; Schwab et al., 2014; Tartaglia et al., 2016).

Em fruteiras, o desenvolvimento de equações para a determinação de área foliar tem sido bastante empregado, dentre estas, destaca os modelos para pessegueiro, bananeira, figueira, goiabeira, oliveira, citros e morangueiro (Zuculoto et al., 2008; Spann et al., 2013; Souza et al., 2014; Sachet et al., 2015; Silva et al., 2015). Em maracujazeiro, foram desenvolvidos modelos indiretos para estimar a área foliar em oito espécies silvestres (Morgado et al., 2013). No entanto, nesse estudo não se contemplou a espécie *P. edulis*, havendo a necessidade de estimar equações confiáveis para os padrões morfológicos foliares encontrados nas plantas de maracujazeiro azedo, uma vez que a morfologia das folhas desta espécie difere das espécies silvestres.

O desenvolvimento de modelos matemáticos para o cálculo de área foliar com o custo baixo, preciso, rápido, não destrutivo (Sala et al., 2015) e específico para o maracujazeiro azedo é imprescindível, tendo em vista que é a espécie da família Passifloraceae de maior importância do ponto de vista econômico no Brasil. Diante disso, objetivou-se desenvolver equações confiáveis que estime a área foliar de forma indireta em maracujazeiro azedo, utilizando medições lineares e não destrutivas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As avaliações foram conduzidas no Laboratório de Melhoramento de Fruteiras localizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais no mês de maio de 2016.

Para determinação das equações lineares das folhas de maracujazeiro azedo foram coletados em plantas matrizes (parte apical, mediana e basal), três padrões de folhas constatadas para essa espécie (lanceolada, bilobada e trilobada), desenvolvidas em casa de vegetação, pertencentes a três cultivares comerciais já estabelecidas no mercado de produção de maracujá (BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master) e estabelecendo a coleta das folhas com o máximo de variabilidade de tamanho. Com isso, para cada formato foliar, foram coletadas 100 folhas sem qualquer dano ou defeito ocasionado por doenças, pragas ou condições climáticas.

As folhas de cada padrão foliar foram acondicionadas em sacos de papel e transportadas ao Laboratório de Nutrição de Plantas, onde se mensurou a área foliar real em medidor de área foliar de bancada Licor modelo LI-3100. Para cada morfologia foliar (lanceolada, bilobada e trilobada), conforme Figura 1, as mensurações foram realizadas com auxílio de régua graduada em milímetros da seguinte forma: em folhas lanceoladas foram mensuradas o comprimento da nervura central (C) e a maior largura da folha (L); em folhas bilobadas foram mensuradas o comprimento da largura central (C) e a maior largura entre a extremidade distal do lóbulo à extremidade distal do lado sem o lóbulo (L); e em folhas trilobadas mensuraram-se o maior comprimento da largura central (C) e a maior largura entre as extremidades distais dos lóbulos mais externos (L).

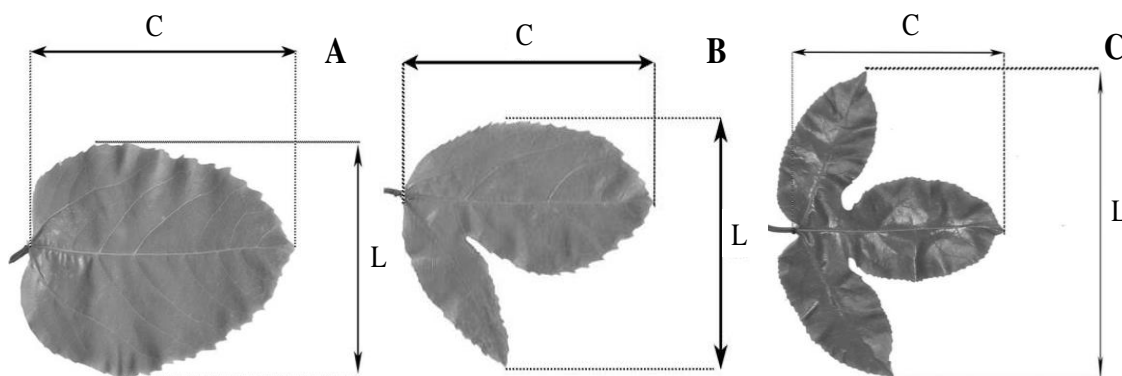


Figura 1. Representação gráfica das dimensões comprimento (C) e largura (L) dos diferentes padrões morfológicos foliares observados em maracujazeiro azedo. A: Folha lanceolada, B: Folha bilobada e C: Folha trilobada.

Em seguida, para cada padrão morfológico, foram estimados os modelos lineares entre a área real de cada folha e as dimensões lineares das mensurações entre o comprimento (C) e a largura (L) e o produto entre o comprimento e largura pelos modelos matemáticos:  $AF = \beta_0 + \beta_1 (C)$ ;  $AF = \beta_0 + \beta_1 (L)$ ;  $AF = \beta_0 + \beta_1 (C \times L)$  e  $AF = \beta_0 + \beta_1(C) + \beta_2 (L)$ , em que AF é a área foliar e representa a variável dependente de  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são os parâmetros a serem estimados; “C” representa a variável independente relativa ao comprimento da folha e “L” a variável independente referente a largura da folha.

Para verificar estatisticamente o desempenho dos modelos matemáticos obtidos nos diferentes padrões morfológicos foram correlacionados os valores de área foliar real com os valores de área foliar estimada através das medições lineares, baseado nos indicadores estatísticos propostos por Camargo e Sentelhas (1997), definidos da seguinte forma: coeficiente de correlação “r” – que determina a precisão; índice de Willmott “d” – que determina a exatidão e o desempenho ou confiança “d” dos dados observados.

O indicador estatístico referente ao coeficiente de correlação “r” permite quantificar o grau de associação entre duas variáveis envolvidas na análise (área foliar real e área foliar estimada), na qual indica a precisão do modelo testado.

O índice de concordância “d” determina o grau de exatidão entre as variáveis envolvidas, uma vez que esta relacionada com as diferenças entre os valores estimados e os valores reais, sendo seu campo de variação de 0 (nenhuma concordância) a 1 (concordância perfeita), conforme metodologia proposta por Willmott et al. (1985):

$$d = 1 - [\Sigma(AFe - AFr)^2 / \Sigma(|AFe - Mlar| + |AFr - Mlar|)^2]$$

Sendo: AFe = Valores da área foliar estimada pela equação desenvolvida;

AFr = Valores observados das áreas foliar real;

Mlar = Média das áreas foliar real.

A partir da obtenção do coeficiente de correlação “r” e o índice de concordância “d”, determinou o índice de confiança ou determinação “c”, que indica o desempenho dos modelos, conforme Camargo e Sentelhas (1997), determinado pelo produto entre o coeficiente de correlação “r” e o índice de concordância “d”:

Na tabela 1, estar indicado o critério adotado para analisar e interpretar o desempenho dos modelos através do índice de confiança.

Tabela 1. Faixa de classificação dos valores do índice de confiança ou determinação “c” com as respectivas determinações de desempenho e interpretação

| Valor de “c” | Interpretação |
|--------------|---------------|
| >0,85        | Ótimo         |
| 0,76 a 0,85  | Muito bom     |
| 0,66 a 0,75  | Bom           |
| 0,61 a 0,65  | Médio         |
| 0,51 a 0,60  | Sufrível      |
| 0,41 a 0,50  | Mal           |
| <0,40        | Péssimo       |

As análises de regressão e correlação entre a área foliar real e as medições lineares foram realizadas com o programa estatístico GENES (Cruz, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise de regressão, onde foram determinados o intercepto ( $\beta_0$ ) e os coeficiente linear angular ( $\beta_1$  e  $\beta_2$ ) das equações; os valores da estatística “F” e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). O emprego de medições lineares do comprimento e da maior largura para os diferentes padrões morfológicos foliares observados no maracujazeiro azedo permitiu obter uma boa acurácia na estimação da área foliar.

Tabela 2. Valores da estimativa do intercepto ( $\beta_0$ ) e dos coeficientes lineares e angulares ( $\beta_1$  e  $\beta_2$ ), erro padrão dos coeficientes angulares (valores entre parênteses), valores de F calculado ( $F_{\text{calc}}$ ) e do coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{\text{ajust.}}$ ) para modelos de regressão ajustados entre a área foliar real (variável dependente) e as dimensões lineares para comprimento (C) e largura (L) dos padrões morfológicos das folhas de maracujazeiro azedo

| <i>Lanceolada</i>                         | $\beta_0$ | $\beta_1$     | $\beta_2$    | $F_{\text{calc}}$ | $R^2_{\text{ajust.}}$ |
|-------------------------------------------|-----------|---------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (C)$              | -13,80    | 4,86(0,17)**  | -            | 770,34**          | 0,8859                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (C)$              | -11,87    | 8,50(0,29)**  | -            | 856,02**          | 0,8962                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (C \times L)$     | 0,25      | 0,64(0,12)**  | -            | 2610,95**         | 0,9634                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1(C) + \beta_2 (L)$ | -12,74    | 5,22(1,24)**  | 1,93(0,71)** | 459,35**          | 0,9025                |
| <i>Bilobada</i>                           | $\beta_0$ | $\beta_1$     | $\beta_2$    | $F_{\text{calc}}$ | $R^2_{\text{ajust.}}$ |
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (C)$              | -63,12    | 13,38(0,55)** | -            | 584,96**          | 0,8550                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (L)$              | 40,00     | 10,43(0,40)** | -            | 664,00**          | 0,8700                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (C \times L)$     | -4,82     | 0,69 (0,16)** | -            | 1836,70**         | 0,9488                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1(C) + \beta_2 (L)$ | 54,26     | 5,97(0,92)**  | 6,25(1,19)** | 434,22**          | 0,8974                |
| <i>Trilobada</i>                          | $\beta_0$ | $\beta_1$     | $\beta_2$    | $F_{\text{calc}}$ | $R^2_{\text{ajust.}}$ |
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (C)$              | -53,65    | 12,76(0,43)** | -            | 847,58**          | 0,8953                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (L)$              | -38,51    | 9,10 (0,40)** | -            | 499,28**          | 0,8342                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1 (C \times L)$     | -0,81     | 0,54(0,16)**  | -            | 1130,82**         | 0,9194                |
| $AF = \beta_0 + \beta_1(C) + \beta_2 (L)$ | -53,15    | 2,89(0,76)**  | 9,17(1,02)** | 489,40**          | 0,9079                |

(\*\* $p < 0,01$ ).

Pelos modelos lineares, verifica-se que a relação entre as medidas lineares isoladas do comprimento (C), largura (L) e do produto entre elas ( $C \times L$ ) para a determinação da área foliar (AF) apresentaram elevados coeficientes de determinação ( $R^2$ ), com valores superiores a 0,8342. No entanto, de acordo com os elevados valores de coeficiente de determinação nas folhas lanceoladas (0,9634), bilobadas (0,9488) e trilobadas (0,9194), o modelo que estima a área foliar entre o produto do comprimento e largura da folha foi escolhido para determinar da área foliar dos diferentes padrões morfológicos de folhas do maracujazeiro azedo (Tabela 2).

Semelhantemente, Morgado et al. (2013) relatam que em espécies silvestres de *Passiflora* foram observados elevados coeficientes de determinação nos modelos gerados ( $\geq 0,772$ ) e o produto entre o comprimento e a maior largura foi a escolhido para averiguar a área foliar de forma simples e direta de folhas lanceoladas e trilobadas. De acordo com os autores, a área foliar é um parâmetro importante em trabalhos experimentais relacionados às fruteiras, pois segundo Spann e Heerema (2010) a evolução da área foliar no dossel da planta pode influenciar a fotossíntese, transpiração e a interceptação de luz pelas folhas; além de afetar a taxa de crescimento e a qualidade da produção.

Spann e Heerema (2010) determinando a área foliar por medidas não destrutivas (lineares) em várias espécies de fruteiras (citros, pera, oliveira e noqueira) verificaram altos valores de  $R^2$  para os modelos obtidos (variando entre 0,7258 a 0,9340). Em figueira “Roxo de Valinhos” foram obtidos coeficientes de determinação superiores a 0,6991 na determinação de vários modelos matemáticos e utilizando medidas lineares (Souza et al., 2014). Em folhas de goiabeira (*Psidium guajava*) e pessegueiro (*Prunus persica*) também foram observados valores de  $R^2$  nos modelos testados ( $\geq 0,672$  e  $\geq 0,7225$ , respectivamente), concluindo que os valores obtidos das medidas lineares podem gerar equações com alta precisão para determinação da área foliar real de forma rápida e de baixo custo (Sachet et al., 2015; Silva et al., 2015).

Com a determinação de modelos matemáticos através de índices que demonstrem a precisão e acurácia, as equações em estudo podem ser utilizadas para mensurar de forma rápida, precisa e não destrutiva a área foliar dos tipos morfológicos das folhas de maracujazeiro azedo, conforme também observado por Morgado et al. (2013) para a área foliar de espécies de *Passiflora*.

A partir dos valores das faixas de classificação de desempenho e interpretação dos modelos pelos indicadores estatísticos (Tabela 1), proposto por Camargo e Sentelhas (1997), observou distinção dos valores de índice de confiança entre as

diferentes morfologias das folhas de maracujazeiro azedo. A equação gerada para a folha do tipo lanceolada apresentou valor do índice “c” de 0,8679, considerado “ótimo”. Enquanto as folhas do tipo bilobadas e trilobadas apresentaram valores de 0,7883 e 0,6947, apresentando respectivamente, desempenho “muito bom” e “bom” (Figura 2).

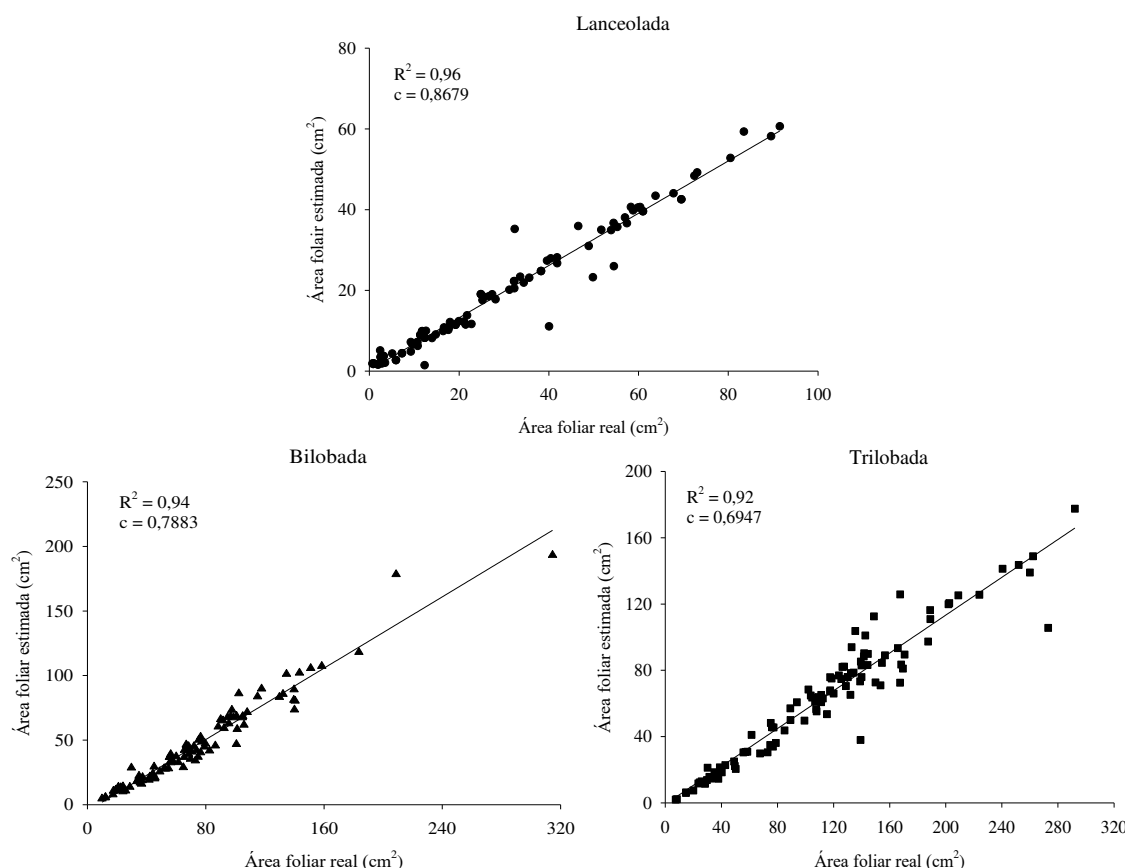


Figura 2. Relação entre área foliar real e área foliar estimada, em cm<sup>2</sup>, e os respectivos índices estatísticos: coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e índice de confiança do modelo de regressão ( $c$ ) para as diferentes morfologias foliares observada no maracujazeiro azedo.

A validação de modelos equacionais através dos índices estatísticos tem sido bastante empregada em espécies agrícolas para determinação da confiabilidade das equações geradas (Sala et al., 2015). Na determinação de modelos para cálculo de área foliar em figueira, Souza et al. (2014) verificaram que a maioria dos modelos matemáticos testados tiveram desempenho do índice “c” considerado ótimo ou bom. Tendências semelhantes foram verificadas em goiaba e gladiólos, onde os valores de índice de confiança variam de 0,636 a 0,9371 (Schwab et al., 2014; Silva et al., 2015), que segundo a Tabela 1 são classificados com desempenho variando de “bom” a “ótimo”.

Os valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre a área foliar e as medidas não lineares para o maracujazeiro azedo são apresentados na Tabela 3. Dentre as medidas, verifica que o modelo que considera o produto entre o comprimento e a maior largura foliar apresentam os valores mais elevados de correlação, independente da morfologia foliar estudada, com valores de 0,9817, 0,9743 e 0,9593, respectivamente para os padrões lanceolada, bilobada e trilobada. Pelos resultados, observa que aumentos na quantidade de lóbulos nas folhas de maracujazeiro azedo proporciona redução na correlação entre os valores da área foliar e as medidas lineares, devido à ocorrência de maiores espaços vagos entre os lóbulos.

Buttaro et al. (2015) obtiveram o maior coeficiente de correlação para o produto entre o comprimento do limbo foliar e a largura na estimação da área foliar por métodos não-destrutivos em videira (*Vitis vinifera* L.) quando comparado a estimação somente pelo uso do comprimento ou da largura.

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson entre a área foliar real e as dimensões lineares de comprimento (C), largura (L) e o produto entre comprimento e largura ( $C \times L$ ) dos tipos morfológicos foliar de maracujazeiro azedo

| Morfologia foliar |             | Comprimento | Largura  | Comp $\times$ Larg |
|-------------------|-------------|-------------|----------|--------------------|
| Lanceolada        | Área foliar | 0,9419**    | 0,9472** | 0,9817**           |
| Bilobada          |             | 0,9255**    | 0,9335** | 0,9743**           |
| Trilobada         |             | 0,9468**    | 0,9143** | 0,9593**           |

(\*\* $p < 0,01$ ).

A estimação da área foliar considerando o produto entre o comprimento do limbo foliar e a largura é preconizada em diversas espécies. Em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), Pompelli et al. (2012) obtiveram um modelo baseado no produto entre o comprimento e a largura foliar para prever a área foliar real das plantas. Os autores ressaltaram como vantagens dos modelos lineares a simplicidade e a rapidez para determinar a área foliar, permitindo avaliação em campo e/ou casa de vegetação, mas com precisão semelhante às estimativas obtidas por equipamentos. Antunes et al. (2008) destacam que modelos não destrutivos são excelentes ferramentas para estimar a área foliar do cafeeiro, utilizando-os em pesquisas sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A estimação da área foliar do maracujazeiro azedo por métodos não destrutivos em diferentes estádios fenológicos permitirá ampliar os estudos relacionados à severidade de doenças, ataque de pragas e parâmetros fisiológicos relacionados ao

crescimento sem ocasionar destruição das plantas tidas como parcelas experimentais, acarretando em maior acurácia nos resultados obtidos.

## CONCLUSÕES

A determinação da área foliar nos diferentes padrões morfológicos das folhas (lanceolada, bilobada e trilobada) de maracujazeiro azedo pode ser realizada de forma simples, precisa e segura utilizando-se de medidas lineares entre o comprimento e largura.

As equações considerando o produto entre o comprimento e a largura foliar é a forma mais confiável e precisa para se utilizar com variável independente na estimação da área foliar dos diferentes estádios morfológicos das folhas do maracujazeiro azedo.

As equações estimadas para cada padrão foliar foram:  $\hat{y} = 0,25 + 0,64x$  (lanceolada),  $\hat{y} = -4,82 + 0,69x$  (bilobada) e  $\hat{y} = -0,81 + 0,54x$  (trilobada).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, W. C.; POMPELLI, M. F.; CARRETERO, D. M.; DAMATTA, F. M. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 153, n. 1, p. 33-40, 2008. <http://dx.doi:10.1111/j.1744-7348.2008.00235.x>

BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 566–576, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200053>

BUTTARO, D.; ROUPHAEL, Y.; RIVERA, C. M.; GONNELLA, M. Simple and accurate allometric model for leaf area estimation in *Vitis vinifera* L. genotypes. **Photosynthetica**, Prague, v. 53, n. 3, p. 342-348, 2015. <http://dx.doi:10.1007/s11099-015-0117-2>

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. 1997. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013. <http://dx.doi:10.4025/actasciagron.v35i3.21251>

FERREIRA, R. T.; VIANA, A. P.; SILVA, F. H. L.; SANTOS, E. A.; SANTOS, J. O. Seleção recorrente intrapopulacional em maracujazeiro-azedo via modelos mistos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 38, n. 1, p. 158-166, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-260/14>

MELLETI, L. M. M. Avanço na cultura do maracujazeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 83-91, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500012>

MORGADO, M. A. D.; BRUCKNER, C. H.; ROSADO, L. D. S.; ASSUNÇÃO, W.; SANTOS, C. E. M. Estimação da área foliar por método não destrutivo, utilizando medidas lineares das folhas de espécies de *Passiflora*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 662-667, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000500009>

POMPELLI, M. F.; ANTUNES, W. C.; FERREIRA, D. T. R. G.; CAVALCANTE, P. G. S.; WANDERLEY-FILHO, H. C. L., ENDRESC, L. Allometric models for non-destructive leaf area estimation of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 36 n. 1, p. 77-85, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.10.010>

SACHET, M. R.; PENSO, A. P.; PERTILLE, R. H.; GUERREZI, M. T.; CITADIN, I. Estimativa da área foliar de pessegueiro por método não-destrutivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 12, p. 2160-2163, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140185>

SALA, F.; ARSENE, G. G.; IORDĂNESCU, O.; BOLDEA, M. Leaf area constant model in optimizing foliar area measurement in plants: A case study in apple tree. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 193, n. 1, p. 218-224, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.07.008>

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; REHBEIN, A.; RIBEIRO, B. S. M. R.; ULHMANN, L. O.; LANGNER, J. A.; BECKER, C. C. Dimensões lineares da folha e seu uso na determinação do perfil vertical foliar de gladiolo. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 97-105, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/brag.2014.014>

SILVA, R. T. L.; SOUZA, L. C.; NISHIJIMA, T.; FRONZA, D.; MOREIRA, W. K. O.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; MONFORT, L. E. F.; LUCAS, F. O.; OKUMURA, R. S. Mathematical model to estimate leaf area of guava (*Psidium guajava*). **Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 13, n. 3-4, p. 101-106, 2015.

SOUZA, A. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Estimativas da área da folha de figueiras ‘Roxo de Valinhos’ usando dimensões lineares do limbo foliar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 7, p. 1172-1179, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130699>

SPANN, T. M.; HEEREMA, R. J. A simple method for non-destructive estimation of total shoot leaf area in tree fruit crops. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 125, n. 3, p. 528-533, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.04.033>

TARTAGLIA, F. L.; RIGHI, E. Z.; ROCHA, L.; LOOSE, L. H.; MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B. Non-destructive models for leaf area determination in canola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20. n. 6, p. 551-556, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n6p551-556>

WILLMOTT, C. J.; ACKLESON, S. G.; DAVIS, R. E.; FEDDEMA, J. J.; KLINK, K. M.; LEGATES, D. T.; ROWE, C. M.; O'DONNELL, J. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 90, n. 5, p. 8995-9005, 1985. <http://dx.doi.org/10.1029/JC090iC05p08995>

ZUCULOTO, M.; LIMA, J. S. S.; COELHO, R. I. Modelo matemático para estimativa da área foliar total de bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 30, n. 4, p. 1152-1154, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000400050>

## 6. CAPÍTULO V

### FILOCRONO E EXPANSÃO FOLIAR EM GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO AZEDO DURANTE A FORMAÇÃO DAS MUDAS

#### RESUMO

A produção e utilização de mudas de alta qualidade torna-se uma importante estratégia para alcançar elevada produtividade na cultura do maracujazeiro azedo. A temperatura do ar é o principal elemento meteorológico que interfere na emissão e expansão foliar no dossel da planta. Objetivou-se estimar o filocrono e a expansão foliar em genótipos de maracujazeiro azedo durante a formação das mudas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no esquema fatorial  $6 \times 6$  em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições e três plantas por parcela. Os fatores corresponderam às épocas de semeadura (E1: 13/03/2015, E2: 13/05/2015, E3: 13/07/2015, E4: 13/09/2015, E5: 13/11/2015 e E6: 13/01/2016) e três genótipos de maracujazeiro azedo do programa de melhoramento de maracujazeiro azedo da UFV (UFVM0115, UFVM0215, UFVM0315) e três cultivares comerciais (BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master). Diariamente, foram coletadas as temperaturas do ar para determinação da soma térmica acumuladas. Foi realizada, uma vez por semana, a contagem do número de folhas acumuladas na haste principal e a medição da área foliar das plantas para determinação do filocrono e índice de área foliar. O filocrono dos genótipos de maracujazeiro azedo apresentou variação de 55,5 a 218,4 °C dia folha<sup>-1</sup>. Os genótipos FB 200 Yellow Master, BRS SC1 e UFVM0315 apresentaram os menores valores de filocrono. A temperatura do ar influencia a velocidade de emissão e expansão foliar de maracujazeiro durante a formação da muda.

**Termos de indexação:** *Passiflora edulis* Sims, condições térmicas, emissão de folhas.

## FILOCRON AND FOLIAR EXPANSION OF YELLOW PASSION FRUIT GENOTYPES DURING SEEDLINGS FORMATION

### ABSTRACT

The production and use of high quality seedlings becomes an important strategy to achieve high productivity in the cultivation of passion fruit. The air temperature is the main meteorological element that interferes in the emission and leaf expansion in the canopy of the plant. The objective of this experiment was to estimate phyllochron and leaf expansion in genotypes of passion fruit during seedling formation. The experiment was conducted in a greenhouse, in a 6 × 6 factorial scheme in a randomized complete block design, with five replications and three plants per plot. The factors corresponded to sowing times (E1: 03/13/2015, E2: 05/13/2015, E3: 04/13/2015, E4: 09/13/2015, E5: 11/13/2015 and E6: 13/01/2016) and three genotypes of passion fruit from the UFV passion fruit breeding program (UFVM0115, UFVM0215, UFVM0315) and three commercial cultivars (BRS SC1, BRS GA1 and FB 200 Yellow Master). Daily, the air temperatures were collected to determine the accumulated thermal time. The count of the number of leaves accumulated on the main stem and the measurement of the leaf area of the plants were determined once a week to determine the phyllochron and leaf area index. The phyllochron of the passion fruit genotypes varied from 55.5 to 218.4 ° C leaf<sup>-1</sup> day. The genotypes FB 200 Yellow Master, BRS SC1 and UFVM0315 presented the lowest phyllochron values. The temperature of the air influences the speed of emission and leaf expansion of passion fruit during the formation of the seedlings.

**Index terms:** *Passiflora edulis* Sims, thermal conditions, leave emission.

## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims) é uma fruteira pertencente à família Passifloraceae, que engloba mais de 200 espécies e tem o Brasil como principal centro de origem (Castro et al., 2011; Ferreira et al., 2016). Dentre as espécies existentes, o maracujazeiro azedo é o mais importante no âmbito da comercialização de frutas *in natura* ou processada; e estima-se que aproximadamente 95 % dos pomares de maracujazeiro no Brasil sejam cultivadas com algum genótipo desta espécie, devido ao vigor da planta, alta produtividade, qualidade pós-colheita e grande aceitação no mercado nacional (Meletti et al., 2011; Santos et al., 2014a).

Atualmente, o Brasil destaca-se como o maior produtor e exportador mundial de frutos de maracujazeiro, com uma produção estimada de 823.244 t em uma área de 57.277 ha, sendo a Bahia (42,8 %), Ceará (13,4 %), Espírito Santo (5,4 %) e Minas Gerais (5,4 %) os maiores estados produtores (IBGE, 2016). O sucesso da cadeia produtiva do maracujazeiro azedo envolve desde o manejo adequado durante o crescimento inicial da planta (formação das mudas) até o momento da colheita e comercialização dos frutos. Dessa forma, a produção e utilização de mudas de alto padrão de qualidade torna-se uma importante estratégia para alcançar elevadas produtividades em campo (Santos et al., 2014b).

O entendimento da relação entre o desenvolvimento da planta e o ambiente é de extrema importância, pois a formação de “mudas padrão” depende de fatores climáticos, sendo a temperatura do ar, o principal elemento meteorológico que afeta o desenvolvimento da maioria das espécies vegetais (Meier e Leuschner, 2008; Granier e Tardieu, 2009). Portanto, o conhecimento da necessidade térmica do ar no desenvolvimento vegetal, a exemplo da emissão e expansão foliar, é de extrema importância para que se possam selecionar genótipos produtivos e mais adaptados às condições de temperatura da região de cultivo (Bosco et al., 2009; Maldaner et al., 2009).

O registro do aparecimento de folhas na haste principal da planta é uma excelente medida de tempo fisiológico e está associado ao momento de início e término de fases fenológicas do vegetal, bem como na evolução da área foliar, que está relacionada com a interceptação de radiação solar, na taxa fotossintética e na produtividade biológica (Koefender et al., 2008; Carvalho et al., 2011; Mendonça et al., 2012).

Uma das maneiras de relacionar o número de folhas e a temperatura do ar é através do conceito de filocrono, que é definido como sendo o acúmulo de graus-dia ou unidades térmicas diárias para emissão sucessivas de folhas na haste principal da planta, tendo como unidade básica °C dia folha<sup>-1</sup> (Xue et al., 2004; Rosa et al., 2009). A determinação do filocrono tem sido amplamente aplicada em diversas culturas agrícolas, como em morangueiro, pessegueiro, oliveira e canola (Cocco et al., 2016; Davidson et al., 2015; Dalmago et al., 2013; Martins et al., 2012), verificando variação entre espécies, cultivares e épocas de semeadura.

Estudos sobre a influência da temperatura do ar no desenvolvimento e formação de mudas de maracujazeiro azedo permitirá avaliar a adaptabilidade da espécie em condições térmicas distintas do centro de origem, possibilitando selecionar genótipos adequados para regiões subtropicais (Martins et al., 2012). Com isso, objetivou-se estimar o filocrono e a expansão foliar em genótipos de maracujazeiro azedo durante a formação das mudas quando semeada em diferentes épocas do ano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido no período de março de 2015 a abril de 2016, em casa de vegetação localizada na Unidade de Pesquisa, Ensino e Extensão/Pomar Campus pertencente ao Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (latitude 20°45' S, longitude 42°52' W, e 648 m de altitude) e segundo classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cwa, tropical de altitude com invernos secos e verões quentes e chuvosos (Alvares et al., 2013).

O experimento foi conduzido no esquema fatorial 6 × 6, em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições e três plantas por parcela. Os fatores corresponderam a seis épocas de semeadura (E1: 13/03/2015, E2: 13/05/2015, E3: 13/07/2015, E4: 13/09/2015, E5: 13/11/2015 e E6: 13/01/2016) e três genótipos oriundos do programa de melhoramento de maracujazeiro azedo da UFV [UFVM0115 (UFVM2012 × UFVM0112), UFVM0215 (UFVM1512 × UFVM1612), UFVM0315 (UFVM2312 × UFVM2012)] e três cultivares comerciais (BRS SC1, BRS GA1 e FB 200 Yellow Master), conforme nomes registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018).

Como substrato para crescimento e desenvolvimento das plantas, utilizou-se de uma mistura na proporção 3:1:1:1 de uma argissolo coletado na profundidade de 0 a 20 cm, areia lavada, esterco bovino curtido e substrato comercial a base de casca de pinus

(Plantmax®), respectivamente. No momento do preparo do substrato, foi realizada a correção do solo quanto à acidez com 4,9 g  $\text{saco}^{-1}$  de calcário dolomítico (47% CaO, 8 % de MgO) e a adubação mineral com 0,54 g  $\text{saco}^{-1}$  de ureia (45 % N), 6,12 g  $\text{saco}^{-1}$  de superfosfato simples (18 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 20 % de Ca) e 0,6 g  $\text{saco}^{-1}$  de cloreto de potássio (60 % de  $\text{K}_2\text{O}$ ) mediante análise de solo e conforme recomendado para a cultura do maracujazeiro azedo (Costa et al., 2008). O substrato foi acondicionado em sacos de polietileno com a capacidade estimada de 1,57 L, onde foram semeadas três sementes e ao estabilizar a emergência das plântulas, duas delas por saco foram desbastadas, deixando a mais vigorosa.

Os dados de temperatura mínima e máxima do ar diários foram coletados com o auxílio de um termômetro de mercúrio instalado no centro da bancada a 10 cm acima das plantas. A germinação das sementes iniciou-se ao 8º dia após a semeadura (DAS) e se prorrogou até o 26º DAS. Assumiu-se o 13º DAS, como data do começo da emergência, por ser o período em que 50 % das plântulas estavam com os cotilédones acima do solo, como procederam Pilau et al. (2011) em cambre. A fase fenológica que correspondeu à formação das mudas de maracujazeiro azedo foi considerada da emergência da plântula até a emissão da primeira gavinha definitiva com comprimento de aproximadamente 5 cm.

Após a emergência das plântulas foi realizada, semanalmente, a contagem do número de folhas acumuladas na haste principal das plantas de maracujazeiro azedo, considerando folha emitida aquela que apresentava totalmente expandida e com no mínimo de dimensão igual ou superior a 1 cm de comprimento no momento da avaliação. A contagem foi cessada quando as plantas emitiram a primeira gavinha com aproximadamente 5 cm de comprimento e 10 folhas na haste principal, momento que considera que a planta está apta para o transplantio. A soma térmica acumulada (STa - °C dia) durante o subperíodo de avaliação foi calculada utilizando a soma térmica diária (STd), que foi obtida pela diferença entre a temperatura média do ar e a temperatura-base para cada genótipo de maracujazeiro azedo. As temperaturas base consideradas foram: UFVM0115 = 10,5 °C, UFVM0215 = 9,5 °C, UFVM0315 = 16 °C, BRS SC1 = 13,5 °C, BRS GA1 = 14°C e FB 200 Yellow Master = 14,5 °C.

A estimativa do filocrono, em cada unidade experimental foi calculada através do inverso do coeficiente angular da equação de regressão gerada entre a relação do número médio de folhas e a soma térmica acumulada. O filocrono médio para cada genótipo e época de semeadura foi calculado pela média de 15 repetições, sendo cinco repetições e três plantas por parcela. Simultaneamente a contagem do número de folhas

foi realizada as medições, com régua graduada em milímetros, do comprimento e largura de todas as folhas de uma planta por parcela, para a determinação da evolução da área foliar pelas equações:

$$\text{Folhas lanceolada; – Área foliar: } \hat{y} = 0,25 + 0,640x \quad (1)$$

$$\text{Folhas bilobada; – Área foliar: } \hat{y} = -4,82 + 0,690x \quad (2)$$

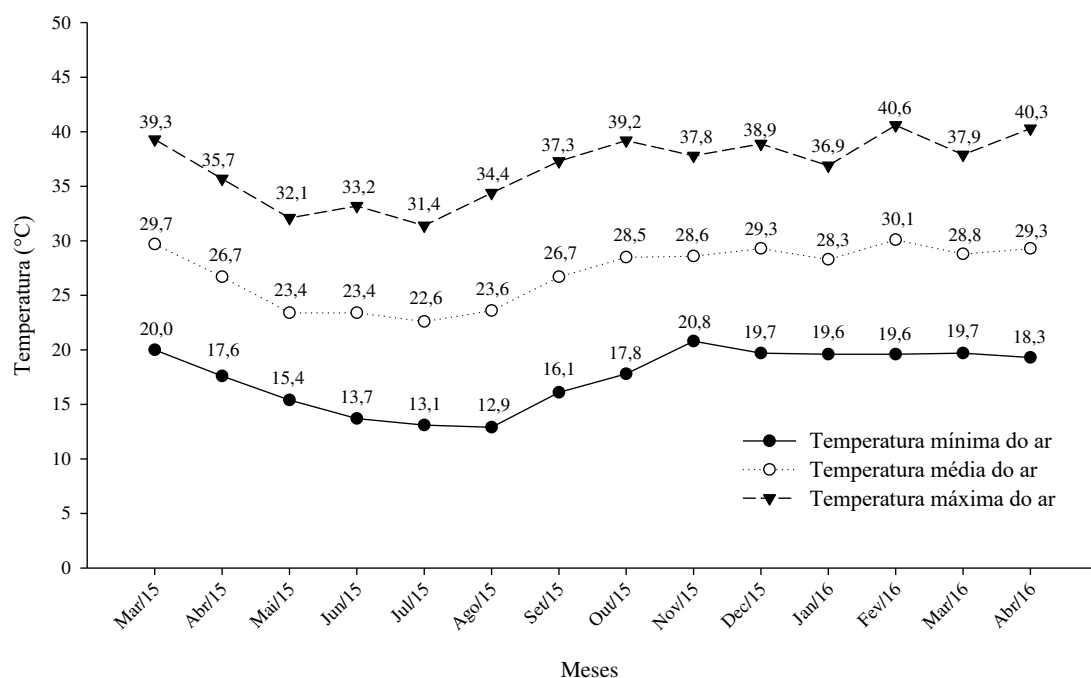
$$\text{Folhas trilobada; – Área foliar: } \hat{y} = -0,81 + 0,540x \quad (3)$$

Em seguida, foi determinado o índice de área foliar através da razão entre a área foliar e a área de superfície do recipiente (28,27449 cm<sup>2</sup>) utilizado para a semeadura e desenvolvimento das plantas de maracujazeiro azedo. Os dados referentes à relação entre o índice de área foliar e o acúmulo de folhas na haste principal foram ajustados para os modelos de regressão polinomial (linear, quadrático e cúbico) levando em consideração a significância dos coeficientes dos modelos e o maiores valores dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), como procederam Carvalho et al. (2011) em pimentão (*Capsicum annuum* L.), onde os coeficientes  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  foram estimados utilizando o programa Sigmaplot 10, sendo que para determinação da equação utilizou-se a média de 5 repetições por tratamento.

Os dados obtidos do filocrono e do índice de área foliar foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05). As médias referentes às épocas e aos genótipos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da temperatura do ar no interior da casa de vegetação durante a condução do experimento são verificados na Figura 1. A temperatura do ar apresentou ampla variação durante a condução do experimento nas diferentes épocas de semeadura, o que influenciou na necessidade térmica para a emissão das folhas (Tabela 1) e no índice de área foliar (Tabela 3) dos genótipos de maracujazeiro azedo durante a formação das mudas. A temperatura média do ar ao longo da condução de experimento foi de 27 °C, apresentado os meses de maio, junho e julho de 2015 como os mais frios e temperaturas média do ar de 23,4, 23,4 e 22,6 °C, respectivamente, enquanto os meses de março de 2015 (29,7 °C) e fevereiro de 2016 (30,1 °C) foram os que apresentaram as maiores médias de temperaturas médias do ar.



\* A temperatura do ar no mês de Abril foi verificada até o dia 14, quando a última planta da época 6 foi avaliada.

Figura 1. Valores médios de temperatura mínima, média e máxima do ar no interior da casa de vegetação nos meses de avaliação do experimento durante a formação de mudas dos genótipos de maracujazeiro azedo.

Estudos relacionados às condições térmicas influenciando a formação das mudas de genótipos de maracujazeiro azedo em diferentes épocas de semeadura são de extrema importância. Principalmente para compreender o comportamento na emissão de folhas no dossel da planta à medida que se acumula unidades térmicas (filocrono) e da

expansão foliar, uma vez que, estes processos fisiológicos são diretamente influenciados pela variação da temperatura média do ar (Bosco et al., 2009; Rosa et al., 2009; Rosa et al., 2011; Mendonça et al., 2012).

O filocrono dos genótipos de maracujazeiro azedo avaliados em diferentes épocas de semeadura apresentou comportamento linear crescente (Figura 2), variando com o genótipo e a época de semeadura. Ao relacionar os valores do número médio de folhas (NF) com a soma térmica acumulados (STa), foram obtidas equações com coeficientes de determinação acima de 93 %. Isso demonstra que a emissão de folhas na haste principal em mudas de maracujazeiro é fortemente influenciada pelas condições térmicas do ar imposta as plantas. Esse comportamento foi constatado em outras espécies agrícolas como a calêndula (Koefender et al., 2008), pessegueiro (Davidson et al., 2015) e morangueiro (Cocco et al. 2016).

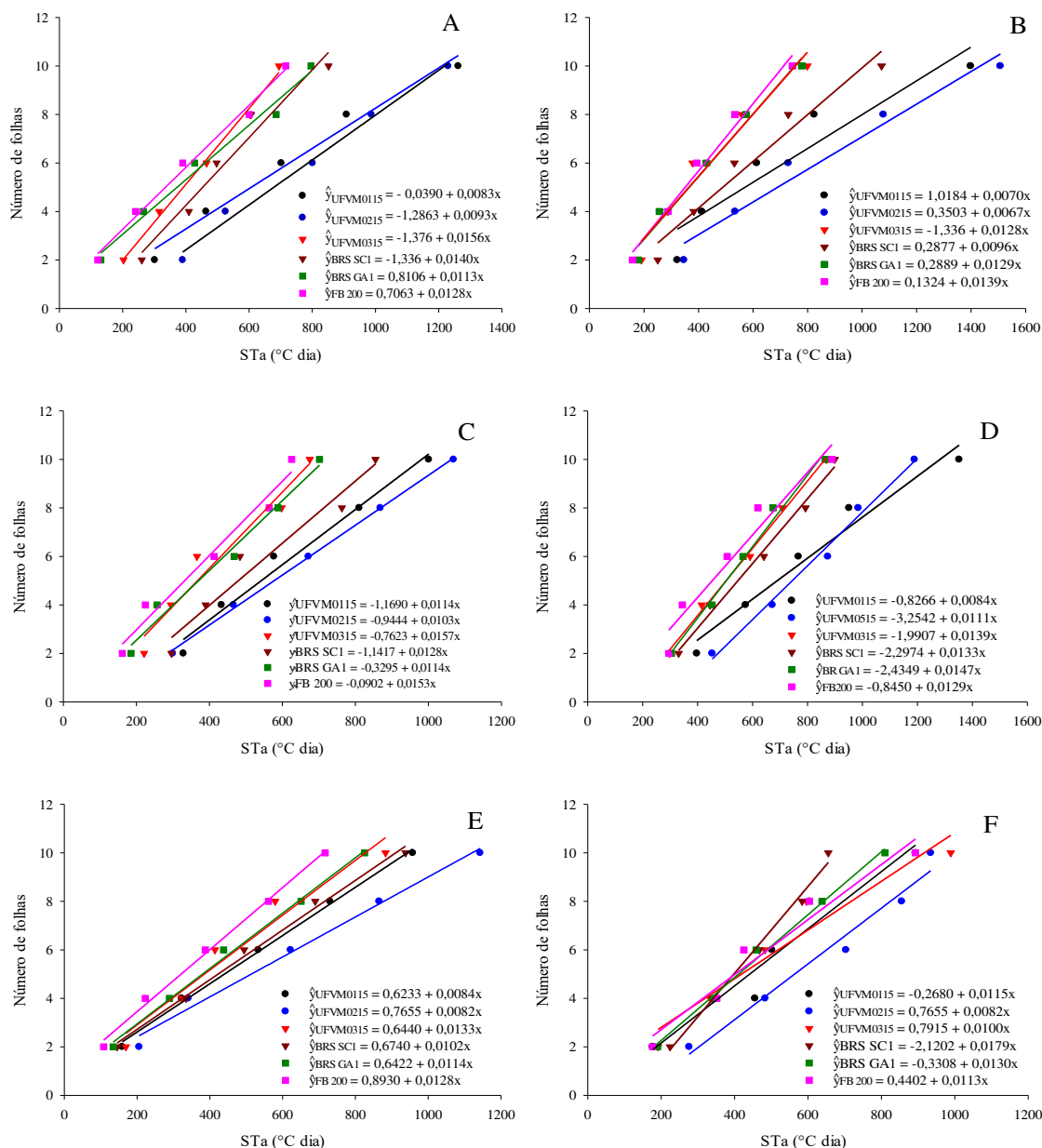


Figura 2. Relação entre o número de folhas acumuladas na haste principal e a soma térmica acumulada para o cálculo do filocrono do subperíodo que corresponde à formação das mudas dos genótipos de maracujazeiro azedo em seis épocas de semeadura. (A à F). A = Época 1; B = Época 2; C = Época 3; D = Época 4; E = Época 5 e F = Época 6.

O filocrono dos genótipos de maracujazeiro azedo apresentou variação de 55,0 a 218,4 °C dia folha<sup>-1</sup> nas diferentes épocas de semeadura (Tabela 1). O menor valor de filocrono foi observado no genótipo BRS SC1 na época 6 de semeadura, enquanto o maior valor foi verificado na época 2 de semeadura e no genótipo UFVM0215. Ao analisar as épocas de semeadura, a época 3 foi a que requereu menor necessidade de

unidades térmicas para emissão de folhas no maracujazeiro ( $75,9\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ ) e não diferiu estatisticamente da época 4 e 6, que apresentaram filocrono médio de 85,3 e 81,8  $^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ , respectivamente. A época 2 de semeadura foi a que necessitou de maior acúmulo de  $^{\circ}\text{C dia}$  para emissão de uma folha na haste principal da planta, com valor médio de  $154,4\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ .

Tabela 1. Valores médios do filocrono para a formação das mudas de genótipos de maracujazeiro azedo avaliados em seis nas épocas de semeadura em condições de casa de vegetação

| Genótipos  | Épocas                                                      |          |          |          |         |         | Médias (G) |
|------------|-------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|---------|---------|------------|
|            | E1                                                          | E2       | E3       | E4       | E5      | E6      |            |
|            | ----- Filocrono ( $^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ ) ----- |          |          |          |         |         |            |
| UFVM0115   | 94,7cAB                                                     | 154,9bcC | 92,4bcAB | 100,2cAB | 100,8cB | 80,1bA  | 104,8b     |
| UFVM0215   | 125,9dB                                                     | 218,4dC  | 97,9cA   | 95,4bcA  | 120,7dB | 88,0bcA | 124,3d     |
| UFVM0315   | 61,6aA                                                      | 124,4aD  | 66,2aA   | 91,6bcBC | 87,7abB | 101,0cC | 88,3ab     |
| BRS SC1    | 75,0abA                                                     | 143,5bD  | 78,2abA  | 81,2abA  | 98,5bcC | 55,0aA  | 88,6ab     |
| BRS GA1    | 96,5cB                                                      | 161,0cC  | 71,3aA   | 73,4aA   | 83,1aAB | 78,3bA  | 93,9b      |
| FB 200     | 78,3bAB                                                     | 124,0aC  | 71,0aA   | 69,9aA   | 79,5aAB | 88,4bcB | 85,1a      |
| Médias (E) | 88,7bc                                                      | 154,4a   | 79,5d    | 85,3cd   | 95,0b   | 81,8cd  |            |
| DP         | 22,4                                                        | 34,9     | 12,8     | 12,3     | 15,1    | 15,4    |            |
| CV (%)     | 25,3                                                        | 22,6     | 16,1     | 14,4     | 15,9    | 18,8    |            |

**Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de significância. E1 = Época 1; E2 = Época 2; E3 = Época 3; E4 = Época 4; E5 = Época 5 e E6 = Época 6. DP = Desvio padrão; G = Genótipos e E = Épocas.**

Ao analisar as condições térmicas do ar nas épocas de semeadura com os menores e maiores valores de filocrono (Figura 1), verifica-se que os menores valores de filocrono foram às épocas 3, 4 e 6, que apresentaram temperaturas médias de 25,3, 27,9 e 29,1  $^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. A época 2 foi a que apresentou os maiores valores de filocrono e, também, o menor valor de temperatura média do ar (23,3  $^{\circ}\text{C}$ ). O que determina que haja temperaturas ótimas em que emissão de folhas durante o crescimento inicial de maracujazeiro azedo ocorre com maior rapidez, reduzindo o tempo de preparo das mudas.

Esse comportamento foi verificado em calêndula por Koefender et al. (2008) e canola por Dalmago et al. (2013), ao relatarem que nas épocas de semeadura com as temperaturas do ar mais baixas, houve uma maior necessidade de unidade térmicas para emissão de folhas em relação àquelas com temperaturas mais elevadas. Em

temperaturas baixas, a emissão foliar é reduzida devido à baixa atividade enzimática que afeta todo processo bioquímico ligado à fotossíntese, a divisão celular e assimilação de carbono, na qual prejudica a formação e emissão de novos tecidos foliares (Sanchez et al., 2014).

Dentre os genótipos avaliados, o FB 200 Yellow Master foi o que necessitou de menor quantidade de unidades térmicas ( $85,16\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ ) para emissão de uma folha na haste principal, seguida pela UFVM0315 ( $88,30\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ ) e BRS SC1 ( $88,33\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ ). O genótipo UFVM 0215 foi apresentou maior valor de filocrono ( $124,33\text{ }^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ ). De forma semelhante, as diferenças no filocrono dos genótipos de maracujazeiro azedo foram observada em cultivares de oliveira - *Olea europaea* (Martins et al., 2012) e morangueiro - *Fragaria x ananassa* (Cocco et al., 2016). Isso se deve as diferenças na necessidade de soma térmica acumulada observada no final da formação da muda, o que pode representar vários dias do calendário civil, principalmente em regiões que apresentam os invernos mais rigorosos, como é caso do Sul de Minas Gerais (Martins et al., 2012).

Para a estimação do índice de área foliar (IAF) utilizando a contagem do número de folhas acumuladas na haste principal foram avaliados os modelos linear, quadrático e cúbico em cada época e genótipo testado (Tabela 2). As equações geradas com os respectivos modelos selecionados, tomando como base, os parâmetros pré-estabelecidos podem ser verificados na Figura 2. Nas épocas 1 e 3, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou para a determinação do IAF nos genótipos de maracujazeiro azedo (Figura 3A e 3C), apresentando significância para o modelo testado ( $p < 0,05$ ) e com coeficientes de determinação acima de 98 %.

Tabela 2. Critério para escolha do modelo de ajuste para o índice de área foliar (IAF) em função do número de folhas para os genótipos de maracujazeiro azedo nas diferentes épocas de semeadura

| Épocas               | Significância dos coeficientes do modelo para IAF |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |
|----------------------|---------------------------------------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|
|                      | E1                                                |                    | E2       |                    | E3       |                    | E4       |                    | E5       |                    | E6       |                    |
| Critérios            | $\alpha$                                          | R <sup>2</sup> (%) | $\alpha$ | R <sup>2</sup> (%) | $\alpha$ | R <sup>2</sup> (%) | $\alpha$ | R <sup>2</sup> (%) | $\alpha$ | R <sup>2</sup> (%) | $\alpha$ | R <sup>2</sup> (%) |
|                      |                                                   |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |
| UFVM0115             |                                                   |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |
| Linear               | **                                                | 95,6               | **       | 94,6               | **       | 89,4               | **       | 93,5               | **       | 96,8               | **       | 98,4               |
| Quadrático           | **                                                | 100,0              | **       | 96,7               | **       | 99,9               | **       | 99,0               | **       | 99,5               | ns       | 99,8               |
| Cúbico               | ns                                                | 100,0              | **       | 99,9               | ns       | 99,9               | ns       | 99,9               | ns       | 99,5               | ns       | 99,9               |
| UFVM0215             |                                                   |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |
| Linear               | **                                                | 95,5               | **       | 97,5               | **       | 91,4               | **       | 92,1               | **       | 99,1               | **       | 97,6               |
| Quadrático           | **                                                | 99,8               | **       | 99,9               | **       | 99,9               | **       | 99,9               | ns       | 99,5               | ns       | 98,7               |
| Cúbico               | ns                                                | 99,8               | ns       | 99,7               | ns       | 100,0              | ns       | 99,9               | ns       | 99,9               | ns       | 99,9               |
| UFVM0315             |                                                   |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |
| Linear               | **                                                | 93,2               | **       | 96,9               | **       | 96,8               | **       | 94,7               | **       | 97,7               | **       | 97,3               |
| Quadrático           | **                                                | 99,8               | ns       | 97,0               | **       | 99,7               | **       | 99,7               | **       | 99,6               | ns       | 98,4               |
| Cúbico               | ns                                                | 99,8               | **       | 99,9               | ns       | 100,0              | ns       | 99,8               | ns       | 99,9               | ns       | 99,9               |
| BRS SC1              |                                                   |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |
| Linear               | **                                                | 94,1               | **       | 99,8               | **       | 88,3               | **       | 90,9               | **       | 96,2               | **       | 96,2               |
| Quadrático           | **                                                | 99,4               | *        | 98,2               | **       | 99,9               | **       | 99,7               | *        | 98,0               | ns       | 96,3               |
| Cúbico               | ns                                                | 99,6               | **       | 99,8               | ns       | 99,9               | ns       | 99,8               | *        | 99,6               | *        | 99,4               |
| BRS GA1              |                                                   |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |
| Linear               | **                                                | 96,5               | **       | 95,6               | **       | 92,7               | **       | 88,7               | **       | 91,1               | **       | 97,9               |
| Quadrático           | *                                                 | 99,9               | **       | 99,8               | **       | 99,6               | **       | 99,8               | ns       | 91,1               | ns       | 98,9               |
| Cúbico               | ns                                                | 99,6               | ns       | 99,9               | ns       | 99,9               | ns       | 99,9               | *        | 97,9               | ns       | 99,7               |
| FB 200 Yellow Master |                                                   |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |          |                    |
| Linear               | **                                                | 95,6               | **       | 96,4               | **       | 92,6               | **       | 88,3               | **       | 97,6               | **       | 97,6               |
| Quadrático           | *                                                 | 99,2               | *        | 97,4               | *        | 98,4               | **       | 98,2               | **       | 98,7               | ns       | 97,8               |
| Cúbico               | ns                                                | 99,9               | **       | 99,7               | ns       | 99,5               | *        | 99,5               | **       | 100,0              | ns       | 99,8               |

\*\* = significativo a 1%; \* = significativo a 5%; ns = não significativo; E1 = Época 1; E2 = Época 2; E3 = Época 3; E4 = Época 4; E5 = Época 5 e E6 = Época 6.

Na época 4, o modelo quadrático foi o que apresentou maior acurácia para determinação do IAF, com exceção do genótipo FB 200 Yellow Master, onde o modelo cúbico foi o que melhor se ajustou, através da equação  $\hat{y}_{FB200} = -1,2791 + 1,3801x - 0,2436x^2 + 0,0216x^3$  (Figura 3D). Semelhantemente foi observado na época 6, onde as relações entre IAF  $\times$  NF foram ajustadas para os modelos lineares em todos os

genótipos avaliados (Figura 3F), exceto para o BRS SC1 que ajustou ao modelo cúbico ( $\hat{y}_{sc} = 3,9543 - 3,1091x + 0,8049x^2 - 0,0440x^3$ ).

Na época 2 e 5, o modelo cúbico foi o que mais se adequou, apresentando significância de 1 ou 5 % para a determinação do IAF nos genótipos BRS SC1 e FB 200 Yellow Master e com  $R^2$  acima de 99,6 %, conforme equações apresentadas nas Figuras 3B e 3E. Os demais genótipos de maracujazeiro azedo, o IAF pode ser determinado e se ajustaram através de regressões lineares ou quadráticas, a depender da significância do modelo testado e do coeficiente de determinação.

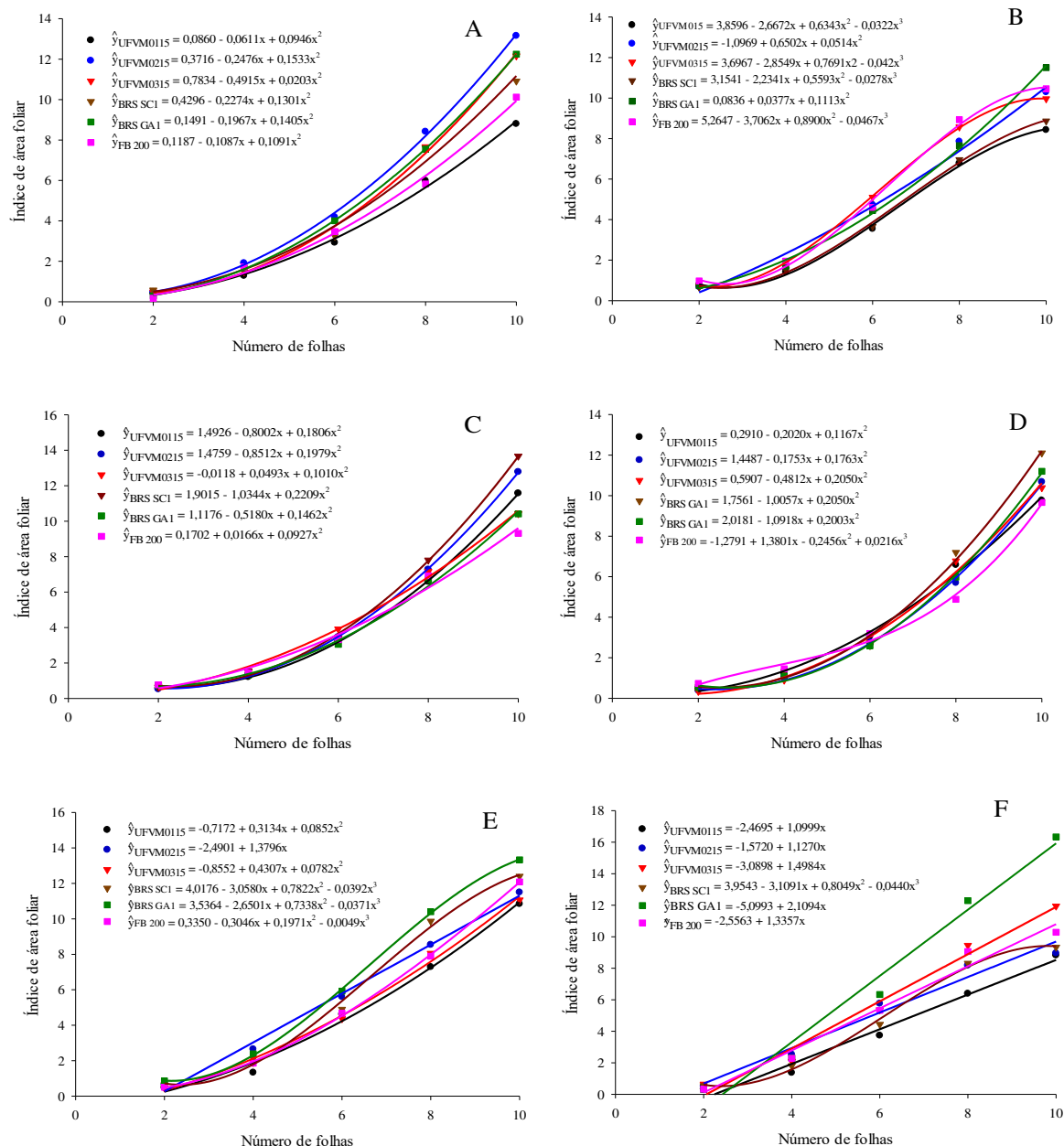


Figura 3. Relação entre o índice de área foliar (IAF) e o número de folhas (NF) acumuladas na haste principal durante a formação das mudas de maracujazeiro azedo em seis épocas de semeadura e em condições de casa de vegetação.

A determinação de modelos equacionais com boa acurácia, confiabilidade e precisão para determinação e entendimento dos parâmetros de crescimento e fisiológicos e sua relação com as condições térmicas do ar tem sido muito empregado em várias culturas agrícolas. Em genótipos de berinjela (*Solanum melongena* L.), Maldaner et al. (2009) obtiveram um modelo logístico para a determinação do índice de área foliar, utilizando apenas a contagem do número de folhas. Semelhantemente,

Pivetta et al. (2007) através de testes estatísticos, determinaram modelos equacionais para determinação da evolução da área foliar em genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Para os referidos autores, a determinação de modelos na estimação e acompanhamento na expansão da área foliar, ao longo do tempo, surge como uma alternativa viável, pois se utiliza apenas da contagem do número de folhas das plantas. O que é vantajoso em comparação ao método frequentemente adotado, que necessita da medição do comprimento e largura das folhas e, muitas das vezes, de fatores de correções para cálculo da área real, o que custa tempo e mão-de-obra especializada (Maldaner, 2009).

Os valores do índice de área foliar dos genótipos de maracujazeiro azedo em função das épocas de semeaduras são apresentados na Tabela 3. O maior valor de 16,33 no IAF foi observado no genótipo BRS GA1 na época 6 de semeadura, enquanto o menor IAF foi constatado na época 2 de semeadura no genótipo UFVM0115, com o valor de 8,42. Dentre os genótipos avaliados, o BRS GA1 foi o que sobressaiu no acúmulo de área foliar e não diferiu, estatisticamente, dos genótipos UFVM0215 e BRS SC1. Em contrapartida, o UFVM0115 e FB 200 Yellow Master foram os que obtiveram, em média, os menores valores de IAF nas épocas avaliadas.

Em relação à época de semeadura, verifica-se que a época 5 foi a que obteve os maiores valores de acúmulo de área foliar em relação as outras épocas de semeadura, com valor de IAF de 11,86 e não diferiu das épocas 1 (IAF=11,23), 3 (IAF=11,35) e 6 (IAF=10,94). A época 3 foi a que obteve os menores valores de índice de área foliar dos genótipos de maracujazeiro azedo (IAF=9,92), enquanto o valor médio do IAF na época 4 foi de 10,62.

Tabela 3. Valores médios do índice de área foliar (IAF) em mudas dos genótipos de maracujazeiro azedo avaliados em seis épocas de semeadura em condições de casa de vegetação, Viçosa-MG, 2015/2016

| Genótipos      | Épocas                                  |           |           |          |          |          |
|----------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
|                | E1                                      | E2        | E3        | E4       | E5       | E6       |
|                | ----- Índice de Área Foliar (IAF) ----- |           |           |          |          |          |
| UFVM0115       | 8,80bAB                                 | 8,42aB    | 11,57abcA | 9,76aAB  | 10,84aAB | 8,82bAB  |
| UFVM0215       | 13,15aA                                 | 10,29abAB | 12,78abA  | 10,67aAB | 11,49aAB | 8,95bB   |
| UFVM0315       | 12,16aA                                 | 9,96abA   | 10,42cdA  | 10,39aA  | 11,06aA  | 11,94bA  |
| BRS SC1        | 10,91abABC                              | 8,87abC   | 13,66aA   | 12,10aAB | 12,40aA  | 9,33bBC  |
| BRS GA1        | 12,24aB                                 | 11,49aB   | 10,41cdB  | 11,19aB  | 13,32aB  | 16,33aA  |
| FB 200         | 10,12abA                                | 10,46abA  | 9,31dA    | 9,66aA   | 12,08aA  | 10,28bA  |
| Média (Épocas) | 11,23ab                                 | 9,92c     | 11,35ab   | 10,62bc  | 11,86a   | 10,94abc |
| Desvio-padrão  | 1,60                                    | 1,11      | 1,63      | 0,91     | 0,92     | 2,88     |
| CV (%)         | 14,25                                   | 11,27     | 14,38     | 8,65     | 7,80     | 26,34    |

**Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de significância.**

Os processos fisiológicos, como alongamento e divisão celular, durante o aumento do IAF das plantas são fenômenos parcialmente controlados pela expressão gênica da espécie e em parte pelas condições ambientais impostas durante o crescimento e desenvolvimento (plasticidade fenotípica), destacando as condições térmicas do ar (Meier e Leuschner, 2008). Em temperaturas mais elevadas (fim da primavera e início do verão) há o estímulo da expansão foliar, contribuindo para maiores índices de área foliar; diferentemente das baixas temperaturas (fim do outono e início do inverno), onde o crescimento da área foliar é potencialmente reduzido (Meier e Leuschner, 2008; Granier e Tardieu, 2009), como foi verificado nos resultados da Tabela 3.

## **CONCLUSÕES**

Os genótipos FB 200 Yellow Master, BRS SC1 e UFVM0315 necessitam de menor acúmulo de unidades térmicas para a emissão de folhas na haste principal.

O índice de área foliar em mudas de maracujazeiro azedo pode ser estimado através de simples contagem de número de folhas acumuladas na haste principal.

A temperatura do ar influencia de forma direta à velocidade de emissão e expansão foliar durante a formação das mudas de maracujazeiro azedo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

BOSCO, L. C.; GRIMM, E. L.; STRECK, N. A. Crescimento e desenvolvimento de genótipos de arroz cultivados em solo alagado e não-alagado. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 6, p. 796-804, 2009.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, A. D.; PEREIRA, J. B. A. Ajuste de modelos para estimativa do índice de área foliar e acúmulo de biomassa do pimentão em função de graus-dias. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 971-982, 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n3p971>

CASTRO, A. P. G.; FALEIRO, F. G.; CARVALHO, D. D. C.; FONSECA, K. G.; VILELA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; CARES, J. E. Genetic variability of *Passiflora* spp. from commercial fields in the Federal District, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 996-1002, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000600013>

COCCO, K. L. T.; SCHMIDT, D.; CARON, B. O.; SOUZA, V. C.; FONTANA, D. C.; PAULA, G. M. Estimated phyllochron in low tunnel cultivated strawberry cultivars. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 9, p. 1546-1552, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150708>

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A. FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo de maracujazeiro**. Vitória, Espírito Santo: INCAPER, 2008. 56p. (Incaper. Documentos, 162).

DALMAGO, G. A.; FOCESATTO, E.; KOVALESKI, S.; TAZZO, I. F.; BOLIS, L. M.; CUNHA, G. R.; NIED, A. H.; BERGAMASCHI, H.; SANTI, A. Filocrono e número de folhas da canola em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 573-581, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000600001>

DAVIDSON, A.; SILVA, D.; QUINTANA, B.; DEJONG, T. M. The phyllochron of *Prunus persica* shoots is relatively constant under controlled growth conditions but seasonally increases in the field in ways unrelated to patterns of temperature or radiation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 184, n. 1, p. 106-113, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.033>

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

FERREIRA, R. T.; VIANA, A. P.; SILVA, F. H. L.; SANTOS, E. A.; SANTOS, J. O. Seleção recorrente intrapopulacional em maracujazeiro-azedo via modelos mistos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 158-166, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-260/14>

GRANIER, C.; TARDIEU, F. Multi-scale phenotyping of leaf expansion in response to environmental changes: the whole is more than the sum of parts. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 32, n. 9, p. 1175-1184, 2009. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.01955.x>

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2018.

KOEFENDER, J.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; TRENTIN, R. Estimativa do filocrono em calêndula. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1246-1250, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000500007>

MALDANER, I. C.; GUSE, F. I.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; LUCAS, D. D. P.; LOOSE, L. H. Filocrono, área foliar e produtividade de frutos de berinjela conduzidas com uma e duas hastes por planta em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 671-677, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000013>

MAPA. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <<http://www.sistemas.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 07 de março de 2018.

MARTINS, F. B.; REIS, D. F.; PINHEIRO, M. V. M. Temperatura base e filocrono em duas cultivares de oliveira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p. 1975-1981, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012001100011>

MEIER, I. C.; LEUSCHNER, C. Leaf size and leaf area Index in *Fagus sylvatica* forests: Competing effects of precipitation, temperature, and nitrogen availability. **Ecosystems**, New York, v. 11, n. 5, p. 655-669, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s10021-008-9135-2>

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 83-91, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500012>

MENDONÇA, H. F. C.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; ZERBIELLI, L.; BONAFÉ, M. Estimativa do filocrono de morangueiro em sistemas consorciado e solteiro em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 15-23, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000100005>

PILAU, F. G.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; SCHWERZ, L. Temperatura basal, duração do ciclo e constante térmica para a cultura do crambe. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 958-964, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000400032>

PIVETTA, C. R.; TAZZO, I. F.; MAASS, G. F.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1274-1280, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000500009>

ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p.1374-1382, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100002>

ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; ANDRIOLO, J. L.; SILVA, M. R.; LANGNER, J. A. Base temperature for leaf appearance and phyllochron of selected strawberry cultivars in a subtropical environment. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 939-945, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000400029>

SANCHEZ, B.; RASMUSSEM, A.; PORTER, J. R. Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. **Global Change Biology**, Oxford, v. 20, n. 2, p. 408-417, 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12389>

SANTOS, G. P.; LIMA NETO, A. J.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SOUTO, A. G. L. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo, sob diferentes fontes e doses de fósforo em cobertura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 525-533, 2014a. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18176/15210>

SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; CHAGAS, E. A.; DIAS, M. M.; LOCATELLI, G. OLIVEIRA, M. C. Enxertia de diferentes combinações de copas e porta-enxertos em maracujazeiros. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1211-1218, 2014b. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1201>

XUE, Q.; WEISS, A.; BAENZIGER, P. S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 175, n. 3, p. 261-270, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.10.018>

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A temperatura do ar é um dos fatores climáticos mais limitantes para a expansão da cultura do maracujazeiro azedo nas regiões Sudeste e Sul, pois a cultura exige temperaturas elevadas para que ocorra o crescimento e elevada produção de frutos. No entanto, eram inexistentes, até o momento, informações na literatura científica acerca da avaliação e seleção de genótipos mais adaptados às condições de clima dessas regiões; o que motivou a pesquisa.

Pelos resultados, as condições térmicas do ar influenciam a formação das mudas de maracujazeiro azedo, principalmente em relação a baixas temperaturas e altas amplitudes de temperatura do ar, necessitando de maior período de tempo para serem levadas a campo. É possível indicar genótipos mais adaptados às condições de clima da região Sudeste Brasileiro, utilizando variáveis de crescimento e desenvolvimento vegetal, como a emissão e expansão foliar, e sua relação com a temperatura-base inferior. Dentre os genótipos, para a produção de mudas de maracujazeiro azedo, os cultivares da Embrapa (BRS SC1 e BRS GA1) e o cultivar FB 200 Yellow Master da Empresa Viveiros Flora Brasil são os mais indicados para as condições térmicas da Zona da Mata de Minas Gerais.

Para estudos e pesquisas futuras, nota-se que existe uma lacuna a ser preenchida acerca da relação da temperatura-base inferior, que tem influência direta no crescimento e o desenvolvimento do maracujazeiro azedo, com os aspectos fisiológicos das plantas. Uma vez que, para determinar esses parâmetros, se utiliza de métodos estatísticos, que pode acarretar em erros de determinação, ao não considerar o comportamento biológico da planta.