



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (CCA)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

Anyela Mayerly Rojas Molina

**Desenvolvimento das estruturas florais da goiabeira serrana (*Acca sellowiana*  
(O. Berg) Burret) (syn. *Feijoa sellowiana*) em condições de clima tropical e  
subtropical**

Florianópolis

2021

Anyela Mayerly Rojas Molina

**“Desenvolvimento das estruturas florais da goiabeira serrana (*Acca sellowiana*  
(O. Berg) Burret) (syn. *Feijoa sellowiana*) em condições de clima tropical e  
subtropical”**

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Recursos  
Genéticos Vegetais da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do  
título de Doutor em Ciências, área  
de concentração em Recursos  
Genéticos Vegetais.

Orientador Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari  
Co-orientadora: Profa. Dra. Marisa Santos

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Molina, Anyela Mayerly Rojas

Desenvolvimento das estruturas florais da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) (syn. *Feijoa sellowiana*) em condições de clima tropical e subtropical / Anyela Mayerly Rojas Molina ; orientador, Rubens Onofre Nodari, coorientador, Marisa Santos, 2021.

176 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Ecofisiologia. 3. Desenvolvimento das gemas florais. 4. Crescimento dos ramos. 5. Caracterização Bioquímica. I. Nodari, Rubens Onofre. II. Santos, Marisa. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. IV. Título.

Anyela Mayerly Rojas Molina

**Desenvolvimento das estruturas florais da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) (syn. *Feijoa sellowiana*) em condições de clima tropical e subtropical**

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Gerhard Fischer, PhD.  
Instituição Universidad Nacional de Colombia (UNC)

Prof. Joel Donazzolo, Dr.  
Instituição Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Prof. Miguel Pedro Guerra, Dr.  
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de doutor em Ciências.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Rubens Onofre Nodari  
Orientador

Florianópolis, 2021.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois absolutamente tudo provêm Dele. SDG.

A minha família, pelo apoio, pelos princípios, e pelo amor.

Ao PPG-RGV em cabeça do Professor Claudio, A meu orientador Professor Rubens Nodari e à coorientadora, professora Marisa que não desistiram de mim. Não há palavras suficientes para agradecer o que vocês fizeram por mim. Ao professor Miguel Guerra que teve o interesse de compartilhar suas experiências da *A. sellowiana*.

Aos membros da banca da qualificação e da defesa da tese cujas considerações foram muito importantes para a finalização deste trabalho.

Aos professores, colegas e amigos do RGV com os quais cursei as disciplinas do meu doutorado. Aos meus amigos de longe e de perto que sempre creram em mim.

Ao Biólogo Omar Camilo Quintero, quem facilitou a pesquisa nos dois pomares na Colômbia, e permitiu a coleta dos ramos providenciou a locomoção durante as coletas, e esteve sempre presente e atento a compartilhar suas experiências. Ao senhor Jaiver Moreno, e os outros administradores dos pomares pelo acompanhamento durante as coletas do material. Ao Dr. Fernando Sanchez, a Dra. Lilian Machado, Edenilson Meyer, Augusto Akira pelo acompanhamento nas viagens para São Joaquim e me ajudaram durante as medições das plantas em campo. Ao Edison Cardona que participou da fixação do material nos dias que estava na Colômbia, e pelo apoio no capítulo correspondente a anatomia; à Trissy Maciel, Alexandra Schamann, Lorena Orsi, Jhully da Silva, que participaram do corte dos blocos. A Dra. Marcia Faita pela ajuda no MEV, à Eliana de Medeiros pela ajuda na microscopia Confocal. Ao Gregório Lombardi e a Giulia Bortolon pela ajuda nas fotografias dos ramos. Em especial Fernando que deu um grande apoio nas análises estatísticas e ao Humberto Nunes Ribeiro, que sempre esteve disposto e presente a auxiliar nas atividades em campo. Agradeço aos professores da Disciplina de Análise Multivariada, Tiago Silveira e Luis Macedo Soares, que me orientaram na organização do alto volume de dados para o capítulo correspondente ao crescimento e desenvolvimento.

Agradeço ao Dr. Henrique Pessoa dos Santos, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, e sua equipe de trabalho do laboratório de Fisiologia Vegetal em Bento Gonçalves, RS. Sua experiência de trabalho compartilhada, e o uso das instalações foram oportunas para a obtenção dos resultados.

Agradeço ao Augusto Akira e Izabel Dellbesell, ao Edison Cardona, a Carol Zanatta, A Anna Flavia Neri, que participaram das determinações de carboidratos totais e amido e ao técnico

Mateus Brusco de Freitas, do Labfitop que realizou as leituras por espectrofotometria. Ao técnico Franklin Back que, posterior aos procedimentos de preparação das amostras realizou a corrida dos carboidratos solúveis específicos no HPLC.

Aos colegas e amigos de estudos, entre os quais o Edison Cardona, Thiago Ornellas, Johan Fietze, Juan Carlos Aguirre, Dani Goetten, Cristina Bellincanta, Patrick Dias, sempre dispostos estiveram comigo neste processo fazendo os dias trabalhosos os mais leves.

Aos amigos que me acolheram nas diferentes cidades onde realizei coletas e Análises, Sabrina Lerin e Cristiano em São Joaquim, e a Natália Vaccaro e Douglas Schultz em Bento Gonçalves.

A todos aqueles que fizeram parte da caminhada durante estes anos de doutorado no Brasil e na Colômbia.

"A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isto fica sendo a minha última e mais elevada descoberta." **Isaac Newton**

A minha mãe Isabel

As minhas irmãs Aura e Sandra,

Aos meus sobrinhos Valeria, Sofia, Sara, Santiago, Isabella

**DEDICO**

## RESUMO

A Goiabeira Serrana (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) (syn. *Feijoa sellowiana*), conhecida internacionalmente como feijoa, é uma frutífera perenifólia produzida em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, sendo que nas condições de clima temperado ocorre um processo de floração e frutificação mais sincronizado comparativamente as demais regiões. Existe a hipótese de que as flores de *A. sellowiana* tem origem em gemas axilares mistas, formadas no ano anterior, junto com as novas brotações e desenvolvimento de folhas, como na maioria das espécies caducifólias. Entretanto, este desenvolvimento pode resultar da sincronia sazonal (inverno), formando gemas que atingem floração/frutificação no mesmo ano, como em algumas frutíferas perenifólias. Em condições tropicais, a *Acca sellowiana* pode florescer e brotar durante o ano todo, dependendo do clima e manejo. Assim, o objetivo geral do estudo foi o de caracterizar os estádios pré-antese de *A. sellowiana*, tipos Brasil e Uruguai, cultivadas no sul do Brasil (clima subtropical e sem uso de poda/manejo) e na Colômbia (clima tropical e com uso de poda/manejo) visando gerar e disponibilizar os avanços científicos que permitam melhor compreensão e eficiência dos sistemas de produção do sul do Brasil. Para a caracterização anatômica, foram coletados diferentes tipos e acessos em pomares sob condições tropical (Colômbia) e subtropical (sul do Brasil) em diferentes estações do ano. As amostras foram processadas e analisadas em microscopias óptica, eletrônica de varredura, confocal e de fluorescência. Os resultados mostraram que as condições climáticas interferem no desenvolvimento das gemas florais quando comparadas árvores de pomares de Condição Tropical (CT) e Subtropical (CST). Além disto, outros fatores também afetaram a gênese das gemas florais, destacando-se as práticas de cultivo, como poda e arqueamento dos ramos na CT. A origem das gemas é apical (terminal); axilar (lateral); pseudoterminal; e acessórias (todas nas CT e CST). Índícios de atividade mitótica foram observados nas gemas em formação de amostras coletadas em todas as estações do ano, nas duas condições. A floração ajusta-se aos períodos de clima mais favorável como em algumas frutíferas perenifolias. Na parte de fenologia e crescimento, árvores adultas plantadas na Estação Experimental da Epagri em São Joaquim, SC, Brasil, pertencentes a três cultivares Tipo Brasil (TB) e Tipo Uruguai (TU): ‘Mattos’ (TB), ‘Nonante’ (TB), três plantas de cada, e ‘Triumph’ (TU), duas plantas, foram avaliadas e amostradas (n=16 vezes) entre novembro de 2017 e julho de 2019. Os dados foram organizados e analisados. Observou-se que os ramos que ramificaram foram correlacionados negativamente com os ramos que frutificaram. Durante o período de avaliação, a cultivar ‘Nonante’ apresentou melhor resposta em frutificação do que a cultivar ‘Mattos’, e a cultivar ‘Triumph’ não frutificou. Também, foram constatadas respostas diferentes das cultivares decorrente da influência das variáveis climáticas, entre essas a correlação negativa da umidade relativa com o número de flores. A cultivar Triumph foi a que apresentou maior morte de ramos. Para a caracterização bioquímica, foram coletados mensalmente ramos das cultivares Mattos (TB) em 16 épocas. As análises foram feitas em folhas, botões, gemas e porções de ramos adjacentes. Condições climáticas (temperatura máxima, média e mínima e umidade relativa média) podem afetar a síntese de carboidratos totais e específicos em ramos de *A. sellowiana*. A dinâmica dos hormônios evidenciou diferenças entre a parte da planta, como na estação e suas respectivas interações. Com relação à parte da planta, os botões florais tiveram os maiores teores de Zeatina, IAA, ABA, AS, JA, e os menores valores de GA<sub>3</sub>. Os resultados deste estudo poderão auxiliar no entendimento do crescimento e desenvolvimento de plantas de folha perene sob diferentes condições climáticas e de manejo das culturas e assim fornecer elementos para orientar o manejo fitotécnico dessa frutífera.

**Palavras chave:** gemas, carboidratos, amido, fitohormônios, Crescimento, temperaturas, umidade relativa, floração, frutificação.

## ABSTRACT

Feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) (syn. *Feijoa sellowiana*), is a perennial fruit tree produced in tropical, subtropical and temperate regions, and in temperate climate conditions there is a flowering process and more synchronized fruiting compared to other regions. It is hypothesized that the flowers of *A. sellowiana* originate from mixed axillary buds, formed in the previous year, together with new budding and leaf development, as in most deciduous species. However, this development can result from seasonal synchrony (winter), forming buds that reach flowering/fruiting in the same year, as in some evergreen fruit trees. In tropical conditions, *A. sellowiana* can flower and sprout year-round, depending on climate and management. Thus, the general objective of the study was to characterize the pre-anthesis stages of *A. sellowiana*, types Brazil and Uruguay, cultivated in southern Brazil (subtropical climate and without the use of pruning/management) and in Colombia (tropical climate and with use of pruning/management) in order to generate and make available scientific advances that allow for a better understanding and efficiency of production systems in southern Brazil. For anatomical characterization, different types and accessions were collected in orchards under tropical (Colombia) and subtropical (southern Brazil) conditions in different seasons. The samples were processed and analyzed under optical, scanning electron, confocal and fluorescence microscopy. The results showed that climatic conditions interfere in the development of floral buds when compared to trees from Tropical Condition (CT) and Subtropical (CST) orchards. In addition, other factors also affected the genesis of flower buds, highlighting cultivation practices, such as pruning and bending the branches in CT. The origin of the buds is apical (terminal buds), axillary (lateral buds), pseudoterminal buds; and accessory buds (all in CT and CST). Indications of mitotic activity were observed in the buds in the formation of samples collected in all seasons of the year, under both conditions. Flowering adjusts to periods of more favorable climate, such as in some evergreen fruit trees. In the part of phenology and growth, mature trees planted at the Epagri Experimental Station in São Joaquim, SC, Brazil, belonging to three cultivars Type Brazil (TB) and Type Uruguay (TU): 'Mattos' (TB), 'Nonante' (TB), three plants each, and 'Triumph' (TU), two plants, were evaluated and sampled (n=16 times) between November 2017 and July 2019. Data were organized and analyzed. It was observed that the branches that branched were negatively correlated with the branches that fruited. During the evaluation period, the cultivar 'Nonante' showed better fruiting response than the cultivar 'Mattos', and the cultivar 'Triumph' did not fruit. Also, different responses of cultivars were found due to the influence of climatic variables, including the negative correlation of relative humidity with the number of flowers. Cultivar Triumph was the one that showed the greatest death of branches. For biochemical characterization, branches of cultivars Mattos (TB) were collected monthly at 16 times. Analyzes were performed on leaves, flower buds, buds and portions of adjacent branches. Climatic conditions (maximum, mean and minimum temperature and mean relative humidity) can affect the synthesis of total and specific carbohydrates in branches of *A. sellowiana*. The hormone dynamics showed differences between the plant part, such as the season and their respective interactions. Regarding the plant part, the flower buds had the highest levels of Zeatin, IAA, ABA, AS, JA, and the lowest values of GA3. The results of this study may help to understand the growth and development of evergreen plants under different climate

conditions and crop management and thus provide elements to guide the phytotechnical management of this fruit.

**Keywords:** buds, carbohydrates, starch, phytohormones, Growth, temperatures, relative humidity, flowering, fruiting.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Distribuição atual das Myrtaceae e das subfamílias Myrtoideae (vermelho) e a subfamília Psiloxylloideae (amarelo); (b) tribo Myrteae, adaptado de Thornhill et al (2015); (c) Distribuição do grupo Pimenta. Adaptado de Vasconcelos et al. (2017).....	25
Figura 1-2. a) Botões florais e flores de <i>Acca sellowiana</i> . Ipê, RS, novembro de 2015. b) Ilustração de Flor de <i>A. sellowiana</i> . ....	29
Figura 1-3. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) de gemas do grupo Pimenta. Perianto completamente ou parcialmente removido em todos. A, B, <i>Acca sellowiana</i> . A, broto em uma fase pré-antese, com filamentos retos e anteras para cima. B, gema em um estágio de desenvolvimento anterior, com anteras já visíveis de cima. a, antera; f, filamento; Pe, cicatriz pétala; Se, cicatriz sépala; St, estilo. Barras de escala: 1 mm (B), 2 mm (A). ....	29
Figura 1-4. Comparação do meristema apical das angiospermas (SAM, em inglês), antes (A) e depois (B) da transição da fase reprodutiva (VR, em inglês). Zonas típicas para a fase vegetativa são a zona central (cz), zona periférica (pz), meristema central (rm), e para a fase reprodutiva, o manto meristemático (mm) e o núcleo central (cc). Primórdio foliar (lp) e bráctea (br).....	34
Figura 1-5. Diagrama esquemático da floração sazonal em diferentes espécies caducifólias e perenifólias. ....	36
Figura 1-5. Proposta de ciclos vegetativos anual e alternância do ciclo reprodutivo em anos sucessivos de carga baixa ‘OFF year’ (n) e carga alta ‘ON year’ (n+1).....	38
Figura 1-6. Modelo hipotético da regulação da indução floral em macieira, sinalizado por açúcares e hormônios. ....	39
Figura 1-7. Modelo de floração proposto para eventos moleculares que ocorrem em gomos de limão durante déficits florais indutivos em água. As linhas com ponta de seta e sem ponta representam indução e supressão de processo, respectivamente. ....	42
Figura 2-1. Dados climáticos dos locais de coleta em condições tropicais e subtropicais. Clima tropical (Cundinamarca, Colômbia): (A) Dados históricos (1981-2010) em Tenjo e (B) em Vereda Sabaneta (Fonte: IDEAM, 2020); (C) Temperaturas máximas e mínimas (agosto a outubro de 2017) e precipitação (agosto de 2017 a dezembro de 2018) no pomar em Vereda Sabaneta (La Vega). Clima subtropical Estação Experimental de São Joaquim (CIRAM/Epagri, município de São Joaquim, sul do Brasil): (D) Dados de maio de 2017 a outubro de 2019 (números de 1-15, na coordenada horizontal correspondem aos meses de coleta). Legenda: DAG – Dias de Geadas; HF- Horas Frio; INSOL - Horas de insolação total mensal; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN – média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; UR – Umidade Relativa (%). ....	65
Figura 2-2. Gemas de <i>A. sellowiana</i> em condições subtropicais (São Joaquim, Santa Catarina, Sul do Brasil; Epagri – EESJ). A –O’. Gemas apicais e axilares do ano (formadas no ano da coleta) e de ano (formação iniciada no ano anterior), coletadas de maio de 2017 a novembro de 2018, abrangendo as quatro estações); acesso Mattos, Tipo Brasil P) Gemas pseudoterminais; acesso 14, tipo Brasil (outubro de 2018); Q) Gemas vegetativa terminal (direita) e pseudoterminal reprodutiva (esquerda); acesso 21, tipo Brasil (novembro de 2018); R) Gema vegetativa terminal no centro com gemas pseudoterminais reprodutivas lateralmente; acesso Triumph, tipo Uruguai (maio de 2017); S) Gema vegetativa terminal, pouco desenvolvida, no centro entre duas gemas reprodutivas mais desenvolvidas; acesso Nonante, Tipo Brasil (novembro de 2018). Escala: A, A’, B’, J, K’, K’’, L’, L’’, L’’, N’’, S = 1 mm; B, E, E’, F, F’, G, G’, G’’, H, H’, H’’, I, I’, I’’, K, M, M’, M’’, N, N’, O’, P, Q = 2 mm; C, C’, D, D’’, J’, J’’, O, R = 500 µm.....	67
<b>Figura 2-3.</b> Ramos de <i>Acca sellowiana</i> com botões florais. A-D) As amostras foram coletadas nas condições tropicais em Tenjo, Cundinamarca, Colômbia; acesso Quimba, tipo Uruguai, coletas em	

setembro e outubro de 2017. A'-D') Representações esquemáticas das imagens A -D. A, A') Gema floral e novo ramo floral (com duas folhas) originados na mesma axila foliar; B, B', C, C') Ramo arqueado com gemas epicórmicas florais e vegetativas de origem conjunta; D) Gemas florais e novos ramos em disposição oposta, originados em gemas axilares ramos do ano (formados no ano da coleta; seta preta) e em gemas axilares de ramos de ano (formados nos períodos de chuva do ano anterior; seta branca). E-H) As amostras do tipo Brasil foram coletadas em pomares de condição Subtropical, em São Joaquim, Santa Catarina, Brasil (outubro de 2018); E) Acesso Nonante, gemas florais pseudoterminais (seta preta) originadas em axilas de primórdios foliares da gema caulinar apical (seta branca); F-H) Caules com todas as gemas florais do tipo axilar; F) Acesso 7, gema caulinar apical (seta branca) degenerou e a gema floral ao lado originou-se na axila (à esquerda) de folha que caiu; G) Acesso 20, gemas florais e ramos do ano (*sy = stem of the year*) originados nas mesmas gemas axilares (seta branca); H) Acesso Mattos, gemas florais axilares e vegetativas do ano, desenvolvendo-se independente da continuidade de desenvolvimento do ramo de ano (*ys = year stem*). ..... 69

**Figura 2-4.** Gemas florais epicórmicas (fb), novos caules (sy), flores (fl) e frutos (fr) originados de caules arqueados de *Acca sellowiana*, com dois ou mais anos (ys). A) Acesso Quimba, tipo Uruguaí, outubro de 2017, condição tropical (Tenjo, Cundinamarca, Colômbia); B) Acesso Unique, tipo Uruguaí, setembro de 2018; note caule submetido à poda (ps); C - E) Acesso Triumph, tipo Uruguaí, coletados em outubro de 2018. B-E) Condição subtropical (São Joaquim, Santa Catarina, sul do Brasil; Epagri – EESJ). ..... 71

**Figura 2-5.** Gemas apicais (terminais) em ramos de *Acca sellowiana*. A) Acesso Triumph, Tipo Uruguaí (maio de 2017); com indícios de intensa atividade mitótica e zonação meristemática no domo apical convexo (dc); B,C) Acesso Mattos, Tipo Brasil (junho e maio de 2017, respectivamente); gema com domo apical plano (df = apical dome flat) entre duas saliências correspondendo ao início da formação primórdios foliares (lp) ; C) Note presenças de hifas (hy); D, E) Acesso Unique, Tipo Uruguaí (novembro de 2017 e março de 2018, respectivamente); tr=tricoma; co= coletar; F, G) Acesso Quimba, Tipo Uruguaí (agosto de 2017); gema axilar (ab) e tecido provascular (pv) . A-E) Condição subtropical, em São Joaquim, Santa Catarina. Epagri – EESJ; F-G) Condição tropical, em Tenjo, Cundinamarca, Colômbia. A, B , D, F, G) Fotomicrografia e uso de azul de toluidina; C, E) Eletromicrografia. Escalas: A, C, E, F) 50 µm; B, G) 100 µm; D) 200 µm. .... 74

**Figura 2-6.** Gemas axilares de *Acca sellowiana* com domo entre dois primórdios foliares (lp) precursores das brácteas. A) Acesso Quimba, Tipo Uruguaí (agosto de 2017), condições tropicais (Sabaneta, Cundinamarca, Colômbia); B) Acesso Unique, Tipo Uruguaí (setembro de 2017); C) acesso 14, Tipo Brasil (agosto de 2017); D, E) Acesso Triumph, Tipo Uruguaí (maio de 2017); F) Acesso Mattos, Tipo Brasil (fevereiro de 2018); G) Acesso 21, Tipo Brasil (dezembro de 2018); B-G) Condições subtropicais (São Joaquim, Santa Catarina, Brasil; Epagri – EESJ). A, C-G) Fotomicrografias de secções longitudinais coradas com azul de toluidina; B) A-C) Domo plano (df); D-E) Domo convexo (dc); E) Domo com dupla camada de túnica (lt) e células mãe (mc); a diferenciação dos tecidos segue no sentido basípeta (btd) para alongar o botão floral e no sentido do primórdio (ptd); camada mais externa da túnica originou a protoderme (pd) do primórdio da bráctea (bp); as células mãe originaram o meristema fundamental (gm) e o tecido provascular (pt) que originou o xilema (xy) e floema (ph); note a célula inicial (sic) que origina sépala e não gema axilar no botão floral; F) Gema pseudoterminal (pb); gema apical (ab) totalmente danificada; G) Observe gemas axilares acessórias (aab), em fase inicial de desenvolvimento, ao lado da gema axilar primária (pab). Escalas A) 100 µm; B, E) 50 µm; C, D) 200 µm; F, G) 500 µm ..... 75

**Figura 2-7.** Gemas florais de *Acca sellowiana* de pomares em condições subtropicais (São Joaquim, Santa Catarina, Brasil. Epagri – EESJ). A) Eletromicrografia da superfície apical da gema (acesso Mattos, tipo Brasil; março de 2018); foi retirado um primórdio foliar para visualização da superfície do domo (do) protegido por tricomas (tr) e coléteres (co); B) Eletromicrografia com detalhe de tricomas

que envolvem o ápice da gema floral intercalados por hifas (hy) (acesso Unique, tipo Uruguai; janeiro de 2018). C) Parênquima da medula (pi = pith) na base de gema floral e no mesofilo do primórdio de bráctea (bpm = bract primordia mesophyll) com cristais (seta preta) e amido (seta branca) (acesso 14, tipo Brasil; agosto de 2017); D) Parênquima no mesofilo do primórdio de bráctea (bpm = bract primordia mesophyll) com cristais (seta preta) e amido (seta branca) (acesso Triumph, tipo Uruguai; maio de 2017); E-F) Análise microquímica da constituição dos cristais presente em células parenquimáticas de gemas florais; Imagem das células com cristais (cr) e espectro revelando a predominância de Cálcio (Ca) na constituição; análise de raios-X (EDS), sistema de espectrometria por dispersão de energia de raios-X em microscopia eletrônica de varredura (EDX-SEM/LCME-UFSC). Escalas: A=200µm; B=50µm; C, D = 100µm; E=10µm..... 77

**Figura 2-8.** Gemas florais de *Acca sellowiana*, em diferentes fases do desenvolvimento, constituindo botões florais. A-F, I-J, M-P) sob condições subtropicais (São Joaquim, Santa Catarina, Sul do Brasil. Epagri – EESJ); G-H, K-L, Q) sob condições tropicais (Tenjo, Cundinamarca, Colômbia). A, F) acesso Triumph, tipo Uruguai (maio de 2017); C, D) acesso 21, tipo Brasil (C- setembro de 2018, D-setembro de 2017); B, M, N) acesso Mattos, tipo Brasil (B- setembro de 2018, M-N-setembro de 2017); E, I, J) acesso Unique, tipo Uruguai (setembro de 2018). A, B, D, F, M, N) Fotomicrografias de secções longitudinais; C) Secção transversal; A, C, F, M, N) lâminas coradas azul de toluidina; E) Imagem em microscópio estereoscópico; G-K, O-Q) Eletromicrografias; A, B, D) Tecido provascular (setas brancas) mais desenvolvido no sentido da base da gema; A, B, C) Cavidades secretoras (seta preta) próximas à periferia da bráctea em diferenciação; F) brácteas (br) e sépalas (se) com tricomas (tr) na face abaxial G) Sépalas, no estágio 3, com face adaxial (adf) glabra e face abaxial (abf) pilosa; H) detalhe dos tricomas da face externa da sépala; I) No ápice do pistilo (pi), o estigma papiloso mostra evidências da união dos 4 carpelos do pistilo (seta branca); J) Estames (st) contornam o pistilo (cabeça de seta); seta branca indica tricomas do hipanto; K, L) Pétala de gema floral no estágio 4; K) Superfície abaxial da pétala com elevações (detalhe em L), correspondendo às cavidades secretoras internas; M-P) Botões florais com sucessivas fases de desenvolvimento dos estames (setas pretas): M) início do desenvolvimento, N) ápice iniciando formação de antera (an) e presença de tecido provascular não-ramificado (seta branca), O) Botão floral em preantese, com pistilo (pi) constituído por ovário (ov), estilo (sy) e estigma (sg), porém estruturas protetoras impedindo alongamento; P) Detalhe dos estames com antera (an) e filete (fi) já diferenciados; Q) Botão floral (estádio 4), em secção transversal com partes estéreis envolvendo o ovário tetracarpelar; seta indica óvulos no interior do lóculo. Escalas: A, D, F, K, M, O, Q = 500µm; B, L = 200µm; C, I, J, P = 100µm; H, L= 50µm; E, G = 1 µm. .... 78

**Figura 2-9.** Botões florais em fases de maturação e flores de *Acca sellowiana* do tipo Uruguai: A, D, G, H, J) Acesso Thiumph, coleta na condição subtropical (São Joaquim, Santa Catarina, Sul do Brasil. Epagri – EESJ), em junho (A) e setembro (D) de 2017 e novembro de 2018 (G, H, J); B, C, E, F, I) Acesso Quimba, coleta na condição tropical (Tenjo, Cundinamarca, Colômbia), em outubro de 2017. A) Botão floral com brácteas (br) revestida por tricomas (tr) e, mais internamente com sépalas e pétalas em desenvolvimento; B) Sépalas mostrando face interna côncava/brilhante/glabra (face adaxial; ads) e face externa convexa/pilosa (face abaxial; abs); C) Pétala com ambas faces glabras, mas com tricomas longos na base que integra o hipanto (hy); D) Botão floral Com estruturas reprodutivas, estames (st) e pistilo (pi), em desenvolvimento e protegidos por pétalas, sépalas e brácteas; E) Estruturas internas do botão floral em formação com parte superior das pétalas seccionadas (pe) mostrando estames circundando o pistilo curvo; F) Detalhe do pistilo curvo e dos estames com base dos filetes unidos no hipanto; G-H) Flores originadas em ramos submetidos à poda; pistilo alongado, deixando estigma acima do nível das anteras. I) Detalhe da região basal de botão floral com ovário (ov) ínfero e com placentação axial. J) Fases do desenvolvimento floral, de botão até pós-antese. Escala: A= 0.5mm; B-I= 2mm; J=1 cm ..... 80

Figura 3-1. Dados climáticos da Estação Experimental de São Joaquim, Epagri, onde foi feita a coleta de dados das plantas de goiabeira-serrana, durante novembro de 2017 a julho de 2019. MAX TEMP – média das temperaturas máximas em °C; MIN TEMP – média das temperaturas mínimas em °C; AVG TEMP – média das temperaturas médias em °C; FD – (Dias de Geadas); RAINFALL (mm) – milímetros de chuva no mês; RH: Umidade Relativa (%); CH – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal. .... 105

Figura 3-2. Tipos de brotação baseados na origem e idade dos brotos apicais ou axilares a partir dos quais foi registrado o crescimento em plantas de *A. sellowiana*. A) gema apical continuou seu crescimento; B) crescimento por brotação de gemas axilares; C) brotação a partir de ramos quebrados, com o crescimento de uma ou mais gemas axilares. EESJ. São Joaquim, 2019. .... 106

Figura 3-3. *Heatmap* de correlação de entre características de crescimento e desenvolvimento (nas colunas) e cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TB) avaliadas das plantas da *A. sellowiana* durante as quatro estações (nas linhas). RA-esp – Ramos por esporão, RAM-esp – Ramificação por esporão, CO-esp – Comprimento por esporão, CRA-esp – Crescimento acumulado por esporão, CR-esp – Crescimento por esporão, RA-brin – Ramos por brindila, RAM-brin – Ramificação por brindila, CO-brin – Comprimento das brindilas, CRA-brin – Crescimento acumulado das brindilas, CR-brin – Crescimento das brindilas. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai. .... 112

Figura 3-4. Coeficientes de correlação de Pearson entre características de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de *A. sellowiana* Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) e variáveis climáticas, durante os meses de setembro de 2017 e julho de 2019. São Joaquim, SC. Abreviaturas: TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN – média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; INSOL - Horas de insolação total mensal; HF – Horas de frio; DAG – (Dias de Geadas); UR: Umidade Relativa (%); cont\_ ramo – numero de ramas por ramo selecionado; cont\_ ramifi – numero de ramificações por rama; cres\_cm – crescimento dos ramos; com\_cm – comprimento dos ramos (cm); creacu\_cm – crescimento acumulado (cm). TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai. .... 114

Figura 3-5. Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis climáticas e de crescimento e desenvolvimento da cultivar Nonante (Tipo Brasil) para A) Brindilas e B) Esporões. Abreviaturas: TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN – média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; INSOL - Horas de insolação total mensal; HF – Horas de frio; DAG – (Dias de Geadas); UR: Umidade Relativa (%); cont\_ ramo – numero de ramas por ramo selecionado; cont\_ ramifi – numero de ramificações por rama; cres\_cm – crescimento dos ramos; com\_cm – comprimento dos ramos (cm); creacu\_cm – crescimento acumulado (cm). .... 116

Figura 3-6. Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis climáticas e de crescimento e desenvolvimento da cultivar Mattos (Tipo Brasil) para A) Brindilas e B) Esporões. Abreviaturas: TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN – média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; INSOL - Horas de insolação total mensal; HF – Horas de frio; DAG – (Dias de Geadas); UR: Umidade Relativa (%); cont\_ ramo – numero de ramas por ramo selecionado; cont\_ ramifi – numero de ramificações por rama; cres\_cm – crescimento dos ramos; com\_cm – comprimento dos ramos (cm); creacu\_cm – crescimento acumulado (cm). .... 117

Figura 3-7. Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis climáticas e de crescimento e desenvolvimento da cultivar Triumph (Tipo Uruguai) para A) Brindilas e B) Esporões. Abreviaturas: TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN – média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; INSOL - Horas de insolação total mensal; HF – Horas de frio; DAG – (Dias de Geadas); UR: Umidade Relativa (%); cont\_ ramo – numero de ramas por ramo selecionado; cont\_ ramifi – numero de ramificações por

rama; cres_cm – crescimento dos ramos; com_cm – comprimento dos ramos (cm); creacu_cm – crescimento acumulado (cm).....	119
Figura 4-1. Ajuste linear entre carboidratos total (expressos em mg equivalente glicose por g Massa fresca) do Cultivar ‘Mattos’ e temperatura máxima e umidade relativa média. São Joaquim, SC.	135
Figura 4-2. Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos carboidratos solúveis totais e amido de ramos de ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> e variáveis climáticas durante os meses de setembro de 2017 e março de 2019. São Joaquim, SC. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA – Dias de Granizo; DAG - Dias de Geadas; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.	135
Figura 4-3. Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos carboidratos solúveis totais e amido de ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> e variáveis climáticas durante os meses de setembro de 2017 e março de 2019. São Joaquim, SC. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA– (Dias de Geadas); PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.	136
Figura 4-4. Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos carboidratos solúveis específicos em gemas da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> e variáveis climáticas durante diferentes meses em São Joaquim, SC. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA– (Dias de Geadas); PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.....	138
Figura 4-5. Teores (ng.g <sup>-1</sup> ) de Zeatina, trans-Zeatina, IAA, EPI.B, ABA, AS, AJ, GA3 durante diferentes estações em folhas e gemas de ramos do de ano da cultivar Mattos de <i>A. sellowiana</i> , São Joaquim, SC. FV-Folha de ramo do ano, RV-Gema do de ramo do ano. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico, e GA3 – ácido giberélico. ....	139
Figura 4-6. A) Teores de trans Zeatina R (ng.g <sup>-1</sup> ), B) Teores de IAA (ng.g <sup>-1</sup> ), C) Teores de Acido Salicilico (ng.g <sup>-1</sup> ), D) Teores de Acido Jasmonico (ng.g <sup>-1</sup> ), durante diferentes estações em folhas e gemas de ramos do de ano (ramos velhos) da cultivar Mattos de <i>A. sellowiana</i> , São Joaquim, SC. FV-Folha de ramo do de ano, RV-Gema do ramo do de ano. ....	139
Figura 4-7. Quantificações de fitohormônios (ng.g <sup>-1</sup> ) por tipo de tecido das avaliações em ramos da cultivar Mattos, de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. BT-Botão, FN-Folha de ramo de ano, FV-Folha de ramo do ano, RN-Gemas e área circundante à gema de ramos de ano, RN-Gemas de ramos de ano, RV- Gemas e área circundante à gema de ramos de ano. A) Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), e JA – ácido jasmônico. B) EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, e GA <sub>3</sub> – ácido giberélico.....	144
Figura 4-8. Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias das variáveis bioquímicas e os hormônios em gemas da cultivar Mattos (TB) de <i>A. sellowiana</i> durante diferentes meses em São Joaquim, SC. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico e GA <sub>3</sub> – ácido giberélico.....	146
Figura 4-9. Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos teores de hormônios em ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> e variáveis climáticas durante diferentes meses em São Joaquim, SC. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico e GA <sub>3</sub> – ácido giberélico. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas	

mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA– Dias de Geadas; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal. .... 147

Figura 4-10. Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos teores de hormônios em botões florais da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* e variáveis climáticas durante diferentes meses em São Joaquim, SC. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico e GA<sub>3</sub> – ácido giberélico. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA– Dias de Geadas; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal. .... 147

Figura 4-11. Esquema da dinâmica das características bioquímicas e dos teores de hormônios em gemas e ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* entre as estações do ano. São Joaquim, SC. Abreviaturas: CST - Carboidratos Solúveis Totais, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), ABA - ácido abscísico, SA - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico. .... 148

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-1. Temperaturas base para diferentes fases fenológicas da goiabeira serrana em clima tropical e subtropical (*Não Avaliado).....	27
Tabela 2-1. Tipos e acessos ou variedades de <i>Acca sellowiana</i> coletadas nas condições tropical (TR, Colômbia) e subtropical (SB, Brasil).....	61
Tabela 2-2. Estádios de desenvolvimento vegetativo de <i>A. sellowiana</i> , Tipos Brasil e Uruguai em condições tropicais e subtropicais .....	75
Tabela 2-3. Estádios de desenvolvimento reprodutivo de <i>A. sellowiana</i> , Tipos Brasil e Uruguai, em condições tropicais e subtropicais. ....	76
Tabela 2-4. Estádios de desenvolvimento da fase vegetativa de <i>A. sellowiana</i> , tipos Brasil e Uruguai, em condições tropicais e subtropicais. ....	90
Tabela 2-5. Estádios de desenvolvimento na fase reprodutiva de <i>A. sellowiana</i> , tipos Brasil e Uruguai, em condições tropicais e subtropicais. ....	90
Tabela 3-1. Número de avaliações realizadas em campo durante as diferentes estações nos anos de <i>A. sellowiana</i> durante 2017-2019, São Joaquim, Santa Catarina. ....	103
Tabela 3-2. Relação de características vegetativas, reprodutivas e índices derivados destas que foram analisadas no presente trabalho.....	103
Tabela 3-3. Médias de altura e diâmetro da copa e do tronco, idade e relação esporões:brindila das plantas de <i>A. sellowiana</i> avaliadas. São Joaquim, SC. ....	106
Tabela 3-4. Número de ramos totais durante as avaliações dos anos 2017-2019 e em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai .....	108
Tabela 3-5. Número de brindilas e esporões por estação dos ramos selecionados durante as avaliações dos anos 2017-2019 e em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai .....	108
Tabela 3-6. Número de ramificações dos ramos avaliados por estação por brindilas e esporões dos ramos avaliados durante os anos 2017-2019 e em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai .....	108
Tabela 3-7. Número de ramificações dos ramos avaliados por cultivar classificados como brindilas e esporões durante os anos 2017-2019 das cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.....	109
Tabela 3-8. Índice (soma do Crescimento) dos ramos avaliados por cultivar avaliados durante os anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.....	109
Tabela 3-9. Índice (soma do Crescimento), crescimento acumulado e por estação dos ramos avaliados durante os anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.....	109
Tabela 3-10. Índice (soma do Crescimento), crescimento acumulado e por estação dos ramos classificados como brindilas e esporões avaliados durante os anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai .....	110
Tabela 3-11. Comprimento (cm) dos ramos classificados como brindilas e esporões avaliados durante estações dos anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.....	110
Tabela 3-12. Índice por estação (crescimento acumulado em cm) dos ramos classificados como brindilas e esporões avaliados durante as estações dos anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos	

(TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai .....	111
Tabela 3-13. Índice por estação (crescimento por estação em cm) dos ramos classificados como brindilas e esporões avaliados durante as estações dos anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai .....	111
Tabela 3-14. Frutificação na safra 2017-2018 e floração na primavera de 2018 em ramos de cultivares Mattos, Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.....	120
Tabela 3-15. Frutificação na safra 2017-2018 e floração na primavera de 2018 em ramos de cultivares Mattos, Nonante (TB) e Triumph (TU) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. 2019.....	120
Tabela 4-1. Número de coletas realizadas em campo durante as diferentes estações nos anos de <i>A. sellowiana</i> durante 2017-2019. São Joaquim, SC. *Nc=Não acompanhado. ....	130
<b>Tabela 4-2.</b> Médias dos teores de carboidratos solúveis totais por grama de massa fresca (mg glicose.g MF <sup>-1</sup> ) por estação em ramos de ano e do ano, da cultivar ‘Mattos’ (TB) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil .....	134
Tabela 4-3. Médias dos teores de carboidratos solúveis totais por grama de massa fresca (mg glicose.g MF <sup>-1</sup> ) e Amido (mg glicose.g MF <sup>-1</sup> ) em duas primaveras em gemas de ano (ramos velhos) e do ano (ramos novos) da cultivar ‘Mattos’ (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. ....	137
Tabela 4-4. Teores de frutose, glicose e sacarose durante diferentes meses em gemas e ramo da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> , São Joaquim, SC. ....	137
Tabela 4-5. Teores (ng.g <sup>-1</sup> ) de Zeatina, trans-Zeatina, IAA, EPI.B, ABA, AS, AJ, GA3 em folhas e gemas de ramos de ano da cultivar Mattos de <i>A. sellowiana</i> , São Joaquim, SC. FV-Folha de ramo de ano, RV-Gema de ramo do ano. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico, e GA3 – ácido giberélico. ....	138
Tabela 0-6. Teores de trans-Zeatina (ng.g <sup>-1</sup> ), durante diferentes estações em folhas e gemas de ramos de ano (ramos velhos) da cultivar Mattos de <i>A. sellowiana</i> , São Joaquim, SC. FV-Folha de ramo de ano, RV-Gema do ramo de ano. Tabela 4-6). ....	140
Tabela 4-7. Teores de IAA (ng.g <sup>-1</sup> ), durante diferentes estações em folhas e gemas de ramos de ano (ramos velhos) da cultivar Mattos de <i>A. sellowiana</i> , São Joaquim, SC. FV-Folha de ramo do ano, RV-Gema do ramo do ano. ....	141
Tabela 4-8. Teores de EPI.B (ng.g <sup>-1</sup> ) durante diferentes anos em folhas e gemas de ramos de ano da cultivar Mattos de <i>A. sellowiana</i> , São Joaquim, SC.....	141
Tabela 4-9. Teores de EPI.B (ng.g <sup>-1</sup> ), durante diferentes estações e anos em folhas e gemas de ramos de ano da cultivar Mattos de <i>A. sellowiana</i> , São Joaquim, SC.....	142
Tabela 4-10. Teores de ABA (ng.g <sup>-1</sup> ) em ramos com gemas e folhas de ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> diferentes estações em São Joaquim, SC. ....	142
Tabela 4-11. Teores de AS (ng.g <sup>-1</sup> ) em ramos com gemas e folhas de ramos de ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> diferentes estações em São Joaquim, SC. ....	143
Tabela 4-12. Teores de JA (ng.g <sup>-1</sup> ) em ramos com gemas e folhas de ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de <i>A. sellowiana</i> diferentes estações em São Joaquim, SC. ....	143
Tabela 4-13. Quantificações de fitohormônios (ng.g <sup>-1</sup> ) por tipo de tecido das avaliações em ramos da cultivar Mattos, de <i>A. sellowiana</i> . São Joaquim, SC. BT-Botão, FN-Folha de ramo do ano, FV-Folha de ramo de ano, RN-Gemas de ramos do ano, RV- Gemas de ramos de ano. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico e GA <sub>3</sub> – ácido giberélico. ....	143

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO .....	9
SUMÁRIO .....	20
1. Introdução.....	23
2. Objetivos .....	24
2.1. Objetivo Geral.....	24
2.2. Objetivos específicos .....	24
3. Perguntas.....	24
Capítulo 1 - REVISÃO DE LITERATURA.....	25
1. A cultura da <i>Acca sellowiana</i> .....	25
2. Ecofisiologia da <i>A. sellowiana</i> .....	27
3. Etapa vegetativa.....	28
4. Morfologia e biologia reprodutiva de <i>A. sellowiana</i> .....	28
4.1. Desenvolvimento floral de <i>Acca sellowiana</i> .....	30
4.2. Fatores reguladores da Indução floral .....	30
4.3. Diferenciação floral .....	30
4.4. Antese .....	31
5. Manejo e Comportamento das plantas de <i>Acca sellowiana</i> em condições tropicais, temperadas e inverno ameno .....	31
5.1. Regiões Tropicais.....	31
5.2 Regiões Subtropicais .....	32
5.3 Regiões Temperadas .....	32
6. Ontogênese floral em outras espécies .....	32
6.1 Iniciação floral em outras espécies.....	33
6.2 Diferenciação em outras espécies.....	34
7. Época e estádios fenológicos de gemas reprodutivas, fatores que influenciam as mudanças morfo-histológicas.....	36
7.1. Caracterização histoquímica .....	37
7.2. Fatores envolvidos da diferenciação .....	37
8. Comportamento e manejo de outras espécies em condições tropicais, temperadas e subtropical .....	42
8.1 Regiões Tropicais.....	43
8.2 Regiões Subtropicais .....	43
8.3 Regiões Temperadas .....	44
9. Dinâmica dos níveis de carboidratos, nutrientes e espécies reativas de oxigênio nas frutíferas .....	44

10. Análise do crescimento das gemas.....	45
Capítulo 2 - DESENVOLVIMENTO DAS GEMAS FLORAIS EM <i>Acca sellowiana</i> , EM CONDIÇÕES TROPICAIS E SUBTROPICAIS .....	57
RESUMO .....	57
INTRODUÇÃO .....	58
MATERIAL E MÉTODOS .....	61
Material botânico .....	61
Locais de coleta e condições climáticas .....	62
Morfo-anatomia de gemas e botões florais .....	63
RESULTADOS.....	64
1. Condição climática .....	64
2. Origem e tipos de gemas nos ramos.....	66
3. Desenvolvimento morfohistológico das gemas .....	72
DISCUSSÃO.....	81
1. Condição Climática.....	81
2. Caracterização dos estádios de gênese do botão floral até flor.....	90
CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS .....	91
Capítulo 3 - ANÁLISE DO CRESCIMENTO DOS RAMOS EM <i>A. sellowiana</i> .....	100
Resumo.....	100
INTRODUÇÃO .....	101
MATERIAL E MÉTODOS .....	102
RESULTADOS.....	104
DISCUSSÃO.....	121
CONCLUSÕES .....	123
REFERÊNCIAS.....	124
Capítulo 4 CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DOS NÍVEIS DE CARBOIDRATOS, AMIDO E HORMÔNIOS PRESENTES EM GEMAS VEGETATIVAS E REPRODUTIVAS DE GOIABEIRA-SERRANA ( <i>Acca sellowiana</i> [O. Berg] Burret).....	127
RESUMO .....	127
INTRODUÇÃO .....	128
MATERIAIS E MÉTODOS.....	130
Material vegetal.....	130
Variáveis climáticas.....	131
Carboidratos (Açúcares) solúveis totais.....	131
Amido .....	131
Carboidratos específicos .....	131
Fitohormônios.....	132

RESULTADOS.....	134
Carboidratos solúveis totais (CST) e Amido .....	134
Carboidratos solúveis específicos .....	137
Fitohormônios.....	138
DISCUSSÃO.....	149
Carboidratos solúveis totais (CST) e Amido .....	149
Carboidratos solúveis específicos (CSE).....	151
Fitohormônios.....	152
CONCLUSÕES .....	154
PERSPECTIVAS FUTURAS .....	160
APÊNDICES .....	161
ANEXOS.....	170

## 1. Introdução

A *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) (syn. *Feijoa sellowiana*), comumente denominada de goiabeira-serrana ou feijoa, é nativa do sul do Brasil e Uruguai, mas encontra-se também distribuída na Argentina. Atualmente é cultivada em vários países onde é utilizada como ornamental e para a produção de frutos. Existem dois biotipos, “tipo Brasil” e “tipo Uruguai”, sendo deste último que se originaram as cultivares mais plantadas no mundo, em particular na Colômbia e Nova Zelândia.

Os frutos da *A. sellowiana* são parecidos aos da goiaba comum (*Psidium guajava*), sendo que os frutos da primeira não mudam de cor durante o amadurecimento e permanecem verdes. Os frutos podem ser utilizados para consumo *in natura* e produtos processados tais como sucos, sorvetes, medicinais, entre outros.

Nos países tropicais a *A. sellowiana* é cultivada nas regiões de altitude, tais como o Ecuador, Peru e a Colômbia, neste último encontrando-se plantada entre os 1800 e 2700 metros acima do nível do mar, cuja floração e frutificação podem ocorrer durante o ano todo, e para a programação das colheitas são utilizados manejos, como podas e produtos para induzir a floração (tais como fosfato de potássio e Etephon). No Brasil a demanda é abastecida com frutos provenientes da Colômbia, pois o cultivo comercial é incipiente, mas está crescendo em razão da liberação de variedades do “tipo Brasil”.

Diferentemente das regiões tropicais, nas regiões temperadas e subtropicais a *A. sellowiana* apresenta uma única colheita anual durante o outono, após a floração que ocorre nos ramos de crescimento durante a primavera. Existe, porém, um desconhecimento científico relacionado à época que essas gemas foram induzidas, bem como às mudanças morfo-histológicas prévias à floração. Para estabelecer as premissas e definir as práticas de manejo mais apropriadas é necessário conhecer a época e as condições endógenas e exógenas da emissão de gemas, já que um manejo realizado incorretamente pode produzir danos na produção não só no ano presente, mas também nos anos seguintes.

Com base no que foi exposto, não há análises que sejam abrangentes e representativas dos eventos entre o desenvolvimento vegetativo e o início dos órgãos florais. Além da execução de análises que permitam identificar a progressão dos eventos pré-antese, no presente trabalho também foram avaliados os fatores exógenos, tais como o clima e fatores endógenos, bioquímicos, bem como aqueles associados a histologia e anatomia para melhor entender as bases do desenvolvimento floral e reprodutivo nesta espécie.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo Geral

Caracterizar os estádios pré-antese de *Acca sellowiana*, tipos Brasil e Uruguai, cultivadas no sul do Brasil (clima subtropical e sem uso de poda/manejo) e na Colômbia (clima tropical e com uso de poda/manejo). Os avanços científicos gerados serão disponibilizados para permitir melhor compreensão e eficiência dos sistemas de produção da goiabeira-serrana no sul do Brasil.

### 2.2. Objetivos específicos

- i. Caracterizar a diferenciação floral das gemas reprodutivas;
- ii. Descrever os estádios morfo-histológicos durante o desenvolvimento floral;
- iii. Analisar o crescimento e desenvolvimento de ramos com relação ao clima;
- iv. Caracterizar bioquimicamente os níveis de carboidratos e amido em gemas vegetativas e reprodutivas;
- v. Analisar os fitohormônios presentes em gemas vegetativas e reprodutivas;

## 3. Perguntas

Pergunta 1: O desenvolvimento de gemas reprodutivas é morfológicamente iniciado após a interrupção do crescimento no inverno, como ocorre em outras espécies de clima temperado? Neste caso, o repouso causado pelo frio promove a sincronia e padronização da época de inflorescência e desenvolvimento de flores nos brotos formados no ano anterior. Os resultados estão no Capítulo 2 decorrente do primeiro objetivo específico.

Pergunta 2: O desenvolvimento floral na *A. sellowiana* ocorre na estação de crescimento do ano, tal como ocorre em frutíferas de folhas perenes? Alternativamente, ele ocorre na estação de crescimento de ano, tal como ocorre em frutíferas caducifólias? Os resultados do objetivo específico 2 estão no Capítulo 2.

Pergunta 3: Os fatores climáticos são aqueles que mais afetam o crescimento de ramos de *A. sellowiana*? O Capítulo 3 do presente trabalho apresenta os resultados do objetivo específico 3.

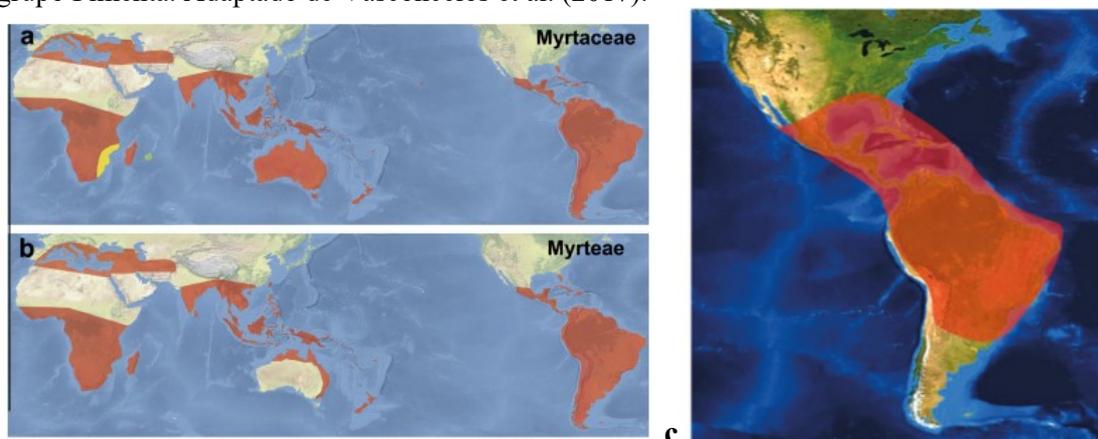
Pergunta 4: Há diferenças entre teores de carboidratos totais e específicos, amido e fitohormônios nas gemas que podem evidenciar fases importantes para o desenvolvimento floral da *A. sellowiana*? No Capítulo 4 do presente trabalho estão descritos os resultados dos objetivos específicos 4 e 5.

## Capítulo 1 - REVISÃO DE LITERATURA

### 1. A cultura da *Acca sellowiana*

A *A. sellowiana* pertence à família Myrtaceae e subfamília Myrtoideae, tribo Myrteae, grupo Pimenta, sendo este considerado endêmico dos neotrópicos (Figura 1-1) (VASCONCELOS et al., 2015; 2017; THORNHILL et al., 2015). A goiabeira-serrana, como é comumente chamada a espécie, tem dois centros de dispersão, cujas variedades botânicas são: o biótipo “tipo Brasil”, originário nas serras do Nordeste do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, e o secundário, nas serras do Sudeste do Rio Grande do Sul e Norte do Uruguai, correspondente ao “tipo Uruguai” (DUCROQUET et al., 2000; BORSUK et al., 2017; SAIFERT et al., 2020). No estado de Santa Catarina, o tipo Brasil ocorre com maior frequência em áreas com altitudes superiores a 800 m, em formações de bosques e matas de araucária (MATTOS, 1986; DUCROQUET et al., 2000; LORENZINI et al., 2007).

Figura 1-1. Distribuição atual das Myrtaceae e das subfamílias Myrtoideae (vermelho) e a subfamília Psiloxiloideae (amarelo); (b) tribo Myrteae, adaptado de Thornhill et al (2015); (c) Distribuição do grupo Pimenta. Adaptado de Vasconcelos et al. (2017).



Fonte: Thornhill et al (2015) e Vasconcelos et al. (2017).

Sendo originária do Planalto do Sul do Brasil e do Uruguai, se tornou conhecida mundialmente após sementes terem sido levadas do Uruguai para a França, em 1890; posteriormente para a Califórnia por meio de *seedlings* e, em seguida para a Austrália e a nova Zelândia, possivelmente em 1908 (MORETTO et al., 2014). Na Colômbia, Patiño (2002) reporta que no início do século passado essa espécie foi plantada inicialmente no bairro El Poblado de Medellín. Em 1930 foi reintroduzida na cidade de Palmira sem boa adaptação. Na Colômbia, no ano de 1937 a planta já era bem conhecida (FISCHER, 2003). Em 1940, aparentemente proveniente da Flórida (Estados Unidos), foi introduzida a cultivar Coolidge (PATIÑO, 2002)

Uma das diferenças mais evidentes entre os tipos “Brasil” e “Uruguai” é a cor das folhas, que no primeiro tipo são de cor verde clara na face abaxial, e no tipo Uruguai de cor branco-cinza, e com maior pilosidade. Outra diferença é nas sementes, sendo que no tipo Brasil é de maior tamanho (4,4 a 5,5 g para 1000 sementes) (DONAZZOLO et al., 2015), enquanto o tipo “Uruguai” produz sementes de menor tamanho ( $\pm 0,20$  g para 100 sementes) (DUCROQUET et al., 2000; THORP e BIELESKI, 2002).

Na região de origem e diversidade, a conservação da goiabeira-serrana *in situ on farm*, foi a única forma de conservação deste recurso genético até o final de 1980. Posteriormente, foi instalado um Banco de Germoplasma, inicialmente em Videira e depois transferido para São Joaquim pelo pesquisador Jean Pierre Ducroquet. Do uso dos acessos foram desenvolvidas e lançadas comercialmente quatro cultivares comerciais: Mattos, Alcântara, Helena e Nonante (DUCROQUET et al., 2007; 2008). Nos últimos vinte anos os acessos do referido Banco de germoplasma vêm sendo avaliados para características de frutos (SANCHÉZ-MORA, 2019), diversidade genética (SAIFERT et al., 2020), autoincompatibilidade (SANCHÉZ-MORA et al., 2019), dentre outras. O trabalho conjunto da Epagri com as universidades UFSC e UDESC tem gerado avanços no conhecimento, principalmente nas áreas de história e conservação (DONAZOLO, 2012; MORETO et al., 2014), manejo de pragas (SANTOS, 2014), micropropagação (CAPESTRANO, 2010; PAVEI; FRAGA; VIEIRA; GUERRA, 2018; PEREIRA, DAL VESCO, FERMINO JUNIOR, 2020;), produção de frutos (DEGENHARDT et al., 2002), pós colheita (VELHO et al., 2011; AMARANTE et al., 2008; SOUZA, 2015), diversidade genética e genética de populações (KLABUNDE et al., 2014; OLKOSKI, 2014; SANTOS et al., 2007; 2008; 2017), variabilidade fenotípica (DEGENHARDT et al., 2005) e biologia floral (DONAZZOLO; TURRA; VOSS; DANNER; CITADIN; NODARI, 2019; SANTOS, 2005; FINATTO et al., 2011; FINARDI, 2003).

Em outros países, como Uruguai, Colômbia, Criméia entre outros também foram instalados Bancos de Germoplasma de iniciativa pública ou privada, o que tem permitido avanços na seleção de plantas adaptadas às condições locais, melhorando assim a produção nos diferentes locais. As coleções também possibilitaram a caracterização de cultivares precoces, médias e tardias (THORP e BIELESKI, 2002). A partir da coleção da Colômbia, com mais de 1500 acessos, foram selecionadas as cultivares que atualmente são as mais plantadas, ‘Quimba’ (clone 41) e o clone 8-4 (QUINTERO, 2003).

## 2. Ecofisiologia da *A. sellowiana*

Ecofisiologia vegetal é a ciência que analisa os processos e as respostas das plantas em função de alterações nos fatores do meio onde são cultivadas (Larcher, 2000). Embora o desenvolvimento e a produção dependem do genótipo também está condicionada pelo ambiente em que se estão localizadas (FISCHER, 2000).

Nas condições do Brasil, as localidades aptas para o cultivo da maçã ‘Fuji’ são as mais indicadas para o cultivo de goiabeira-serrana (Ducroquet et al., 2000). Condições mínimas de calor limitam sua expansão em outras localidades de clima subtropical. Nos Andes colombianos a produção é possível em altitudes entre 1500 e 2600 metros de altitude, e com manejo pode se colher frutos duas vezes ao ano. As pragas, principalmente *Anastrepha* sp., que ocorrem em menores altitudes, o frio e baixa umidade limitam o sucesso de frutos com qualidade produzidos nos Andes para exportação (FISCHER, 2003).

A fenologia permite entender a adaptabilidade das espécies frutíferas às condições do meio que se encontram, permitindo assim estabelecer melhores bases para seu manejo (PARRA-CORONADO et al., 2015a). A fenologia, a partir de índices bioclimáticos, fornece informações mais acuradas do comportamento de uma determinada variedade no local. Para a feijoa tem sido estabelecida uma temperatura base específica para a cultura, embora os padrões mudem para as condições de clima tropical e subtropical (PARRA-CORONADO et al., 2015b; SANCHEZ-MORA, 2019) (Tabela 1-1). Nas avaliações fenológicas de *A. sellowiana* nas condições da Colômbia, para o cultivo se requerem em média 189 dias desde botão floral até a colheita dos frutos (PARRA-CORONADO et al., 2015a). Nas condições da Nova Zelândia, foi constatado crescimento lento desde a polinização até os primeiros 100 dias e, em média, nos últimos 40 dias um crescimento acelerado (THORP e BIELESKY, 2002).

Tabela 1-1. Temperaturas base para diferentes fases fenológicas da goiabeira serrana em clima tropical e subtropical (\*Não Avaliado)

Fases fenológicas	Temperatura base Colômbia (tropical) <sup>1</sup>	Temperatura base São Joaquim - Brasil (subtropical) <sup>2</sup>
Brotação – início Floração	NA*	7,76 °C
Gema floral para Antese	2,89 °C	7,96 °C
Antese para <i>fruit set</i>	3,04 °C	12,3 °C
Início até fim de colheita	1,76 °C	9,95 °C
Gema floral até colheita	1,74 °C	NA
Brotação até final de colheita	NA	10,7 °C

Fonte: <sup>1</sup> PARRA-CORONADO et al. (2015b), <sup>2</sup>SANCHEZ-MORA (2019)

### 3. Etapa vegetativa

Em contraste com as plantas anuais, as plantas perenes passam por período juvenil mais prolongado. O estágio juvenil de *A. sellowiana* vai até os 4 anos (DUCROQUET et al., 2000) e neste período, o crescimento é principalmente proveniente de gemas terminais; quando as plantas vão ficando mais velhas, a produção de ramos é principalmente nas gemas subterminais. Nas condições subtropicais, há fluxos de crescimento na primavera e cessa no verão (THORP e BIELESKY, 2002; THORP, 2008). Tais fluxos de crescimento vegetativo nas condições tropicais foram dependentes da cultivar, sendo um ou dois por ano (RAMIREZ e KALLARACKAL, 2018).

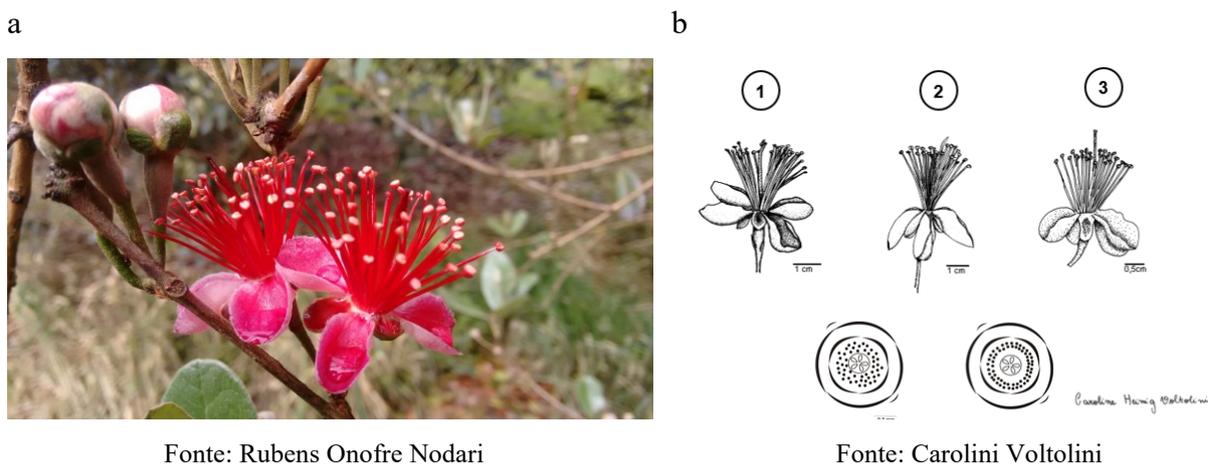
Thorp e Bielesky (2002) identificaram três tipos de ramos: *vigorosos* (até 1 m de comprimento e diâmetro entre 6,6 e 15 mm), *moderadamente vigorosos* (de 25 até 50 cm de comprimento e diâmetro 4,6 até 6,5 mm), sendo estes produzidos em posições subterminais ao redor dos lados das árvores e geralmente param de crescer no começo do verão. Os ramos *fracos* (menores a 25 cm de comprimento e diâmetro menor de 4,5 mm), considerados predominantes ocorrem principalmente para o centro da árvore; suas pontas jovens as vezes secam na primavera e produzem poucas folhas cujas flores que carregam podem parecer provenientes de gemas apicais (terminais). Os referidos autores também relatam que em relação a *fruit set* (fixação de frutos) não há diferença entre os diferentes tipos de ramos. Estudos que verifiquem a diferença entre cultivares e estas estruturas não têm sido abrangentes ao tal ponto de corroborar estas informações, nem de maneira bioquímica, nutricional, hormonal. Também não têm sido identificadas as reservas acumuladas para serem utilizadas durante a etapa reprodutiva; tampouco mecanismos de defesa contra o a predação de insetos, como por exemplo a antixenose (não preferência) antibiose e tolerância, já estudada em outras espécies de Myrtaceae (SANTADINO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2020).

### 4. Morfologia e biologia reprodutiva de *A. sellowiana*

Os botões florais da *A. sellowiana* são solitários ou em cachopa de no máximo cinco unidades (Figura 1-2) e apresentam formato globoso com tamanho de um grão de ervilha. As flores são grandes, constituídas de quatro sépalas discretas e quatro pétalas carnosas, brancas por fora e purpurinas por dentro. A flor é hermafrodita e longistilada, com tendência à hercogamia e dicogamia protogínica. Na pré-antese dos estames são retos a ligeiramente curvos, tocando a superfície interna da corola (VASCONCELOS et al., 2015) como demonstrado na Figura 1-3. Existem aproximadamente 70 estames purpúreos e um estilete no centro da flor, sendo geralmente mais comprido, entre 5 a 7 mm, as vezes na mesma altura

que os estames (STEWART, 1987; DEGENHARDT et al., 2001; DUCROQUET et al., 2000; ESEMANN-QUADROS et al., 2008; FINATO, 2008). Na maturidade, os estames preenchem todo o espaço no hipanto (BELSHAM e ORLOVICH, 2003). A *A. sellowiana* é predominantemente alógama; o ovário é ínfero e aderente, que gera um falso fruto, tipo pomo como a maçã, e a variabilidade dos frutos se expressa principalmente pelo tamanho do fruto e espessura da casca (DUCROQUET et al., 2000; SANTOS et al., 2005). A polinização é principalmente realizada por pássaros grandes, que se alimentam das pétalas e percorrem maiores distâncias (STEWART; CRAIG, 1989)

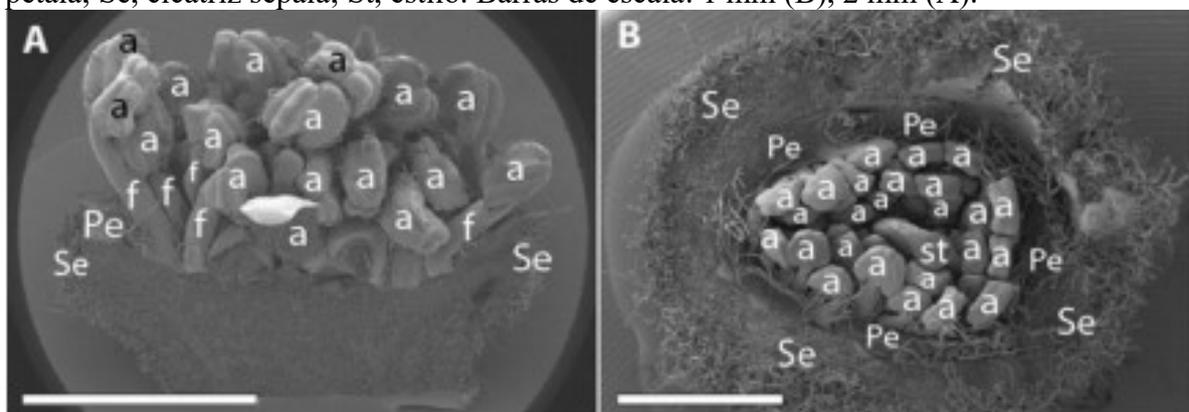
Figura 1-2. a) Botões florais e flores de *Acca sellowiana*. Ipê, RS, novembro de 2015. b) Ilustração de Flor de *A. sellowiana*.



Fonte: Rubens Onofre Nodari

Fonte: Carolini Voltolini

Figura 1-3. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) de gemas do grupo Pimenta. Perianto completamente ou parcialmente removido em todos. A, B, *Acca sellowiana*. A, broto em uma fase pré-antese, com filamentos retos e anteras para cima. B, gema em um estágio de desenvolvimento anterior, com anteras já visíveis de cima. a, antera; f, filamento; Pe, cicatriz pétala; Se, cicatriz sépala; St, estilo. Barras de escala: 1 mm (B), 2 mm (A).



Fonte: Adaptado de: VASCONCELOS et al. (2015).

#### 4.1. Desenvolvimento floral de *Acca sellowiana*

O desenvolvimento floral da *A. sellowiana* é pouco conhecido e se baseia nas seguintes premissas: a *indução* floral que compreende a transição da fase vegetativa à reprodutiva e a *diferenciação*, a qual compreende as mudanças morfo-histológicas prévias à *antese* (PETRI et al., 2016).

#### 4.2. Fatores reguladores da Indução floral

O ambiente é sinalizador exógeno que regula a indução floral. A redução da intensidade de luz, afeta a atividade fotossintética que influencia a indução floral (FISCHER et al., 2016). Segundo Parra-Coronado et al. (2015b) o estresse hídrico pode ter um papel-chave para a indução de botões florais; já, para Ramírez e Kallarackal (2018) a precipitação está relacionada mais com o crescimento de folhas e ramos do que com o desenvolvimento floral, sugerindo que é a idade da folha e do ramo os fatores determinantes para a indução floral. Temperaturas ótimas para o crescimento vegetativo da goiabeira-serrana, o uso de reguladores fisiológicos, podas e arqueamento dos ramos podem influenciar o período vegetativo e o posterior início de floração (QUINTERO, OMAR, comunicação pessoal).

Nutrientes, tais como potássio e fósforo, são importantes para o desenvolvimento reprodutivo de árvores de oliveira (EREL et al., 2016; HABERMAN et al., 2019). Nas condições tropicais foram testados produtos foliares para indução floral, mostrando que o fosfato de potássio  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (0,5%) produziu resultados favoráveis, sugerindo ao P um efeito estimulante nas fases reprodutivas da *A. sellowiana* (GARCIA et al., 2008).

#### 4.3. Diferenciação floral

As flores de *A. sellowiana* são apresentadas na base do crescimento da parte aérea da estação atual (Thorp e Bielecky, 2002). Trabalhos realizados por Pescador (2004) e por Esemann-Quadros et al. (2008) focaram nos processos após a iniciação floral.

Segundo Belsham e Orlovich (2003), Thorp (2008), Esemann-Quadros et al. (2008), Pescador et al. (2009) e Duarte e Paull (2015), o pedúnculo da *A. sellowiana* tem uma única flor hermafrodita e é densamente lanoso (0,5 a 3 cm de comprimento e 1 a 1,5 mm de largura), achatado e com bractéolas estreitamente triangulares a lineares (2,5 a 3 mm de comprimento e 0,5 a 1 mm de largura). As sépalas são circulares, oblongas ou ovaladas (4-9 mm de comprimento e 4-8 mm de largura); lanosas na maior parte da superfície e avermelhadas por dentro. A parte interna das sépalas são mais longas que as externas. Quatro ou seis pétalas carnudas também quase circulares (aproximadamente 1,5 cm de comprimento), peludas ou com presença de glândulas e de cor vermelha ou cor-de-rosa. O disco de estames é densamente pubescente (4-5 mm de diâmetro), com 60 a 70 estames rígidos, cada um com 1,3 a 2,4 cm

de comprimento e vermelho escuro com ~ 1 mm de comprimento e as anteras de cor branca. O estilete é glabro (1,7–2,7 cm de comprimento) e vermelho escuro com um ovário tri a tetra loculado. As flores epíginas, com ovário ínfero e hipanto de origem receptacular. Os septos do ovário são comumente fundidos no terço proximal e livres acima; a placentação axial em forma de T distalmente. Cada lóculo tem 36-60 óvulos. As brácteas foliares, em disposição oposta originam-se nas gemas apicais durante o inverno, assim, as flores aparecem nas axilas dos brotos novos que crescem na primavera e a floração tem duração de quatro a seis semanas na Nova Zelândia (THORP, 2008).

#### **4.4. Antese**

A antese ocorre durante outubro e novembro e se estende por quatro a seis semanas nas condições de Nova Zelândia (THORP e BIELESKY, 2002). Em condições tropicais, a antese ocorre durante duas semanas a partir da brotação, entre três a quatro dias a partir do botão floral ter formado uma bola de pétalas, sendo que o período compreendido entre botão floral até floração completa é de aproximadamente oito dias (RAMÍREZ e KALLARACKAL, 2018).

### **5. Manejo e Comportamento das plantas de *Acca sellowiana* em condições tropicais, temperadas e inverno ameno**

#### **5.1. Regiões Tropicais**

A produção de gemas de espécies que precisam de repouso invernal em clima tropical é diferente em comparação ao local onde elas estão adaptadas, devido ao clima relativamente uniforme durante o ano todo. Nas zonas tropicais ideais para o cultivo da *A. sellowiana*, ocorrem temperaturas entre 13 e 21°C e média de 16°C (QUINTERO, 2003).

Nas condições tropicais, períodos de crescimento vegetativo podem ocorrer mais de duas vezes por ano, o que igualmente acontece com a floração, a qual é assíncrona. Neste caso pode-se constatar a ocorrência de brotações vegetativas, botões florais, flores abertas e frutos na planta na mesma época (RAMÍREZ e KALLARACKAL, 2017; 2018). Nesta região tropical Andina, Fischer (2003) afirma que todas as flores não abrem ao mesmo tempo, prolongando essa época de floração entre 30 e 50 dias.

O manejo de podas e condução dos ramos na região Andina é geralmente em forma de cone, com um eixo principal e ramos primários conduzidos num ângulo de 90 graus, estes podem ir formando ramos secundários e terciários produtivos, desde a parte mais próxima do caule principal até a mais afastada, permitindo a ventilação e a insolação, o que evita a incidência de doenças, aumentando assim a produtividade. É relevante também o fato que a

poda é feita quando a planta apresenta botões florais, flores ou frutos, pois a planta emite mais ramos com botões florais, permitindo em algumas ocasiões alongar o período produtivo das árvores. Assim, havendo conhecimento das épocas de floração, pode-se realizar uma poda três ou quatro semanas antes, o que propicia melhores florações em proporção de uma rama contendo de um até quatro botões florais (QUINTERO, 2003).

### **5.2 Regiões Subtropicais**

Na região de ocorrência natural da espécie, que é a região subtropical, a planta é considerada como altamente tolerável ao frio, o que não acarreta perda de frutos, resultante da adaptabilidade nestas condições (DUCROQUET et al., 2000). É considerada altamente susceptível às temperaturas quentes no verão e à falta de água, que pode também apresentar as condições favoráveis para a incidência de antracnose (MORTON, 1987). Em condições subtropicais a produção de frutos ocorre uma vez por ano, concentrada no outono, mais precisamente entre março e junho no hemisfério sul e outubro a dezembro no hemisfério norte (SCHOTSMANS et al., 2011).

### **5.3 Regiões Temperadas**

Nas condições dos EUA, a *A. sellowiana* precisa de mais de 50 horas de frio e entre 100 e 200 horas de frio (ver revisão de Fischer, 2003). Na China, o desenvolvimento floral e a emergência duram dois meses, entre abril e junho (ZOU et al., 2016). Nas condições da Nova Zelândia, os botões florais aparecem na base do crescimento na estação atual, durante a primavera, que é em setembro, aproximadamente 70 dias depois do início da brotação, continuando por 4 a 6 semanas; assim cada flor permanece em plena floração por um a dois dias (THORP, 2008). O manejo dos pomares ocorre inicialmente durante a poda de formação de um único tronco, podando aqueles ramos novos que saem até os 50 - 75 cm acima do chão (DUCROQUET et al., 2000; THORP e BIELESKY, 2002).

## **6. Ontogênese floral em outras espécies**

O conhecimento da ontogenia floral nas espécies frutíferas é importante para melhor compreender o desenvolvimento dos órgãos florais, as datas nos quais estes eventos ocorrem, os fatores envolvidos nestes processos, que podem favorecer a sincronia na fenologia, e assim poder estabelecer técnicas de manejo que favoreçam a produção em escala comercial.

Mas, quais são os eventos prévios? Bernier (1971) define *evocação floral* como os eventos ocorridos no momento que se considera como a chegada do estímulo floral no meristema e a iniciação floral. Esse estímulo é considerado como a superação da dormência. Durante esta fase, as moléculas de RNA e proteínas essenciais para o processo de floração

são sintetizadas. O gene de sinalização sistêmica *FLOWERING LOCUS T* (FT) codifica uma pequena proteína globular que se transporta das folhas para o ápice através do floema (WIGGE, 2011; YARUR et al., 2016). A proteína 'FT' promove a floração na macieira, e acelera a transição da juvenilidade para a maturidade (FOSTER et al., 2014).

Temperatura e luz também tem um papel importante tanto na evocação como na iniciação floral (NOYCE et al., 2019). Além disso, também cabe mencionar hormônios que regulam processos durante a dormência (GÖTZ et al., 2014), como mudanças nos níveis de carboidratos e enzimas durante a dormência e na saída desta (BEAUVIEUX et al., 2018; MESEJO et al., 2019)

### 6.1 Iniciação floral em outras espécies

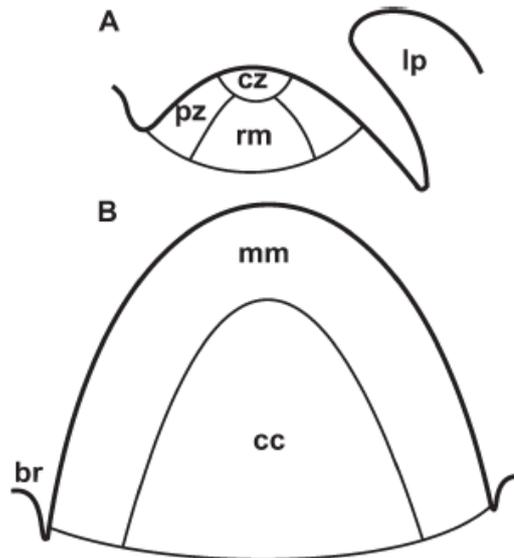
Em espécies perenes, como a manga, antes da indução floral é o momento considerado essencial para a iniciação previa do broto vegetativo. Neste contexto, a hipótese corrente é de que o promotor florigênico (FP), sintetizado nas folhas, pode ser translocado pelo floema junto com açúcares, até 100 cm e 52 cm em condições subtropicais e tropicais, respectivamente. Igualmente, o promotor vegetativo (VP) dependente da idade, estaria envolvido neste processo. Manejos que permitam a sincronização dos eventos são usados, como aplicações de produtos minerais ( $KNO_3$ ) e podas de ponta de ramos (DAVENPORT et al. 2006; RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010)

Na oliveira (*Olea europaea* L.) genes que codificam o loco de floração T (FT) ortólogo são expressos em folhas (OeFT1) e gemas (OeFT2) durante o inverno, embora a iniciação das inflorescências tenha ocorrido no final do inverno, dependendo de outros fatores, podendo ter repressores de floração putativos como TFL1 (HABERMAN et al., 2017). Em frutíferas caducifólias, como *Vitis vinifera* cv. Chardonnay, Noyce et al. (2019) encontraram que a iniciação floral ocorreu 43 dias após a brotação.

Foram sugeridos também para macieira *Malus domestica*, que os genes da família de proteínas de ligação à Fosfatidil Etanolamina (PEBP), ortólogos dos genes *TERMINAL FLOWER 1* e *FLOWERING LOCUS T*, regulam a floração em *Arabidopsis*, embora a regulação depende mais de sinais endógenos como a idade, hormônios e açúcares (MIMIDA et al., 2013). Na variedade Chardonnay, *Vitis vinifera*, Noyce et al. (2019) encontraram que há um padrão cito-histológico de todos os meristemas vegetativos até a evocação floral, que ocorreu 32 horas antes da iniciação da floração. Neste período, foi observado um padrão de 'manto meristemático' já relatado por outros estudos (KWIATKOWSKA, 2008) (Figura 1-4). Embora a maioria das espécies caducifólias tem este comportamento, há exceções. Em

kiwi, *Actinia chinensis*, Polito e Grant (1984) identificaram que durante todo o inverno os brotos não tinham se diferenciado até a primavera, junto com a brotação.

Figura 1-4. Comparação do meristema apical das angiospermas (SAM, em inglês), antes (A) e depois (B) da transição da fase reprodutiva (VR, em inglês). Zonas típicas para a fase vegetativa são a zona central (cz), zona periférica (pz), meristema central (rm), e para a fase reprodutiva, o manto meristemático (mm) e o núcleo central (cc). Primórdio foliar (lp) e bráctea (br).



Fonte: KWIATKOWSKA (2008).

## 6.2 Diferenciação em outras espécies

Descrito em termos gerais, o tempo para florescer é determinado por uma combinação de sinais ambientais e de desenvolvimento. A flor tem crescimento determinado, pois seu meristema apical cessa as atividades quando produz todas as partes florais, e as flores mais especializadas apresentam períodos de crescimento mais curtos quando comparadas com as mais primitivas (ESAU, 1976).

A caracterização dos estádios morfo-histológicos durante a ontogênese floral é bastante diversa. Para macieira o ápice vegetativo tem um diâmetro menor ou igual a 130  $\mu\text{m}$ , e na iniciação floral o ápice tem diâmetro maior a 130  $\mu\text{m}$  (FOSTER et al., 2003). Em Laranjeira ‘Pera Rio’ o diâmetro é de 100  $\mu\text{m}$ , aumentando o tamanho deste nas gemas reprodutivas (PEREIRA et al., 2003). Rallo et al. (2018), identificaram que, na oliveira, as gemas atingem seu tamanho final entre 4 e 6 semanas após a data de aparecimento das folhas, sendo um evento bem coordenado.

Geralmente as plantas perenes mantêm meristemas em estado vegetativo durante a floração (VARKONYI-GASIC et al., 2011). Nas condições de Japão, na macieira, depois da quebra de dormência, o meristema vegetativo cresce desde o final de maio até final de junho. No início de julho os meristemas vegetativos comprometidos se convertem em meristemas de inflorescência e em meristemas florais em meados de agosto. Este processo dura aproximadamente 40 a 50 dias. Posteriormente a diferenciação dos órgãos reprodutivos, iniciação floral e plena floração continuam na próxima primavera entre 9 e 10 meses (MIMIDA et al., 2013). Segundo Francescato (2014), em regiões subtropicais, há um intenso crescimento vegetativo, que inclui até retorno do crescimento dos ramos do ano durante o outono, onde as temperaturas permanecem altas, havendo indução e diferenciação durante essa época, sendo evidente na assincronia da brotação das gemas reprodutivas.

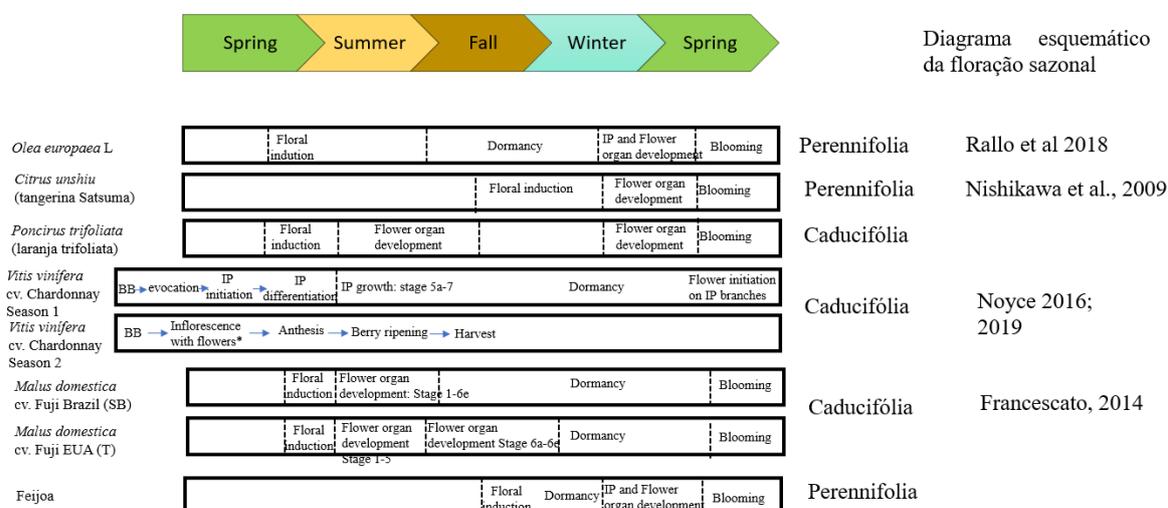
Na oliveira, a diferenciação dos botões só ocorre após o repouso de inverno (RALLO et al., 2018). Nas condições da Turquia, a diferenciação da oliveira cultivar ‘Gemlik’ ocorre no inverno (março) para florescimento em primavera e coleta de frutos no outono, sendo estes processos independentes das cargas em produção (anos ‘ON’ e ‘OFF’), sugerindo direcionar a atenção dos estudos para as relações bioquímicas e hormonais nos botões e em toda a árvore (MERT et al., 2013).

Acompanhando estas mudanças bioquímicas, há diferentes fases ou estádios de formação das flores. Estes estádios podem ser diferentes em termos de caracterização dos estágios e duração destes. Estas mudanças morfológicas do estágio vegetativo a reprodutivo podem ser classificados de diferentes maneiras dependendo dos detalhes da flor. Em *Arabidopsis thaliana*, Smyth et al. (1990) caracterizaram doze estádios morfológicos desde que aparece o suporte da flor no meristema apical (estádio 1), até que as pétalas completam 100% do seu crescimento (estádio 12), sendo que este processo dura 13-25 dias para chegar a flor aberta. Seguindo esta classificação, Swanson et al. (2008) compararam esses estádios de *Theobroma cacao*, encontrando algumas fases que ocorrem e que não estão registrados para *A. thaliana*, sendo que o desenvolvimento da flor dura 30 dias.

Em *A. chinensis* todas as mudanças morfo-histológicas ocorrem após a brotação se detendo na antese, no mesmo ano, durante a primavera (POLITO e GRANT, 1984). Na mesma espécie foram descritos 7 estádios de diferenciação das gemas (LINSLEY-NOAKES e ALLAN, 1987). Em macieira, Foster et al. (2003) classificaram oito estádios morfológicos do desenvolvimento floral no meristema apical antes da entrada da dormência, sendo o primeiro vegetativo, no qual o meristema é reduzido e achatado (estádio 0), até quando todos os meristemas florais laterais já iniciaram o desenvolvimento das sépalas (estádio 7).

Francescato (2014) caracterizou 10 estádios, incluindo a caracterização a partir do estágio 6 da classificação de Foster et al. (2003) relativo à diferenciação de todos os órgãos reprodutivos de todas as flores da inflorescência. inflorescência (Figura 1-5).

**Figura 1-5.** Diagrama esquemático da floração sazonal em diferentes espécies caducifólias e perenifólias.



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

## 7. Época e estádios fenológicos de gemas reprodutivas, fatores que influenciam as mudanças morfo-histológicas

Para uma melhor compreensão dos estádios e as épocas nas quais estes estádios podem se encontrar, é necessário estudar espécies que frutificam no outono. Entre essas espécies encontra-se o figo, pistache e a oliveira, entre outros. Para a oliveira, planta não caducifolia, a diferenciação reprodutiva dos botões só ocorre após o inverno (RALLO et al., 2018). Também em oliveira, Ramos et al. (2018) observaram que ao retirar a folha, a gema axilar continua dormente e que após completar o requerimento de frio, há diferenciação floral visível nas gemas axilares e quando a folha subsequente é retirada, a resposta é que sejam gemas vegetativas. À medida que o frio se acumula, as gemas mudam de vegetativo para reprodutivo, sendo totalmente reprodutiva no final do inverno.

Fadón et al., (2018) estudaram *Prunus avium*, árvore caducifolia e constataram que nas cinco cultivares estudadas, que todas estavam no mesmo estágio de desenvolvimento floral quando ocorreu a fase da dormência, sendo esse estágio é caracterizado pela presença de todos os verticilos florais, com as anteras claramente diferenciadas nos quatro lóculos, e o

pistilo mostrando um ovário incipiente, estilo e estigma. Nas condições de África do Sul, a indução do kiwi ocorre no final do verão e a diferenciação das gemas de kiwi ocorre um pouco antes da primavera (LINSLEY-NOAKES e ALLAN, 1987).

### **7.1. Caracterização histoquímica**

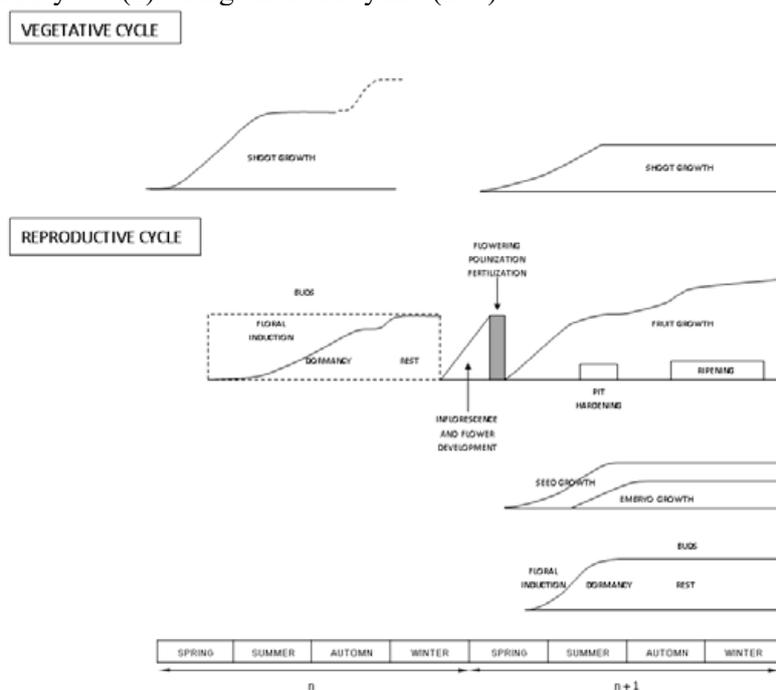
Acúmulo de amido pode variar dependendo do tipo de árvore frutífera. Em árvores caducifólias há mudanças nos teores de amido em gemas floríferas de cerejeira durante o inverno, mesmo não havendo desenvolvimento floral (FADÓN et al., 2018). Em árvores perenes, a diferenciação ocorre durante a primavera, podendo ocorrer competição pelos assimilados entre as novas brotações e as flores. Em abacateiro, citrus e oliveira, a acumulação de amido no ovário está relacionado à qualidade das flores por meio de diferentes vias metabólicas, até que as folhas mais novas deixem de ser drenos e passem a ser fonte (MESEJO et al., 2019). No abacateiro, a acumulação de amido no ovário pré-antese dá o suporte para o crescimento inicial do ovário (ALCARAZ et al., 2010) e em videira, Zapata et al., (2004) verificaram que o amido é a principal fonte para cada novo ciclo durante a brotação.

### **7.2. Fatores envolvidos da diferenciação**

#### *a. Frutificação:*

O papel inibitório dos frutos para a frutificação do ano seguinte constitui-se em uma causa da alternância em diferentes frutíferas, tais como a macieira, citrus, abacate, manga, oliveira, cafeeiro, entre outros (MONSELISE e GOLDSCHMIDT, 1982; DAVENPORT et al., 2006; BERNARDES et al., 2012; SHALOM et al., 2012; MERT et al., 2013; GUITTON et al., 2016; RALLO et al., 2018; GÜNDEŞLİ et al., 2019). Já a ausência de frutos, após a plena floração, é um sinal favorável para a indução floral. Estes autores também levantaram a hipótese de que na primavera anterior, junto com o crescimento dos frutos, estaria ocorrendo a indução floral, passando por um período de repouso até o final do inverno, onde ocorreriam os eventos de desenvolvimento das inflorescências e flores (Figura 1-5) (RALLO et al., 2018). Em citrus, Agustí et al. (2019) observaram que a presença dos frutos está correlacionada com a indução de um repressor floral (CcMADS19), que impede a ativação do promotor floral (CiFT2) em anos com alta carga de frutos.

Figura 1-6. Proposta de ciclos vegetativos anual e alternância do ciclo reprodutivo em anos sucessivos de carga baixa ‘OFF year’ (n) e carga alta ‘ON year’ (n+1).



Fonte: Rallo et al. (2018)

#### b. Folhas:

A desfolha pode afetar a evocação floral devido à perda de folhas que pode estar influenciado à remoção da fonte do sinal indutivo, como presenciado em kiwi, abacate e oliveira (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010; SRISOOK et al., 2016; RAMOS et al., 2018). Nas mirtáceas da Austrália, devido ao fogo, existe a tendência de ocorrência de eventos frequentes de desfolhamento, pelo qual existe a necessidade de manter uma boa quantidade de gemas axilares vegetativas e meristemas (BURROWS et al., 2008)

#### c. Idade do ramo:

Em citrus, a idade dos ramos, em relação a juvenildade evidenciou que mecanismos que inibem a floração em arvores em período juvenil é diferente aos ramos adultos cuja expressão genica não atingiu os níveis de expressão necessários para florescer (MUÑOZ-FAMBUENA et al., 2018)

#### d. Expressão gênica:

Em macieira, genes expressos diferencialmente entre os anos ON e OFF, correspondem principalmente a quatro processos biológicos: resposta ao estresse oxidativo; processos celulares, biogênese da parede celular e processos metabólicos, incluindo a biossíntese de hidratos de carbono e o processo metabólico dos lipídeos. Na revisão de Beauvieux et al. (2018) foram identificados como comuns alguns padrões de expressão gênica durante a



*f. Práticas de Manejo:*

É necessário conhecer a formação das gemas floríferas também para melhor definir o uso de poda, arqueamento, adubação, entre outros, pois assim serão minimizados os erros que provoquem as diferenciações florais dos seguintes anos (PETRI et al., 2016). Algumas destas práticas de manejo são comumente realizadas em conjunto. Em espécies que mostram alternância na produção, o uso de *reguladores para indução floral*, tais como o Paclobutrazol (PBZ) mostram resultados diversos: positivos em manga via irrigação (SOUZA et al., 2018), sem diferença em oliveira (CRUZ et al., 2011), dependentes da disponibilidade de água em abacate (BROGIO et al., 2018), e da carga de frutos em citrus (MARTÍNEZ-FUENTES et al., 2013). Em manga, a poda de ponta e a aplicação foliar de KNO<sub>3</sub> são práticas eficazes que induzem a floração síncrona, especialmente na Colômbia (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010).

As *podas* permitem que o dossel seja mais aberto, para favorecer a intercepção de luz no interior da árvore, mantem o equilíbrio entre a parte vegetativa e reprodutiva. Este controle tem a ver com as concentrações endógenas de hormônios, tais como a auxina, tendo que ser realizada com cautela, pois uma poda excessiva faria que houvesse pouca produção de flores e frutos devido à retirada de gemas florais, provocando um excessivo crescimento vegetativo (PEREIRA e PETRI, 2006) Na Nova Zelândia e na Colômbia, as podas da *A. sellowiana* dependem das características da cultivar, caracterizado por um tronco central, com ramos laterais a partir dos 50 cm, mantendo uma altura da árvore em média de 2,5 m para facilitar a colheita, e a abertura do dossel, que também tem como objetivo facilitar a entrada de pássaros para polinização (THORP, 2008; DUARTE e PAULL, 2015; FISCHER et al., 2016). Na macieira, a resposta às podas depende do genótipo e hábito de floração da cultivar (STEPHAN et al., 2007). Na goiabeira comum (*P. guajava*) é relatado que a produção de gemas reprodutivas é a partir de brotos axilares de ramos velhos e também nas gemas terminais (SINGH et al., 2015). Manejos como podas, tanto na intensidade (somente folhas até ramos), como nas épocas (antecipada ou tardia), afetam o tempo de iniciação de floração como a quantidade de flores e frutos, devido as respostas que as plantas têm a alocação de carboidratos, podendo formar gemas florais, ou utilizar as reservas para produzir maior crescimento vegetativo, e também regular a colheita (ADHIKARI e KANDEL, 2015; THAKRE et al., 2016)

O *arqueamento* de ramos causa estresse nos ramos e mudanças na concentração de fitohormônios ao diminuir a dominância apical, aumentos na relação C/N tem resultados positivos na indução da floração e para diminuir a alternância, como foi comprovado para

macieira (SANYAL; BANGERTH, 1998; ZHANG et al., 2017), é importante ter em conta que essas repostas são diferentes para as cultivares, como observaram Zhang et al. (2017) para ‘Gala’ e ‘Fuji’. As aplicações de nutrientes têm sido usadas em *A. sellowiana* em condições tropicais, tendo aumentos significativos na produção comparativamente ao controle (GARCIA et al., 2008). Em damasco (*Prunus armeniaca*) aplicações de Boro e ureia foliar diminuíram o aborto de flores e aumentaram a frutificação (KARLIDAG et al., 2017).

*g. Temperatura:*

As plantas apresentam sincronia com relação às estações para ter maior produção, (WIGGE, 2011). As temperaturas apresentam um papel importante na indução floral, como observado na frutífera perene *Bouea burmanica* Griff (MAVUSO e YAPWATTANAPHUN, 2017). Em damasco foram estabelecidos modelos envolvendo o clima e a regulação da dormência (VITI et al., 2013). A revisão de Beauvieux et al. (2018) indica que a liberação da endodormência em oliveiras requer acúmulo de frio, enquanto a ecodormência está mais relacionada com acúmulo de calor e quebra de dormência, desencadeando respostas envolvendo hormônios e carbono, entre outros. Nesta mesma espécie, a indução floral, está mediada pelo aumento de FT por temperaturas mais baixas durante o inverno (HABERMAN et al., 2017). Estudos com macieira em diferentes locais no mundo evidenciaram que lugares com inverno mais ameno tem floração mais tardia quando comparados a locais com inverno mais frio, e foi comprovado a importância das temperaturas tanto para o crescimento como entrada e saída de dormência (FRANCESCATO, 2014). Na *A. sellowiana* durante a primavera há um fluxo de crescimento e outro no meio do verão, aproximadamente durante 4 meses, podendo resultar em brotos mais vigorosos no final do verão em árvores em estado juvenil (THORP, 2008).

*h. Déficit hídrico:*

Ainda não se conhece amplamente como as plantas regulam a floração em resposta ao déficit hídrico, mas sabe-se que há respostas hormonais durante os processos de estresse seja biótico ou abiótico. Em citrus, foram observados níveis mais altos de ABA, e 1638 genes foram relacionados com floração, hormônios e metabolismo foram expressos durante estresse hídrico (LI et al., 2017) (Figura 1-7).



axilas das folhas ou na parte terminal dos ramos três gemas simples, duas frutíferas e uma vegetativa. Em oliveira a grande maioria das gemas axilares se tornou em inflorescências na primavera seguinte (RALLO et al., 2018).

Em macieira, a caracterização dos tipos de ramos e sua produção torna-se essencial para a compreensão de quais tipos de estruturas devem ser preconizadas. Na cultivar Gala, as brindilas produziram frutos de maior calibre e boa frutificação efetiva, enquanto a cultivar Fuji, com boa frutificação nas gemas terminais, apresentou mais estabilidade na produção dos esporões (FRANCESCATO, 2014).

As podas, tanto em severidade como na época que devem ser realizadas podem afetar a floração e posterior frutificação. No caso da videira, o conhecimento das gemas que frutificam é essencial para realizar o manejo, pois podas curtas e longas dependem do conhecimento do hábito de frutificação da cultivares, como acontece com videiras americanas e viníferas. Podas em oliveira durante o inverno não afetaram ao longo prazo (3 anos) a produção, a diferença da poda realizada da primavera (ALBARRACIN et al., 2017).

### **8.1 Regiões Tropicais**

Normalmente, nas condições tropicais ocorre uma assincronia na floração e frutificação, o que pode trazer vantagens ou desvantagens dependendo de fatores externos, como o armazenamento e a comercialização dos frutos.

Na manga, o FP, promotor florigênico que é sintetizado nas folhas e induz a floração, é translocado até 52 cm, quase 50% menos que nas condições subtropicais. Nas condições da Colômbia, a idade do último fluxo de crescimento é importante para a indução da floração (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010). Estes mesmos autores relatam que a poda das gemas terminais dos ramos, junto com aplicações foliares de  $KNO_3$  favorecem a sincronia, estimulando a floração em ramos maduros. Dentro do clima tropical, a altitude também exerce um papel importante, sendo que as que são plantadas em baixas altitudes mostram ser menos influenciados pela temperatura, sendo mais importante a idade do último fluxo de crescimento, geralmente de 4 a 5 meses. Estudos mostram que  $\frac{1}{4}$  de folha é responsável pela iniciação de 11% dos brotos axilares nestas condições (DAVENPORT, 2007; RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010)

### **8.2 Regiões Subtropicais**

Lang et al. (1987) propuseram dividir a dormência em três subfases: endodormência, paradormência e ecodormência. A paradormência envolve sinais bioquímicos, podendo ser ou não produzido por fatores ambientais, causado pela pausa no crescimento das gemas

laterais, apicais ou folhas. A endodormência é devido aos sinais ambientais ou endógenos inerentes à estrutura em questão, e a ecodormência ligada aos fatores ambientais, como déficit hídrico, nutricional ou temperaturas, envolvendo só condições ambientais desfavoráveis para o crescimento e desenvolvimento, até estas condições tornarem-se favoráveis. Estudos recentes associa maiores teores de amido com estádios mais profundos de dormência em cereja doce (FERNANDEZ et al., 2019).

Na mangueira, o FP pode ser translocado até 100 cm dentro da planta em regiões subtropicais, tendo maiores concentrações por folha; nas regiões subtropicais as temperaturas frias são mais relevantes para a indução floral da manga quando comparadas com as regiões tropicais (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010). Outra diferença encontrada com as mangas cultivadas em regiões tropicais é que nas regiões subtropicais um quarto de folha por ramo é suficiente para induzir floração em 95% dos brotos axilares iniciados. Hastes mais velhas apresentam melhor resposta floral, e as hastes mais novas maior resposta vegetativa.

### **8.3 Regiões Temperadas**

Espécies plantadas em clima temperado apresentam exigências de frio e na transição entre o estágio dormente para o início do crescimento depende de vários aspectos endógenos, tais como foi verificado no norte da Alemanha por Götz et al. (2014) em cerejeira doce, onde foram observadas diferenças em teores de água, acúmulo de C e N, ABA e isômeros de ABA, que podem regular processos metabólicos durante a dormência e a superação de dormência.

Em espécies frutíferas perenes, tais como citros, abacateiro e oliveira, os botões florais se diferenciam durante a brotação na primavera e não antes da dormência, como as espécies caducifólias tais como macieira, videira e cerejeira, entre outros. Rallo et al. (2018) destacaram o papel das folhas como reguladoras na manutenção da dormência dos botões axilares antes do término do frio, e um papel nutricional posterior ao requerimento de horas frio. As frutas também teriam um papel regulador, até mesmo antes da dormência em relação à alternância da produção.

## **9. Dinâmica dos níveis de carboidratos, nutrientes e espécies reativas de oxigênio nas frutíferas**

As plantas perenes acumulam reservas durante a estação de crescimento anterior e as disponibilizam na primavera (SMITH e WAUGH, 1938). Uma das formas nas quais se encontra o carbono nas plantas é como carboidratos (BEAUVIEUX et al., 2018).

No entanto, existe diferença na mobilização dos assimilados durante as estações. As caducifólias e as perenes têm respostas diferentes. Nas que perdem as folhas ocorre translocação (remobilização) dos assimilados. Naquelas que não perdem as folhas, o

suprimento de carbono é assegurado pelas folhas durante o desenvolvimento das flores (MESEJO et al., 2019). Neste caso, o amido acumulado durante a ontogenia dos ovários dos citrus se origina pela sua capacidade fotossintética e a mobilização de reservas. Na oliveira, Rallo et al. (2018) sugerem que as folhas têm dois papéis fundamentais para manter a dormência e a brotação de gemas reprodutivas, sendo 1) um papel regulador mantendo a dormência dos botões axilares (paradormência) antes de completar as horas de frio requeridas e 2) um papel nutricional no desenvolvimento dos botões reprodutivos, uma vez que as exigências de frio são satisfeitas.

A dinâmica dos açúcares solúveis, evidenciou um aumento entre o outono e inverno seguido por uma diminuição significativa entre inverno e primavera (CHARRIER et al., 2017). Alguns carboidratos específicos, tais como a sacarose, tem o papel fundamental como sinalizador para regular a expressão de microRNAs e outros genes de sinalização hormonal, oxidativa e de defesa. Durante o desenvolvimento, o papel das enzimas metabólicas de sacarose, e como estas sinalizam, estão ainda para serem compreendidas (RUAN, 2014).

Na revisão de Beauvieux et al. (2018), é descrita a importância dos estresses oxidativos e respiratórios para a liberação da dormência. Estes estresses produzem ROS, tais como  $H_2O_2$ . Vários estudos sustentam que aumentos em  $H_2O_2$ , frequentemente vinculado com inibição da atividade da catalase, permite a liberação da dormência, sendo estas respostas vinculadas com a regulação de genes relacionados com a parede celular, respostas hormonais e metabolismo de carboidratos e proteínas. Em batata transgênica a inibição da catalase como também as aplicações de  $H_2O_2$  exógeno permitiram a liberação da dormência das gemas e aceleraram a brotação (BAJJI et al., 2007).

### **10. Análise do crescimento das gemas**

O crescimento das gemas é a resposta de fatores endógenos e exógenos que influenciam estes fluxos, sendo um evento dependente, tanto de fatores de genótipo, ambientais e/ou de manejo (ITO et al., 2004; ROMAN et al., 2016). Em oliveira verificou-se que o crescimento das gemas é um evento bem coordenado, o crescimento da parte aérea mostra alta variabilidade (RALLO et al., 2018). Em macieira, Stephan et al. (2007) avaliaram por vários anos os diferentes tipos de poda para várias cultivares, encontrando que geneticamente o tipo de crescimento determinado e o hábito de floração de cada cultivar teve grande influência, mesmo havendo variabilidade de respostas devido à poda realizada. Em videira plantada em condições subtropicais, utilização de poda e cianamida hidrogenada (CH) para quebra de dormência beneficiou a brotação em ausência de frio (SUDAWAN et al., 2016)

As frutíferas cultivadas em clima tropical apresentam mais de um evento de crescimento, seguido de períodos de quiescência (POSSIGHAM, 1986). A goiabeira-serrana em condições tropicais apresentou para a variedade ‘Criollo’ duas épocas de crescimento de folhas, flores e frutos, (julho e setembro), permanecendo um 10% assíncrono, a diferença da variedade ‘Quimba’, cujo desenvolvimento de brotos, flores e frutos foi assíncrono durante todo o ano (RAMÍREZ e KALLARACKAL, 2018)

Nas condições subtropicais da Nova Zelândia, as flores de *A. sellowiana* brotam na base do crescimento da época atual em setembro, nas axilas das brácteas foliares, as quais vão crescendo junto com as folhas e novas brotações cerca de 70 dias após a brotação, e a floração se prolonga até 6 semanas (THORP, 2008).

## REFERÊNCIAS

ADHIKARI, S.; KANDEL, T.P. Effect of Time and Level of Pruning on Vegetative Growth, Flowering, Yield, and Quality of Guava. **International Journal of Fruit Science**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.290-301, 19 maio 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15538362.2015.1015762>.

AGUSTÍ, M. et al. Fruit-dependent epigenetic regulation of flowering in Citrus. **New Phytologist**, [s.l.], v. 225, n. 1, p.376-384, 31 jul. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/nph.16044>.

AJMI, A. et al. Prolonged artificial shade affects morphological, anatomical, biochemical and ecophysiological behavior of young olive trees (cv. Arbosana). **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 241, p.275-284, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.089>.

ALBARRACÍN, V. et al. Responses of vegetative growth and fruit yield to winter and summer mechanical pruning in olive trees. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 225, p.185-194, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.005>.

ALCARAZ, M. L.; HORMAZA, J. I.; RODRIGO, J. Ovary starch reserves and pistil development in avocado (*Persea americana*). **Physiologia Plantarum**, [s.l.], v. 140, n. 4, p.395-404, 21 out. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.2010.01410.x>.

AMARANTE, C.V.T.; C.A. STEFFENS; J.P.H.J. DUCROQUET; A. SASSO. Qualidade de goiaba-serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1683-1689. 2008.

BAJJI, M., M’HAMDI, M.; GASTINY, F.; ROJAS-BELTRAN, J.A.; DU JARDIN, P. Catalase inhibition accelerates dormancy release and sprouting in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. **Biotechnol. Agron. Soc. Environ.** 11 (2), 121–131 2007.

BEAUVIEUX, R.; WENDEN, B.; DIRLEWANGER, E.. Bud Dormancy in Perennial Fruit Tree Species: A Pivotal Role for Oxidative Cues. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 9, 2018.

BELSHAM, S.R.; ORLOVICH, D.A. Development of the hypanthium and androecium in South American Myrtoideae (Myrtaceae). **New Zealand Journal of Botany**, [s.l.], v. 41, n. 1, p.161-169, mar. 2003. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0028825x.2003.9512836>.

BERNARDES, T. et al. Monitoring Biennial Bearing Effect on Coffee Yield Using MODIS Remote Sensing Imagery. *Remote Sensing*, [s.l.], v. 4, n. 9, p.2492-2509, 27 ago. 2012.

BERNIER, G. Structural and metabolic changes in the shoot apex in transition to flowering. **Canadian Journal of Botany**, 49, 803-19. 1971.

BORSUK, L.J. et al. Phenotypic Variability in Feijoa Fruits [*Acca sellowiana* (O. Berg.) Burret] On Indigenous Lands, Quilombolas Communities and Protected Areas in the South Of Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.e-699, 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017699>.

BROGIO, B.A. et al. Influence of gibberellin inhibitors applied during flowering of nonirrigated 'Hass' avocado trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 53, n. 8, p.918-923, ago. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018000800006>.

BURROWS, G. E. et al. Leaf Axil Anatomy and Bud Reserves in 21 Myrtaceae Species from Northern Australia. **International Journal of Plant Sciences**, [s. l.], v. 169, n. 9, p. 1174–1186, 2008.

CAPRESTANO, C. A. Embriogênese somática em *Acca sellowiana*: avanços na indução e conversão. Dissertação (mestrado) - **Universidade Federal de Santa Catarina**, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2010

CHARRIER, G.; CHUINE, I.; BONHOMME, M.; AMÉGLIO, T. Assessing frost damages using dynamic models in walnut trees: exposure rather than vulnerability controls frost risks. *Plant Cell Environ.* 41, 1008–1021. 2017. doi: 10.1111/pce.12935

CHARRIER, G.; LACOINTE, A.; AMÉGLIO, T. Dynamic Modeling of Carbon Metabolism During the Dormant Period Accurately Predicts the Changes in Frost Hardiness in Walnut Trees *Juglans regia* L. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v. 9, p.1-14, 5 dez. 2018. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.01746>.

CRUZ, M. C. M.; OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, D. L.; NETO, J.V. Flowering and vegetative growth of olive tree submitted to pruning and paclobutrazol application. **Brazilian Society of Plant Physiology** 23(2): 105-111, 2011.

DAL VESCO, L. L. Indução e controle da embriogenese somatica in vitro na goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg). Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. 1998

DAVENPORT, T. L., YING, Z., KULKARNI, V., WHITE, T. L. Evidence for a translocatable florigenic promoter in mango **Scientia Horticulturae** 110 150–159. 2006.

DAVENPORT, T. L. Reproductive physiology of mango. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, [s.l.], v. 19, n. 4, p.363-376, dez. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1677-04202007000400007>.

DEGENHARDT, J.; ORTH, A.I.; GUERRA, M.P.; DUCROQUET, J.P.; NODARI, R.O. Morfologia floral da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*) e suas implicações na polinização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, p.718-721, 2001

DEGENHARDT, J.; DUCROQUET, J.P.; DOS REIS, M.S.; GUERRA, M.P.; NODARI, R. O. Efeito de anos e determinação do coeficiente de repetibilidade de características de frutos de goiabeira-serrana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1285-1293. 2002.

DEGENHARDT, J.; DUCROQUET, J. P.; GUERRA, M.P.; NODARI, R. O. Variação Fenotípica em plantas de duas famílias de Meios-irmãos de Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.) em um pomar comercial em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 462-466. 2005

DONAZZOLO, J. Conservação pelo uso e domesticação da feijoa na Serra Gaúcha – RS. 312 p Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

DONAZZOLO, J. et al. O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO PROLONGA A VIABILIDADE DE SEMENTES DE GOIABEIRA-SERRANA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 37, n. 3, p.748-754, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-179/14>.

DONAZZOLO, Joel; TURRA, Eliza Luana Charneski; VOSS, Larissa Corradi; DANNER, Moeses Andriago; CITADIN, Idemir; NODARI, Rubens Onofre. Reproductive Biology and Flowering of Feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) in Areas of Marginal Occurrence. **Journal of Agricultural Science**, [S.L.], v. 11, n. 8, p. 156, 15 jun. 2019. Canadian Center of Science and Education. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v11n8p156>.

DUARTE, O.; PAULL, R., Exotic Fruits and Nuts of the New World. CABI, Wallingford, UK. 2015.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E., R.; NODARI, R. O. **Goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 66p. (Série Frutas Nativas, 5).

DUCROQUET, J.P.H.J.; SANTOS, K.L.; ANDRADE, E.R.; BONETI, J.I.; BONIN, V.; NODARI, R.O. As primeiras cultivares brasileiras de goiabeira serrana: SCS 411 Alcântara e SCS 412 Helena. **Agropecuária Catarinense**, v. 20, p. 77-80, 2007.

DUCROQUET, J.P.H.J.; NUNES, E.C.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Novas cultivares brasileiras de goiabeira-serrana: SCS 414-Mattos e SCS 415-Nonante. **Agropecuária Catarinense**, v. 21, n. 2, p. 79-82, 2008.

EREL, R.; YERMIYAHU, U.; YASUOR, H.; COHEN, C. D.; SCHWARTZ, A.; BEN-GAL, A. et al. Phosphorous Nutritional Level, Carbohydrate Reserves and Flower Quality in lives. **PLoS ONE**, v. 11, n. 12 e0167591. doi:10.1371/journal.pone.0167591. 2016.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. Tradução Berta Lange de Morretes. São Paulo. Edgar Blucher, 1974, 1976.

ESEMANN-QUADROS, K.; MOTA, A. P.; KERBAUY, G. B.; GUERRA, M. P.; DUCROQUET, J. P. H. J.; E PESCADOR, R. Estudo anatômico do crescimento do fruto em *Acca sellowiana* Berg. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.296-302. 2008

FADÓN, E.; HERRERO, M.; RODRIGO, J. Dormant Flower Buds Actively Accumulate Starch over Winter in Sweet Cherry. **Frontiers In Plant Science**, [s.l.], v. 9, p.1-10, 15 fev. 2018.

FERNANDEZ, E., CUNEO, I.F., LUEDELING, E. et al. Starch and hexoses concentrations as physiological markers in dormancy progression of sweet cherry twigs. **Trees** (2019). <https://doi.org/10.1007/s00468-019-01855-0>

FINARDI, C. Caracterização da Biologia Reprodutiva da Goiabeira-Serrana (*Acca Sellowiana* Berg.). Dissertação (mestrado em Recursos genéticos Vegetais). Faculdade de Agronomia, **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis -SC. 2003.

FINATTO, T. Caracterização morfofisiológica do sistema de incompatibilidade atuante em goibeira-serrana (*Acca sellowiana* (BERG) Burret)(Myrtaceae). Dissertação (mestrado) - Universidade Federal

de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. 2008.

FINATTO, T. et al. Late-acting self-incompatibility in *Acca sellowiana* (Myrtaceae). **Australian Journal of Botany**, [s.l.], v. 59, n. 1, p.53-60, 2011. CSIRO Publishing. <http://dx.doi.org/10.1071/bt10152>.

FISCHER, G. Ecofisiología en frutales de clima frío moderado. En: Memorias 3er Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. 15-17. CDTF, Corpoica Regional 9, Manizales. pp. 51-59. 2000. Disponível em: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16773/40973\\_26571.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16773/40973_26571.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Consultado: Agosto de 2019

FISCHER, G. Ecofisiología, crecimiento y desarrollo de la feijoa. En: FISCHER, G., D. MIRANDA, G. CAYÓN, M. MAZORRA, M. (eds.). Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg.). Produmedios, Bogotá, p. 9-26. 2003.

FISCHER, G.; RAMÍREZ, F.; CASIERRA-POSADA, F. Ecophysiological aspects of fruit crops in the era of climate change. A review. **Agronomia Colombiana**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 190–199, 2016.

FOSTER, T.; JOHNSTON, R.; SELEZNYOVA, A. A Morphological and Quantitative Characterization of Early Floral Development in Apple (*Malus x domestica* Borkh.). **Annals of Botany**, [s.l.], v. 92, n. 2, p.199-206, 12 jun. 2003. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcg120>.

FOSTER, T.M.; WATSON, A.E.; VAN HOOIJDONK, B.M.; SCHAFFER, R.J. Key flowering genes including FT-like genes are upregulated in the vasculature of apple dwarfing rootstocks. **Tree Genetics & Genomes**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 189-202, 1 nov. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-013-0675-z>.

FRANCESCATTO, P. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* Borkh.) sob diferentes condições climáticas - da formação das gemas à colheita dos frutos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 239p, 2014.

FRANCESCATTO, P.; PETRI, J.L.; RACSKO, J.; COUTO, M.; DA SILVA, A.L. Avaliação Fenológica Das Diferentes Estruturas De Frutificação Das Macieiras ‘Gala’ E ‘Fuji’ Na Região De Caçador-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 4, p. 913-923, 2015.

GARCÍA, O.J.; E.Y. DUEÑEZ; G. FISCHER; B. CHAVES; O.C. QUINTERO. Efecto del nitrato de potasio, fosfato de potasio y ethephon en la inducción floral de la feijoa o goiabeira serrana (*Acca sellowiana* [O. Berg] Burret). **Rev. Bras. Frutic.** V. 30, n.3, p. 577-584. 2008

GÖTZ, K.-P. et al. Seasonal changes of physiological parameters in sweet cherry (*Prunus avium* L.) buds. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 172, p.183-190, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.012>.

GUITTON, B. et al. Analysis of transcripts differentially expressed between fruited and deflowered ‘Gala’ adult trees: a contribution to biennial bearing understanding in apple. **Bmc Plant Biology**, [s.l.], v. 16, n. 1, p.1-22, 29 fev. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1186/s12870-016-0739-y>.

GÜNDEŞLİ, M.A.; KAFKAS, S.; ZARIFIKHOSROSHAHI, M.; KAFKAS, E. Role of endogenous polyamines in the alternate bearing phenomenon in pistachio. **Turkish Journal of Agriculture And Forestry**. 43: 1-10. 2019

HABERMAN et al. A possible role for flowering locus T-encoding genes in interpreting environmental and internal cues affecting olive (*Olea europaea* L.) flower induction. *Plant, Cell & Environment* [**Plant Cell Environ**] Aug; Vol. 40 (8), pp. 1263-1280. Date of Electronic Publication: 2017 Feb 24. 2017

HABERMAN, A. et al. Long-Term Impact of Potassium Fertilization on Soil and Productivity in Intensive Olive Cultivation. *Agronomy*, [s.l.], v. 9, n. 9, p.525-14, 9 set. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy9090525>

INOCENTE, G. C. C. Caracterização morfológica, bioquímica e proteômica da embriogênese zigótica e somática de goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (O. Berg.) Burret). Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais. 2007

ITO, A.; HAYAMA, H.; KASHIMURA, Y. Possible Roles of Sugar Concentration and Its Metabolism in The Regulation of Flower Bud Information in Japanese Pear (*Pyrus pyrifolia*). *Acta Horticulturae*, [s.l.], n. 636, p.365-373, abr. 2004. International Society for Horticultural Science (ISHS). <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2004.636.44>

KARLIDAG, H. et al. The effects of autumn foliar applications of boron and urea on flower quality, yield, boron and nitrogen reserves of apricot. *Journal of Plant Nutrition*, [s.l.], v. 40, n. 19, p.2721-2727, 21 set. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2017.1381721>.

KLABUNDE, G. H. F. et al. Characterization of 10 New Nuclear Microsatellite Markers in *Acca sellowiana* (Myrtaceae). *Applications in Plant Sciences*, [s.l.], v. 2, n. 6, p.1-4, jun. 2014. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.3732/apps.1400020>.

KWIATKOWSKA, D.. Flowering and apical meristem growth dynamics. *Journal of Experimental Botany*, [s. l.], v. 59, n. 2, p. 187–201, 2008.

LANG, G.A.; EARLY, J.D.; MARTIN, G.C.; DARNELL, R.L. Endo-, para-, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience* 22 (3), 371–377. 1987.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos. 2000. 531p.

LI, J-X. et al. Identification of Genes Associated with Lemon Floral Transition and Flower Development during Floral Inductive Water Deficits: A Hypothetical Model. *Frontiers ion Plant Science*, [s.l.], v. 8, p.1-17, 13 jun. 2017. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2017.01013>.

LINSLEY-NOAKES, G.C.; ALLAN, P. Effects of winter temperatures on flower development in two clones of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang et A.R. Ferguson). *Scientia Horticulturae*, [s.l.], v. 33, n. 3-4, p.249-260, nov. 1987. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(87\)90072-0](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(87)90072-0).

LORENZINI, A.R.; BOFF, M.I.C.; RECH, T.D.; BOFF, P. Fitogeografia da goiabeira serrana no Planalto Serrano Catarinense. *Agropecuária Catarinense* 20: 86–89.2007.

MARTÍNEZ-FUENTES, A. et al. Fruit load restricts the flowering promotion effect of paclobutrazol in alternate bearing Citrus spp. *Scientia Horticulturae*, [s.l.], v. 151, p.122-127, fev. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.12.014>.

MATTOS, J.R. A goiabeira serrana Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis. 84p, 1986. (Publicação IPRNR, 19)

MAVUSO, V. L.; YAPWATTANAPHUN, C. Effect of environmental conditions on flower induction of marian plum (*Bouea burmanica* Griff). **Agriculture and Natural Resources**, [s.l.], v. 51, n. 4, p.243-246, ago. 2017. Kasetsart University and Development Institute <http://dx.doi.org/10.1016/j.anres.2017.01.004>.

MERT, C.; BARUT, E.; İPEK, A. Variation in Flower Bud Differentiation and Progression of Floral Organs with Respect to Crop Load in Olive. **Not Bot Horti Agrobo**, 41(1):79-85, 2013

MESEJO, C. et al. The flower to fruit transition in Citrus is partially sustained by autonomous carbohydrate synthesis in the ovary. **Plant Science**, [s.l.], v. 285, p.224-229, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.05.014>.

MIMIDA, N. et al. Functions of the apple TFL1/FT orthologs in phase transition. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 156, p.106-112, jun. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2013.04.001>.

MONSELISE, S.P.; GOLDSCHMIDT, E.E. Alternate bearing in fruit trees. **Hort Ver** 4: 128–173. 1982.

MORETTO, S.P.; NODARI, E.S.; NODARI, R.O. A Introdução e os Usos da Feijoa ou Goiabeira Serrana (*Acca sellowiana*): A perspectiva da história ambiental. **FRONTEIRAS: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, Anápolis, v.3, n.2, p.67-79. 2014.

MORTON, J. **Feijoa**. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton. Creative Resource Systems, Inc. p. 367–370. 1987.

MUÑOZ-FAMBUENA, N et al. Genetic inhibition of flowering differs between juvenile and adult Citrustrees. **Annals of Botany**, [s.l.], v. 123, n. 3, p.483-490, 4 out. 2018. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcy179>.

NOYCE, P. W. et al. Timing of floral evocation in the grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay) is identified by cyto-histological changes in the vegetative shoot apical meristem. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 252–265, 2019.

OLIVEIRA, I. de; UCHOA, M.A.; FERNANDES, M.G.; VIEIRA, C.R. Y. I.; FACCENDA, O.; OLIVEIRA, I.S.T. de. Antixenosis of the Triozid, *Triozoidea limbata* (Hemiptera: Triozidae) to Some Cultivars of *Psidium guajava* (Myrtaceae) in the Field. **Florida Entomologist**, [s.l.], v. 102, n. 4, p. 695, 23 jan. 2020. Florida Entomological Society. <http://dx.doi.org/10.1653/024.102.0404>.

OLKOSKI, D.. Filogeografia e dinâmica da diversidade genética de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret (Myrtaceae). Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 162p. 2014

OLTRAMARI, A.C.; DAL VESCO, L.L.; PEDROTTI, E.L.; DUCROQUET, J.P.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. Protocolo de micropropagação da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 61-68. 2000

PARRA-CORONADO, A.; FISCHER, G., CHAVES-CORDOBA, B. Tiempo térmico para estados fenológicos reproductivos de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). **Acta biol. Colomb.**; v.20 n.1p.163-173, 2015a.

PARRA-CORONADO, A.; FISCHER, G.; CAMACHO-TAMAYO, J.H. Development and quality of pineapple guava fruit in two locations with different altitudes in Cundinamarca, Colombia. **Bragantia**, [s.l.], v. 74, n. 3, p. 359-366, 7 jul. 2015b. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0459>.

PATIÑO, V.M. Historia y dispersión de los frutales nativos del Neotropico. Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2002.

PAVEI, Ana Flávia; FRAGA, Hugo Pacheco de Freitas; VIEIRA, Leila do Nascimento; GUERRA, Miguel Pedro. Effects of glutathione supplementation and carbon source during somatic embryogenesis of *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret (Myrtaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, [S.L.], v. 40, n. 1, p. 40257, 1 abr. 2018. Universidade Estadual de Maringa. <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiols.v40i1.40257>.

PEREIRA, I. A. M.; PINTO, J. E. B. P.; DAVIDE, L. C. Época da indução e evocação floral em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra Rio. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 857–862, out. 2003.

PEREIRA, F.; DAL VESCO, L.L.; FERMINO JUNIOR, P.V.C.P. Efeito do thidiazuron (TDZ) na propagação in vitro de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (O. Berg.) Burret). **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2020

PEREIRA, A. J.; PETRI, J. L. Poda e condução da macieira. In: **A cultura da macieira**. EPAGRI. Florianópolis, SC, 2006. p. 391-418.

PESCADOR, R. Aspectos Fisiológico - Estruturais Das Embriogêneses Zigótica E Somática De *Feijoa sellowiana* Berg (Myrtaceae). Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Ciências, na área de Botânica. 161p. 2004.

PETRI, J.L.; HAVERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado. Florianópolis: Epagri, 2016, 141p.

POLITO, V. S. GRANT, J.A. Initiation and development of pistillate flowers in *Actinidia chinensis*. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 22, n. 4, p.365-371, mar. 1984. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0304-4238\(84\)80008-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0304-4238(84)80008-4).

POSSINGHAM, J.V. Impact of Physiological Research on The Productivity of Tropical and Subtropical Fruit Trees. **Acta Horticulturae**, [s.l.], n. 175, p.17-26, mar. 1986. International Society for Horticultural Science (ISHS). <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.1986.175.1>.

QUINTERO, O. Selección de cultivares, manejo del cultivo y regulación de cosechas de Feijoa. In: FISCHER; D. MIRANDA; G. CAYÓN; M. MAZORRA (eds.). **Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa**, G. Produmedios, Bogotá D.C. 49-71. 152p. 2003.

RALLO, L. et al. Integrated overview of olive reproductive bud dormancy and biennial bearing. **Acta Horticulturae**, [s.l.], n. 1199, p.97-102, abr. 2018.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 126, n. 2, p.65-72, set. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.06.024>

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] pollination: A review. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 226, p.333-341, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.054>.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. Phenological growth stages of Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] according to the BBCH scale under tropical Andean conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 232, p.184-190, 2018.

RAMOS, A. et al. Chilling accumulation, dormancy release temperature, and the role of leaves in olive reproductive budburst: Evaluation using shoot explants. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 231, p.241-252, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.003>.

REIG, C. et al. Bud sprouting and floral induction and expression of FT in loquat [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.]. **Planta**, [s.l.], v. 246, n. 5, p.915-925, 14 jul. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00425-017-2740-6>.

ROMAN, H. et al. Cytokinins Are Initial Targets of Light in the Control of Bud Outgrowth. **Plant Physiology**, [s.l.], v. 172, n. 1, p.489-509, 26 jul. 2016. American Society of Plant Biologists (ASPB). <http://dx.doi.org/10.1104/pp.16.00530>.

RUAN, Y-L. Sucrose Metabolism: Gateway to Diverse Carbon Use and Sugar Signaling. **Annual Review of Plant Biology**, [s.l.], v. 65, n. 1, p.33-67, 29 abr. 2014.

SAIFERT, L. **Caracterização fenotípica e genética de acessos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret da Epagri de São Joaquim**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 112, 2018.

SAIFERT, L. et al. Evaluation of the genetic diversity in the feijoa accessions maintained at Santa Catarina, Brazil. **Crop Science**, v. 60, n. 1, p. 345–356, jan. 2020.

SÁNCHEZ-MORA, F.D. **Caracterização e Seleção de Genótipos de Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana* [O. Berg] Burret) Para Fins de Melhoramento e de Cultivo**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 205p, 2019.

SÁNCHEZ-MORA, F. D. et al. Characterization of Phenotypic Diversity of Feijoa Fruits of Germplasm Accessions in Brazil. **Age**, v. 2, n. 1, p.1-11, 2019.

SANTADINO, M.; LUCIA, A.; DUHOUR, A.; RIQUELME, M.; NASPI, C.; MASUH, H.; LILJESTRÖM, G.; COVIELLA, C. Feeding preference of *Thaumastocoris peregrinus* on several Eucalyptus species and the relationship with the profile of terpenes in their essential oils. **Phytoparasitica**, [s.l.], v. 45, n. 3, p. 395-406, 29 maio 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12600-017-0593-y>.

SANTOS, K.L. Bases genéticas de características de importância agrônoma em goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. 2005

SANTOS, K. L.; STEINER, N.; DUCROQUET, J. P.H.J.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Domesticação da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) no sul do Brasil. **Revista Agrociencia Uruguay**, Vol 9, n.1-2, p.29-33, 2005.

SANTOS, K.L. et al. Transference of microsatellite markers from Eucalyptus spp to *Acca sellowiana* and the successful use of this technique in genetic characterization. **Genetics And Molecular Biology**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.73-79, 2007.

SANTOS, K. L. et al. Isolation and characterization of microsatellite markers in *Acca sellowiana* (Berg) Burret. **Molecular Ecology Resources**, [s.l.], v. 8, n. 5, p.998-1000, set. 2008. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-0998.2008.02134.x>.

SANTOS, H. A. A. Dinâmica populacional de moscas-das-frutas associadas a feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) em diferentes habitats e sua implicação no manejo de pragas. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, Brazil. 138p. 2014.

SANTOS, K.L. et al. Participatory research with *Acca sellowiana*: Stimulating the breeding process for a native fruit species. **Agroecology And Sustainable Food Systems**, [s.l.], p.1-16, set. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2017.1373383>.

SANYAL, D.; BANGERTH, F. Stress induced ethylene evolution and its possible relationship to auxin-transport, cytokinin levels, and flower bud induction in shoots of apple seedlings and bearing apple trees. **Plant Growth Regulation**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.127-134, 1998. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1005948918382>.

SCHOTSMANS, W.C., G. THORP Y A.B. WOOLF. Feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret). En: Yahia, E.M. (ed.) Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. **Woodhead Publishing**, Oxford, U.K, v.3, p.115-133, 2011.

SHALOM, L. et al. Alternate Bearing in Citrus: Changes in the Expression of Flowering Control Genes and in Global Gene Expression in ON- versus OFF-Crop Trees. **Plos One**, [s.l.], v. 7, n. 10, p.1-16, 11 out. 2012. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0046930>.

SINGH, V. K.; RAVISHANKAR, H.; SINGH, A.; SONI, M. Pruning in guava (*Psidium guajava*) and appraisal of consequent flowering phenology using modified BBCH scale. **Indian Journal of Agricultural Sciences** 85 (11): 1472–1476. 2015

SMITH, C. L.; WAUGH J. G. Seasonal Variations in The Carbohydrate and Nitrogen Content of Roots of Bearing Pecan Trees. **Journal of Agricultural Research**, v. 57, n. 6 Washington, D. C., Key No. G-1105. 1938

SMYTH, D.R.; J.L. BOWMAN; E.M. MEYEROWITZ. Early flower development in Arabidopsis. **Plant Cell**, 2:755–767. 1990

SOUZA, A.G. Caracterização física, química, nutricional e antioxidante em frutos e flores de genótipos de goiabeira-serrana [*Acca sellowiana* (berg.) Burret]. 2015. 168 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal. Área: Biologia e Tecnologia Pós-Colheita). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2015

SOUZA, M. A. de et al. MANEJO DA QUIMIGAÇÃO PARA INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA ‘PALMER’ NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Irriga**, [s.l.], v. 23, n. 3, p.442-453, 29 out. 2018. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2018v23n3p442-453>.

SRISOOK, W. et al. Defoliation time influences vine regrowth, off-season flowering, and fruit quality in ‘Jecy Gold’ kiwifruit vines. **Horticulture, Environment, And Biotechnology**, [s.l.], v. 57, n. 3, p.219-224, jun. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s13580-016-0029-5>.

STEPHAN, J.; LAURI, P.E.; DONES, N.; HADDAD, N.; TALHOUK, S.; SINOQUET, H. Architecture of the Pruned Tree: Impact of Contrasted Pruning Procedures Over 2 Years on Shoot

Demography and Spatial Distribution of Leaf Area in Apple (*Malus domestica*). **Annals of Botany** 99: 1055–1065, 2007 doi:10.1093/aob/mcm049

STEWART, A. M. **Reproductive biology and pollination ecology of Feijoa Sellowiana**. Thesis (PhD Botany) University of Auckland. 1987. 115pp.

STEWART, A. M.; CRAIG, J. L. Factors affecting pollinator effectiveness in *Feijoa sellowiana*. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.145-154, abr. 1989. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01140671.1989.10428023>.

SUDAWAN, B. et al. Hydrogen cyanamide breaks grapevine bud dormancy in the summer through transient activation of gene expression and accumulation of reactive oxygen and nitrogen species. **BMC Plant Biology**, [s.l.], v. 16, n. 1, p.1-18, 15 set. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12870-016-0889-y>.

SWANSON, J.-D.; CARLSON, J.; GUILTINAN, M. J. Comparative Flower Development in *Theobroma cacao* Based on Temporal Morphological Indicators. **International Journal of Plant Sciences**, [s.l.], v. 169, n. 9, p.1187-1199, nov. 2008. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/591986>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 Edition, Artmed, Porto Alegre, 848 p. 2009.

THAKRE, Madhubala et al. Pruning for crop regulation in high density guava (*Psidium guajava* L.) plantation. **Spanish Journal of Agricultural Research**, [s.l.], v. 14, n. 2, p.1-8, 1 jun. 2016. Instituto Nacional de Investigacion y Tecnologia Agraria y Alimentaria (INIA). <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016142-7846>.

THORNHILL, A. H. et al. Interpreting the modern distribution of Myrtaceae using a dated molecular phylogeny. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 93, p. 29–43, dez. 2015.

THORP, G. *Feijoa Acca sellowiana* (Berg) Burret, Myrtaceae. In: JANICK, J.; PAULL, R.E. (eds). *Encyclopedia of Fruit and Nuts*. CAB International. 2008

THORP, T. G.; BIELESKI, R. L. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. New Zealand: David Bateman Publishing. p.87, 2002.

VARKONYI-GASIC, et al. Identification and characterization of flowering genes in kiwifruit: sequence conservation and role in kiwifruit flower development. **BMC Plant Biology**, 11:72. 2011

VASCONCELOS, T. N. C. et al. Systematic and evolutionary implications of stamen position in Myrteae (Myrtaceae). **Botanical Journal of The Linnean Society**, [s.l.], v. 179, n. 3, p.388-402, 2015a. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/boj.12328>.

VASCONCELOS, T. N. C.; PROENCA, C. E. B. Floral cost vs. floral display: Insights from the megadiverse Myrtales suggest that energetically expensive floral parts are less phylogenetically constrained. **American Journal of Botany**, [s.l.], v. 102, n. 6, p.900-909, 2015b. Wiley. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1400509>.

VASCONCELOS, T. N. C. et al. Floral heterochrony promotes flexibility of reproductive strategies in the morphologically homogeneous genus *Eugenia* (Myrtaceae). **Annals of Botany**, [s.l.], v. 121, n. 1, p.161-174, 18 dez. 2017. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcx142>.

VASCONCELOS, T. N. C. et al. Links between parallel evolution and systematic complexity in angiosperms—A case study of floral development in *Myrcia* s.l. (Myrtaceae). **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, [s.l.], v. 24, p.11-24, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2016.11.001>.

VELHO, A.C.; AMARANTE, C.V. T.; ARGENTA, L.C.; STEFFENS, C.A. Influência Da Temperatura De Armazenamento Na Qualidade Pós-Colheita De Goiabas Serranas. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 1, p. 014-020, 2011

VITI, R.; BARTOLINI, S.; ANDREINI, L. Apricot flower bud dormancy: main morphological, anatomical and physiological features related to winter climate influence. **Advances in Horticultural Science**. v. 27, n. 1/2, pp. 5-17. 2013

WIGGE, P.A. FT, A Mobile Developmental Signal in Plants. **Current Biology**, [s.l.], v. 21, n. 9, p.374-378, maio 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2011.03.038>.

XING, L-B., et al. Transcription Profiles Reveal Sugar and Hormone Signaling Pathways Mediating Flower Induction in Apple (*Malus domestica* Borkh.). **Plant and Cell Physiology**, [s.l.], v. 56, n. 10, p.2052-2068, 26 set. 2015. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/pcp/pcv124>.

YARUR, A. et al. The sweet cherry (*Prunus avium*) FLOWERING LOCUS T gene is expressed during floral bud determination and can promote flowering in a winter-annual Arabidopsis accession. **Plant Reproduction**, [s.l.], v. 29, n. 4, p.311-322, 23 nov. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00497-016-0296-4>.

ZAPATA, C.; DÉLÉENS, E.; CHAILLOU, S.; MAGNÉ, C. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Plant Physiology**, 161:1031-1040. 2004

ZHANG, M. et al. Branch bending affected floral bud development and nutrient accumulation in shoot terminals of ‘Fuji’ and ‘Gala’ apples. **Acta Physiologiae Plantarum**, [s.l.], v. 39, n. 7, p.156-156, 29 jun. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-017-2450-5>.

ZOU, F.; CHEN, S.L.; YUAN, D.Y.; ZHANG, R.Q.; ZHANG, L.; XIONG, H. Microsporogenesis, megasporogenesis and male and female gametophyte development in *Feijoa sellowiana* (Myrtaceae). **Int. J. Agric. Biol.** 18, 637–642. 2016.

## Capítulo 2 - DESENVOLVIMENTO DAS GEMAS FLORAIS EM *Acca sellowiana*, EM CONDIÇÕES TROPICAIS E SUBTROPICAIS

### RESUMO

A frutificação da *Acca sellowiana* depende de processos de desenvolvimento da floração e fertilização. Nas condições de clima temperado e subtropicais, há a hipótese de que as flores de *A. sellowiana* têm origem em gemas axilares mistas, formadas no ano anterior, junto com as novas brotações e desenvolvimento de folhas, como na maioria das espécies caducifólias. Entretanto, este desenvolvimento pode resultar da sincronia sazonal (inverno), formando gemas que atingem floração/frutificação no mesmo ano, como em algumas frutíferas não caducifólias. Em condições tropicais, a *A. sellowiana* pode florescer e brotar durante o ano todo, dependendo do clima e manejo. Assim, o objetivo do estudo foi identificar a origem das gemas florais de *A. sellowiana* sob condições tropical e subtropical, a relação do desenvolvimento da floração com a sazonalidade, bem como caracterizar os estádios morfo-histológicos da gênese das gemas florais até a floração. Foram coletados diferentes tipos e acessos em pomares sob condições tropical (Colômbia) e subtropical (sul do Brasil) em diferentes estações do ano. As amostras foram processadas e analisadas em microscopias óptica, eletrônica de varredura, confocal e de fluorescência. Os resultados mostraram que as condições climáticas interferem no desenvolvimento das gemas florais de *Acca sellowiana* quando comparadas árvores de pomares de Condição Tropical (CT) e Subtropical (CST). Além disto, outros fatores também afetaram a gênese das gemas florais, destacando-se as práticas de cultivo, como poda e arqueamento dos ramos na CT. O desenvolvimento das gemas mostrou padrões distintos na CT e CST, os quais foram descritos e ilustrados. Avaliações morfohistológicas revelaram a origem das gemas: apical (terminal); axilar (lateral); pseudoterminal; e acessórias (todas nas CT e CST). Índícios de atividade mitótica foram observados nas gemas em formação de amostras coletadas em todas as estações do ano, nas duas condições. Detalhes da ontogênese morfohistológicas das partes florais estéreis (brácteas, sépalas e pétalas) e férteis (estames e pistilo) foram descritas e ilustradas. Fatores ambientais abióticos (temperatura, radiação e precipitação) e bióticos (pragas) podem afetar o processo de desenvolvimento da floração de *A. sellowiana* refletindo na produção dos frutos. A floração de *A. sellowiana* ajusta-se aos períodos de clima mais favorável como em algumas frutíferas perenifolias. Os avanços deste estudo poderão auxiliar no entendimento do desenvolvimento floral de plantas de folha perene sob diferentes condições climáticas e de manejo das culturas.

**Palavras-chave:** gemas apicais e axilares, estruturas secretoras, gemas acessórias, cristais, tricomas.

### ABSTRACT

Fruiting of *Acca sellowiana* depends on flowering and fertilization development processes. In temperate and subtropical climate conditions, it is hypothesized that the flowers of *A. sellowiana* originate from mixed axillary buds, formed in the previous year, together with new budding and leaf development, as in most deciduous species. However, this development can result from seasonal synchrony (winter), forming buds that reach flowering/fruitletting in the

same year, as in some evergreen fruit trees. Under tropical conditions, *A. sellowiana* can flower and sprout year-round, depending on climate and management. Thus, the aim of the study was to identify the origin of flower buds of *A. sellowiana* under tropical and subtropical conditions, the relationship between flowering development and seasonality, as well as to characterize the morpho-histological stages from flower bud genesis to flowering. Different types and accessions were collected in orchards under tropical (Colombia) and subtropical (southern Brazil) conditions in different seasons. The samples were processed and analyzed under optical, scanning electron, confocal and fluorescence microscopy. The results showed that climatic conditions interfere in the development of floral buds of *A. sellowiana* when compared to trees from Tropical Condition (CT) and Subtropical (CST) orchards. In addition, other factors also affected the genesis of flower buds, highlighting cultivation practices, such as pruning and bending the branches in CT. Yolk development showed distinct patterns in CT and CST, which have been described and illustrated. Morphohistological evaluations revealed the origin of the buds: apical (terminal); axillary (lateral); pseudoterminal; and ancillary (all in CT and CST). Indications of mitotic activity were observed in the buds in the formation of samples collected in all seasons of the year, under both conditions. Details of the morphohistological ontogenesis of the sterile floral parts (bracts, sepals and petals) and fertile (stamens and pistil) were described and illustrated. Abiotic (temperature, radiation and precipitation) and biotic (pests) environmental factors can affect the flowering development process of *A. sellowiana*, reflecting on fruit production. Flowering of *A. sellowiana* adjusts to periods of more favorable climate, such as in some evergreen fruit trees. The advances in this study may help to understand the floral development of evergreen plants under different climatic conditions and crop management.

**Keywords:** apical and axillary buds, secretory structures, accessory buds, crystals, trichomes.

## INTRODUÇÃO

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* [O.Berg] Burret, sinônimo *Feijoa sellowiana*) é conhecida pelos nomes comuns goiaba do mato, goiaba da serra, guayaba-del-país, pineapple guava, sendo feijoa o mais comum e aceito no mundo (MATTOS, 1986; MORETTO et al., 2014). A espécie é nativa entre as latitudes 26° e 35° no Brasil, nos estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e Uruguai, encontrando-se também na província de Misiones, na Argentina, e na parte central do Paraguai (DUCROQUET et al., 2000; KELLER e TRESSSENS, 2007; GONZALEZ, 2011).

Material vegetal de *A. sellowiana* foram inicialmente levadas para a França em 1883 (ANDRÉ, 1898) e a partir deste país foi introduzida em outros países (DUCROQUET et al., 2000). Atualmente é cultivada na Nova Zelândia, Estados Unidos, Colômbia, Itália, Turquia, países nos quais se cultiva como planta ornamental e para produção de frutos (LUCENA et al., 2014). Existem dois tipos botânicos de goiabeira-serrana: o tipo Brasil e o tipo Uruguai,

sendo este último o mais distribuído e que originou as cultivares mais plantadas no mundo (NODARI et al., 2008; SCHOTSMANS et al., 2011; BORSUK et al., 2017).

Os principais produtores mundiais de *A. sellowiana* são a Colômbia e a Nova Zelândia com cultivo comercial de 307 e 201 hectares, respectivamente (AGRONET, 2020; STATISTICS NEW ZEALAND, 2020), sendo a Colômbia líder em exportação da fruta e a Nova Zelândia líder em subprodutos da fruta (MORETTO et al., 2014). A espécie também se encontra em jardins e quintais dos Estados Unidos, bem como em dezenas de países (DUCROQUET et al., 2000). Atualmente, a Colômbia lidera as exportações da fruta, com a maioria da produção proveniente dos estados de Cundinamarca, Boyacá, Caldas e Antioquia (FISCHER, 2003; DALLOS et al., 2010; MORETTO et al., 2014). Para a feijoa tem sido estabelecida uma temperatura base específica para a cultura, embora os padrões mudem para as condições de clima tropical e subtropical (PARRA-CORONADO et al., 2015b; SÁNCHEZ-MORA, 2019).

O cultivo da *A. sellowiana* em regiões tropicais, tal como na Colômbia, encontra-se em locais com altitude acima de 1500 até 3000 metros acima do nível do mar, embora os pomares comerciais sejam mais comuns entre os 1800 e 2650 metros, sendo plantadas *A. sellowiana* tipo “Uruguai” (TU). As produções são, em média, de 9 t/ha (AGRONET, 2020). Nos pomares, cuja fruta é exportada, a produção se concentra nos meses de maior demanda no hemisfério norte, e isso é manejado por meio de arqueamentos e podas e uso de nutrientes, tais como fosfato de potássio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) (GARCIA et al., 2008).

A produção em clima subtropical, como é caso sul do Brasil, é ainda baixa, sendo a demanda abastecida parcialmente por frutos provenientes da Colômbia. A produção comercial, bem como em jardins e quintais, está localizada nas regiões frias, nos três estados do sul do país. No estado de Santa Catarina, a maioria dos plantios comerciais de *A. sellowiana* do tipo “Brasil” (TB) estão acima de 1000 metros de altitude. A maturação dos frutos nas áreas de ocorrência natural sucede entre os meses de fevereiro até junho (AMARANTE e SANTOS, 2011). Estudos de mercado, nos municípios de Florianópolis e Blumenau, no estado de Santa Catarina, evidenciaram que é uma fruta com boa aceitação por parte de consumidores (BARNI et al., 2004).

Assim, entre os fatores que afetam a produtividade de *A. sellowiana* destacam-se os que abrangem conhecimentos fenológicos. A fenologia permite entender a adaptabilidade das espécies frutíferas às condições do meio em que se encontra, permitindo assim estabelecer melhores bases para seu manejo (PARRA-CORONADO et al., 2015a). Esta fenologia é o resultado de fatores endógenos e exógenos, cujas interações permitem que as plantas

sincronizem seu desenvolvimento reprodutivo com o ambiente (SHARMA et al., 2019). Para *A. sellowiana* tem sido identificados os estádios de desenvolvimento fenológico nas condições tropicais (RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2018).

O desenvolvimento dos órgãos florais é regulado pela expressão sobreposta de tipos de genes de identidade de órgãos florais e o modelo amplamente aceito é o ABC(E). A resposta dos genes de identidade permite uma cascata de sinais que depois da indução iniciam a diferenciação. Neste ponto, meristemas de gemas florais são caracterizados pelo aumento da frequência de divisões celulares dentro da zona central do meristema apical caulinar (TAIZ e ZEIGER, 2009; BOUCHÉ et al., 2016). Nas espécies vegetais, ferramentas tais como utilização de diferentes tipos de microscopia, têm possibilitado evidenciar estas transformações, para assim fundamentar o desenvolvimento floral e suas implicações (CUTLER; BOTHA; STEVENSON, 2007).

Estudos relativos à ontogenia floral têm sido realizados para diferentes espécies caducifólias, como para macieira, pessegueiro e cerejeira-doce, onde foi constatada a diferenciação meristemática nas gemas, de modo a transformar um desenvolvimento vegetativo em reprodutivo antes do repouso de inverno (FOSTER et al., 2003; YAMANE et al., 2011; FADÓN et al., 2015; YARUR et al., 2016; GÖTZ et al., 2018). Nas espécies não caducifólias, tais como *Citrus* e oliveira, os resultados indicaram grandes diferenças entre elas (PEREIRA et al., 2003; REALE et al., 2009; MESEJO et al., 2019). Em cafeeiro, foi constatado que a diferenciação só ocorre na ausência de frutos (MAJEROWICZ; SÖNDAHL, 2005). Estudos relacionados com caracterização da iniciação e da diferenciação morfológica das gemas, no Brasil foram feitos para macieira (FRANCESCATO, 2014) e videira (SILVA, 2015), entre outros, mas não para a goiabeira-serrana.

Diferentes estudos do desenvolvimento floral que incluem a *A. sellowiana* cujas abordagens do ponto de vista sistemático revelaram diferenças nas flores desta espécie em relação às flores de outras espécies da família. Entretanto, a ontogenia floral tem sido pouco explorada, mantendo lacunas no conhecimento sobre as fases do desenvolvimento (BELSHAM e ORLOVICH, 2003; PIMENTEL et al., 2014; VASCONCELOS et al., 2015; 2017; 2019). Estudos anatômicos da *A. sellowiana* tem abordado desde o botão floral até maturidade fisiológica dos frutos, tanto no Brasil (ESEMANN-QUADROS et al., 2008), como na Colômbia (RODRIGUEZ et al., 2006).

Com base ao anteriormente exposto, sendo identificadas as lacunas no conhecimento das gemas que desenvolvem estruturas de floração, o objetivo do estudo foi: I. identificar a origem das gemas florais de *A. sellowiana* sob condições tropical e subtropical, II. a relação

do desenvolvimento da floração com a sazonalidade; III. caracterizar os estádios morfo-histológicos da gênese das gemas florais até a floração, para assim estabelecer as bases para um melhor manejo da cultura e contribuir para a melhora da produção comercial de *A. sellowiana*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material botânico

Gemas de goiabeira-serrana, foram coletadas em condições tropicais (Andes Colombianos) e subtropicais (Sul do Brasil), incluindo diferentes acessos dos tipos Brasil e Uruguai (Tabela 2-1). Em cada coleta foram obtidas de 80-100 gemas de cada acesso, localizadas em 8-10 ramos (sem flores e frutos) do terço médio da altura das plantas de ambos os lados da fileira de plantas do pomar. Os ramos foram fotografados antes da coleta e separação das gemas. Segmentos nodais com gemas foram contados no sentido ápice-base. As gemas foram classificadas como: 1) gemas apicais ou terminais, 2) gemas axilares do ano (ou seja, formadas no ano da coleta) e 3) gemas axilares de ano, (ou seja, formadas no ano anterior, este terceiro tipo só presente na condição subtropical). Imagens das gemas foram obtidas em microscópio estereoscópico Olympus SZH10 (Tóquio, Japão) equipado com câmera Olympus DP71.

Na condição tropical (TR) foram realizadas três coletas (agosto a outubro de 2017) em árvores do clone 41 ou acesso Quimba (AQ), do Tipo Uruguai (TU). Na condição subtropical (SB), coletas mensais (maio de 2017 a outubro de 2018, totalizando 15 coletas) foram feitas em sete acessos, sendo cinco do Tipo Brasil (TB) e dois do Tipo Uruguai (TU). Destes, três acessos são cultivares comerciais, os quais são chamados Mattos (AM), Triumph (AT) e Unique (AU); os demais acessos são mencionados por código.

**Tabela 0-1.** Tipos e acessos ou variedades de *Acca sellowiana* coletadas nas condições tropical (TR, Colômbia) e subtropical (SB, Brasil)

País	Local de coleta	Tipo	Acesso/Varietade	Ano do plantio
Colômbia	La Vega, Cundinamarca	Uruguai	Clone 41 (Quimba)	2000
Colômbia	Tenjo, Cundinamarca,	Uruguai	Clone 41 (Quimba)	--
Brasil	EESJ <sup>1</sup>	Brasil	Mattos	2007
Brasil	BAG <sup>2</sup> - EESJ	Brasil	7	2002-2005
Brasil	BAG – EESJ	Brasil	14	2002

Brasil	BAG – EESJ	Brasil	20	2002
Brasil	BAG – EESJ	Brasil	21	2002
Brasil	BAG – EESJ	Uruguai	Triumph	1997-2009
Brasil	BAG – EESJ	Uruguai	Unique	2003

<sup>1</sup>EESJ: Estação Experimental Epagri São Joaquim, <sup>2</sup>BAG: Banco Ativo de Germoplasma.

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

As árvores dos pomares da condição tropical são submetidas a podas e arqueamento dos ramos principais, para facilitar a interceptação de luz, aeração e manejo da cultura (por ex.: colheita de frutos). As árvores dos pomares da condição subtropical recebem podas mais leves (no inverno), sendo estas menos seletivas em relação à quantidade ou tipo de ramos a manter na planta e não é utilizado o arqueamento.

### **Locais de coleta e condições climáticas**

Condição Tropical – Coletas nos Andes Colombianos foram realizadas em dois pomares no estado de Cundinamarca, Colômbia. Um dos pomares está localizado na Vereda Sabaneta, município La Vega, em latitude 4° 55' 17" N, longitude 74° 17' 31" W e altitude 2350 m. O clima é do tipo Am, tropical monçônico, segundo classificação de Köppen; a soma da precipitação média anual é de 1412 mm e a temperatura média anual é de 13,7°C. O outro pomar, de nome 'La Pradera', localiza-se no município Tenjo em latitude 4° 51' 23" N, longitude 74° 6' 33" W e altitude 2580 m. Neste, o clima é do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen, sendo constantemente temperado úmido, sem estação seca e com verão fresco; a soma de precipitação média anual é de 820 mm e a temperatura média anual de 13,7°C. Em ambos pomares a densidade é de 666 plantas por ha e as árvores apresentam porte de até 2 m, com poda e arqueamento dos ramos. Dados climáticos históricos de temperatura e precipitação (anos 1981-2010) foram disponibilizados pelo IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; IDEAM, 2020). Dados climáticos do pomar em La Pradera, município de Tenjo, foram obtidos nas estações próximas ao pomar do mesmo município (Anexo 2-1). O Pomar da Vereda Sabaneta, pertence ao município de La Vega, entretanto, os dados do município de San Francisco mostraram-se mais convenientes, devido à altitude e proximidade da estação de coleta dos dados climáticos com o pomar (Anexo 2-2). Neste pomar também foram feitas avaliações diárias com instalação de termômetro de máximas e mínimas e pluviômetro.

Condição Subtropical - Coletas foram feitas em pomar de goiabeira-serrana localizado no Sul do Brasil, pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma, da Estação Experimental da Epagri no município de São Joaquim (Epagri - EESJ), estado de Santa Catarina, Brasil, em

latitude 28° 17' 38" S, longitude 49° 55' 54" W e altitude 1360m. O clima é o tipo Cfb, segundo classificação de Köppen, constantemente temperado úmido, sem estação seca e com verão fresco. A soma de precipitação média anual é de 1709 mm e a temperatura média anual de 13,5°C. A densidade do pomar é de 660 plantas por ha, com árvores de cerca de 5 m de altura, as quais recebem uma poda leve entre as linhas, mas não são arqueadas.

Dados climáticos do município de São Joaquim (sul do Brasil), correspondendo ao período de coleta (maio de 2017 a outubro de 2019), referentes a temperatura do ar (máxima, mínima e média), umidade relativa, precipitação, radiação, geadas e granizo foram obtidos na Estação Meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri/CIRAM). Esta Estação situada a 1,0 km do pomar. Dados históricos relativos a precipitação e temperatura (1955-2018; período de 64 anos) e insolação (1971-2018; período de 48 anos) também foram obtidos na Epagri/CIRAM.

### **Morfo-anatomia de gemas e botões florais**

Gemas excisadas foram fixadas em FAA 70°GL e conservadas em etanol 70°GL. Algumas gemas coletadas em condições subtropicais foram fixadas em glutaraldeído 2,5%, em tampão fosfato de potássio, 0,1 M, pH 7,2 e desidratadas em série etílica crescente até etanol 70°GL, onde foram conservadas. Para microscopia óptica (MO), as amostras fixadas foram desidratadas em série etílica crescente e infiltradas em hidroxietilmetacrilato (LeicaHistoresin, Heidelberg, Alemanha) (GERRITS; SMID, 1983). Secções longitudinais e transversais de 5 µm foram efetuadas em micrótomo rotativo RM 2125 (Leica, Nussloch, Alemanha) e coradas com azul de toluidina (O'BRIEN; FEDER; MCCULLY, 1964). As amostras foram analisadas e documentadas em câmara digital conectada a um computador e acoplada em microscópio Olympus SZH10 (DP71, Olympus Center Valley, PA, USA) do Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal (LFDGV), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Para microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise química com raios-X (EDS), amostras fixadas foram desidratadas em série etílica crescente e submetidas à secagem em ponto crítico EM CPD030 (Leica, Heilderberg Alemanha), conforme a metodologia de Horridge e Tamm (1969). As amostras secas foram aderidas em suportes de alumínio e metalizadas com ouro em SCD500 (Leica, Viena, Áustria). Análises e eletromicrografias foram feitas em microscópio eletrônico de varredura Jeol XL30 (Tokio, Japão), do Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal de Santa Catarina (LCME-UFSC). Para identificação dos elementos

químicos constituintes dos cristais foi utilizado Análise de raios-X (EDS), sistema de espectrometria por dispersão de energia em MEV (LCME-UFSC).

## RESULTADOS

Os resultados mostraram que as condições climáticas interferem no desenvolvimento das gemas florais de *Acca sellowiana* quando comparadas árvores de pomares de Condição Tropical e Subtropical. Além disto, outros fatores também afetaram a gênese das gemas florais, destacando-se as práticas de cultivo, como poda e arqueamento dos ramos na Condição Tropical.

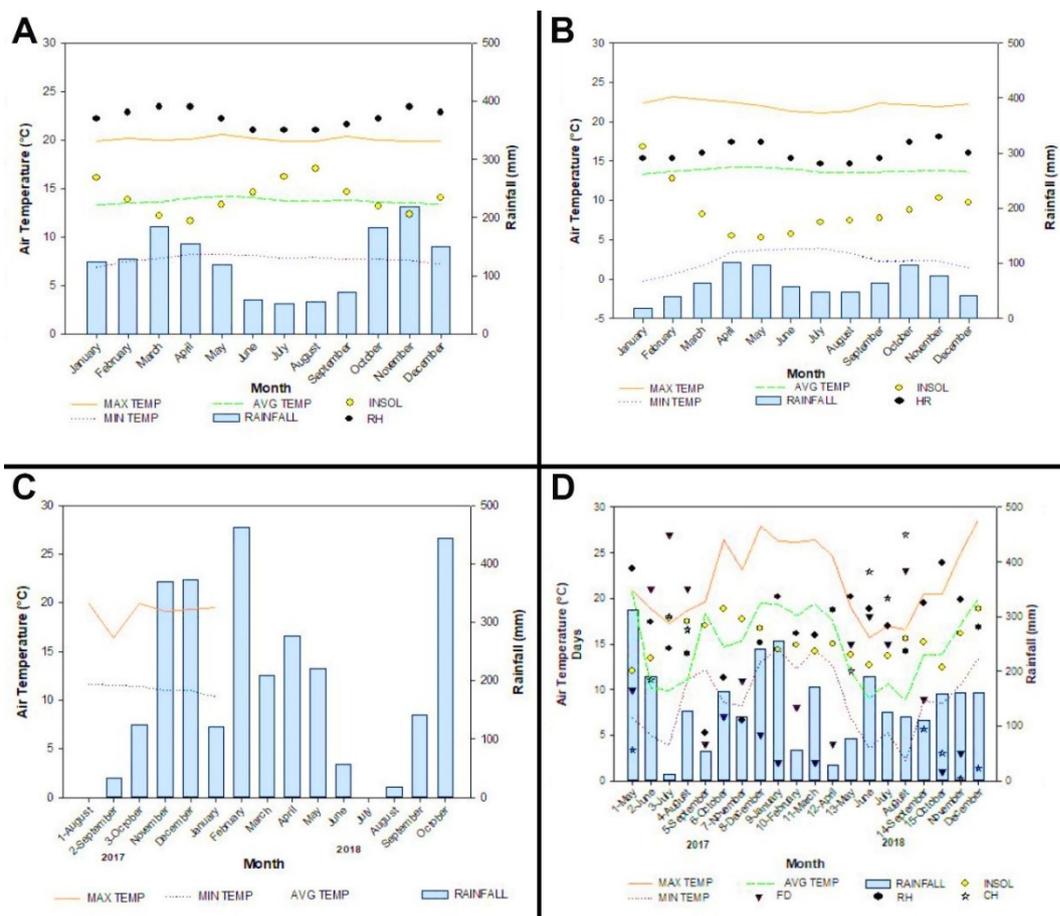
### 1. Condição climática

Condição Tropical. Os dados climáticos obtidos nos dois locais de coleta de *A. sellowiana* nos pomares de Vereda Sabaneta (La Vega) e Tenjo, Cundinamarca (Colômbia), são apresentados na Fig. 2-1A-2-1C. O regime de chuvas foi bimodal nos dois locais. A precipitação média anual histórica, em Tenjo (Fig. 2-1A), foi de 755 mm, sendo acima de 100 mm somente em abril, e em Vereda Sabaneta (Fig. 2-1B) foi de 1501 mm/ano, com precipitações acima dos 100 mm na maioria dos meses. Avaliações no pomar de Vereda Sabaneta mostraram que a precipitação acumulada de agosto a outubro de 2017 foi de 138 mm, elevando-se nos meses de novembro (369 mm) e dezembro (373 mm); em 2018 precipitação anual foi de 2167 mm (Fig. 2-1C). As temperaturas máximas e mínimas históricas registradas mensalmente (Fig. 2-1A e 2-1B) mostraram média anual de 22,1°C e 1,1°C, em Tenjo, e de 20,1°C e 7,7°C, em Vereda Sabaneta, respectivamente. Registros no pomar de Vereda Sabaneta (Fig. 2-1C), de agosto a outubro de 2017, revelaram 18,7°C, como média de temperaturas máximas e 11,5°C como média de temperaturas mínimas. As temperaturas médias anuais históricas, em Tenjo e Vereda Sabaneta, foram similares (13,8°C e 13,7°C, respectivamente) e com baixa variação entre os meses. A média anual histórica da umidade relativa do ar foi de 80,1%, em Tenjo, e 87,1%, em Vereda Sabaneta. O total de insolação anual foi de 1181 horas, em Tenjo, e 1409 horas, em Vereda Sabaneta. Em ambos os locais de coleta, nos meses abril e maio foram registrados os menores índices de insolação (97 e 73 horas respectivamente).

Condição Subtropical. Os dados climáticos, no período em que amostras de *A. sellowiana* foram coletadas em São Joaquim, Santa Catarina (sul do Brasil), revelaram grande variação na precipitação, temperatura e insolação, ao longo dos dois anos avaliados, conforme registros mensais (Fig. 2-1D). A média de precipitação anual, em 2017 (1674 mm) e 2018

(1611 mm), mostrou-se próxima da média histórica (1600 mm). As médias mensais das temperaturas máximas de 2017 foram mais elevadas do que em 2018, sendo as maiores médias registradas, em dezembro (22,6 e 23,0°C, em 2017 e 2018, respectivamente), correspondendo ao final de primavera e início de verão. As temperaturas mínimas foram superiores à média histórica, em 1°C no ano de 2017 e 0,6°C em 2018. Em 2017, a mais baixa temperatura mínima registrada foi em julho (6,6°C) e, em 2018, foi em agosto (5,5°C). No período mais frio do ano, entre maio e outubro, a média das temperaturas mínimas variaram entre 6,4°C (junho) e 9,9°C (setembro). As médias das temperaturas mínimas mensais foram mais elevadas em fevereiro de 2017 (15,1°C) e março de 2018 (13,6°C). A quantidade de dias com ocorrência de geadas, foi maior nos dois anos de estudo q, em comparação com os dados históricos. A quantidade de horas frio (HF) acumulada registrada na média anual histórica foi de 877 HF, valor superior aos registros de 2017 com 408 HF e 2018 com 708 HF. A média anual histórica Umidade Relativa do Ar foi de 81%, sendo inferior nos anos de 2017 (75,9% - segundo menor valor dos últimos 64 anos) e 2018 (80,7%). A Insolação anual total, nos dois anos do estudo (1797 horas em 2017 e 1474 horas em 2018), foi menor que a média da série histórica de 48 anos (1900 horas).

Figura 0-1. Dados climáticos dos locais de coleta em condições tropicais e subtropicais. Clima tropical (Cundinamarca, Colômbia): (A) Dados históricos (1981-2010) em Tenjo e (B) em Vereda Sabaneta (Fonte: IDEAM, 2020); (C) Temperaturas máximas e mínimas (agosto a outubro de 2017) e precipitação (agosto de 2017 a dezembro de 2018) no pomar em Vereda Sabaneta (La Vega). Clima subtropical Estação Experimental de São Joaquim (CIRAM/Epagri, município de São Joaquim, sul do Brasil): (D) Dados de maio de 2017 a outubro de 2019 (números de 1-15, na coordenada horizontal correspondem aos meses de coleta). Legenda: DAG – Dias de Geada; HF- Horas Frio; INSOL - Horas de insolação total mensal; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN – média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; UR – Umidade Relativa (%).



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

## 2. Origem e tipos de gemas nos ramos

A morfologia externa das gemas florais e vegetativas indicam que a origem é na região nodal (gema axilar) e terminal (gema apical) dos caules, o que pode ser observado na Fig. 2. Esta figura inclui imagens com registros das coletas mensais durante um ano, abrangendo as quatro estações do ano. Em algumas gemas foi observado um aspecto mais escuro em decorrência da presença de compostos fenólicos durante períodos mais frios (Fig. 2D e 2D'). Gemas coletadas na primavera de 2018 mostraram-se mais desenvolvidas do que em 2017 (Fig. 2-2M e 2-2N'' e 2-2E e 2-2F').

No final do inverno e início de primavera, foram observadas novas brotações, com surgimento de gemas indistintas. Estas gemas, encontradas em posição pseudoterminal e axilar, simultaneamente, diferenciaram-se em gemas vegetativas e gemas florais, sendo mais bem evidenciadas na primavera (Fig. 2-2E até 2-2F', 2-2M até 2-2Q e 2S). Entretanto, ao longo de todo ano foram registrados eventos de formação de gemas (acesso Mattos, tipo Brasil – Fig. 2-2A até 2-2O') e de floração (acesso Triumph, tipo Uruguai, no outono – Figura 2-2R).

Padrões de desenvolvimento de gemas nos ramos mostraram-se distintos em decorrência dos processos de manejos nos pomares e, por consequência, diferentes entre as árvores localizadas na condição tropical e subtropical. Na condição tropical, as podas e arqueamentos dos ramos principais (utilizados para interceptação de luz, aeração e manejo da cultura determinaram padrões de desenvolvimento de gemas diferente ao observado nas árvores em condições subtropicais.

*2a. Padrões de desenvolvimento de gemas em condições tropicais:*

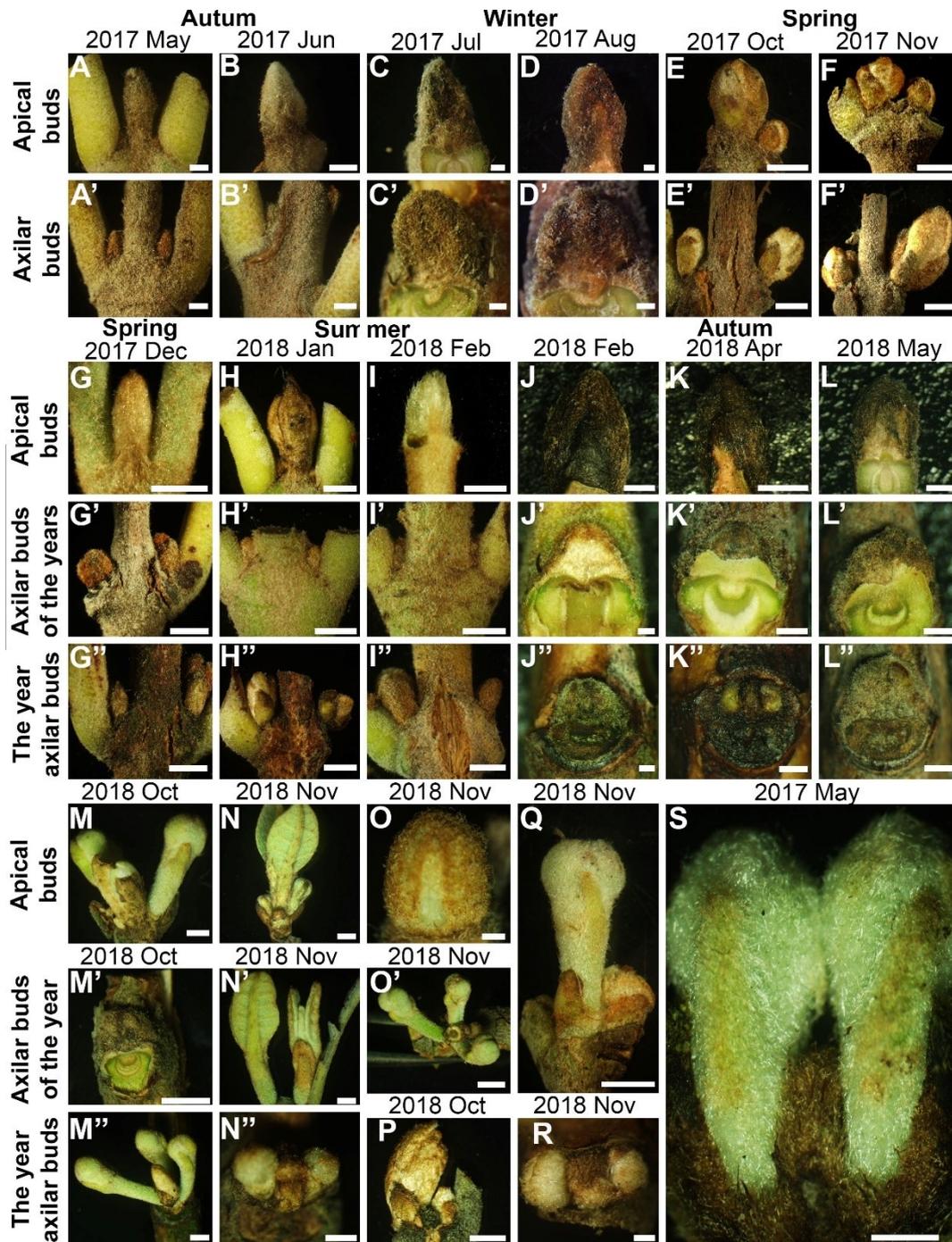
1. Gemas florais mostraram base comum com gemas vegetativas que originam novos ramos (Fig. 2-3A, A');
2. Gemas epicórmicas florais e vegetativas que cresceram ao longo de ramos que receberam arqueamento (Fig. 2-3B, B', C, C'); estas gemas florais produzem frutos; muitas vezes, o ramo arqueado estava destituído de folhas, mas estas estavam presentes nos novos ramos (Fig. 4A);
3. Gemas vegetativas, formando ramos novos, e gemas florais com inflorescências opostas no mesmo nó (Fig. 2-3D, D').

*2b. Padrões de desenvolvimento de gemas em condições subtropicais:*

1. Gemas florais pseudoterminais (Fig. 2-3E);
2. Gemas florais, em posição axilar; por vezes, na mesma axila origina-se também gema vegetativa, ocorrendo o desenvolvimento de novo ramo, (Fig. 2-3F-G);
3. Gemas florais, em posição axilar, mas independente do desenvolvimento de ramos de ano (Fig. 2-3H);
4. Gemas epicórmicas florais e vegetativas foram registradas em diferentes acessos e variedades (Fig. 2-4B-E), porém pouco comuns, decorrentes de podas e arqueamentos casuais/acidentais.

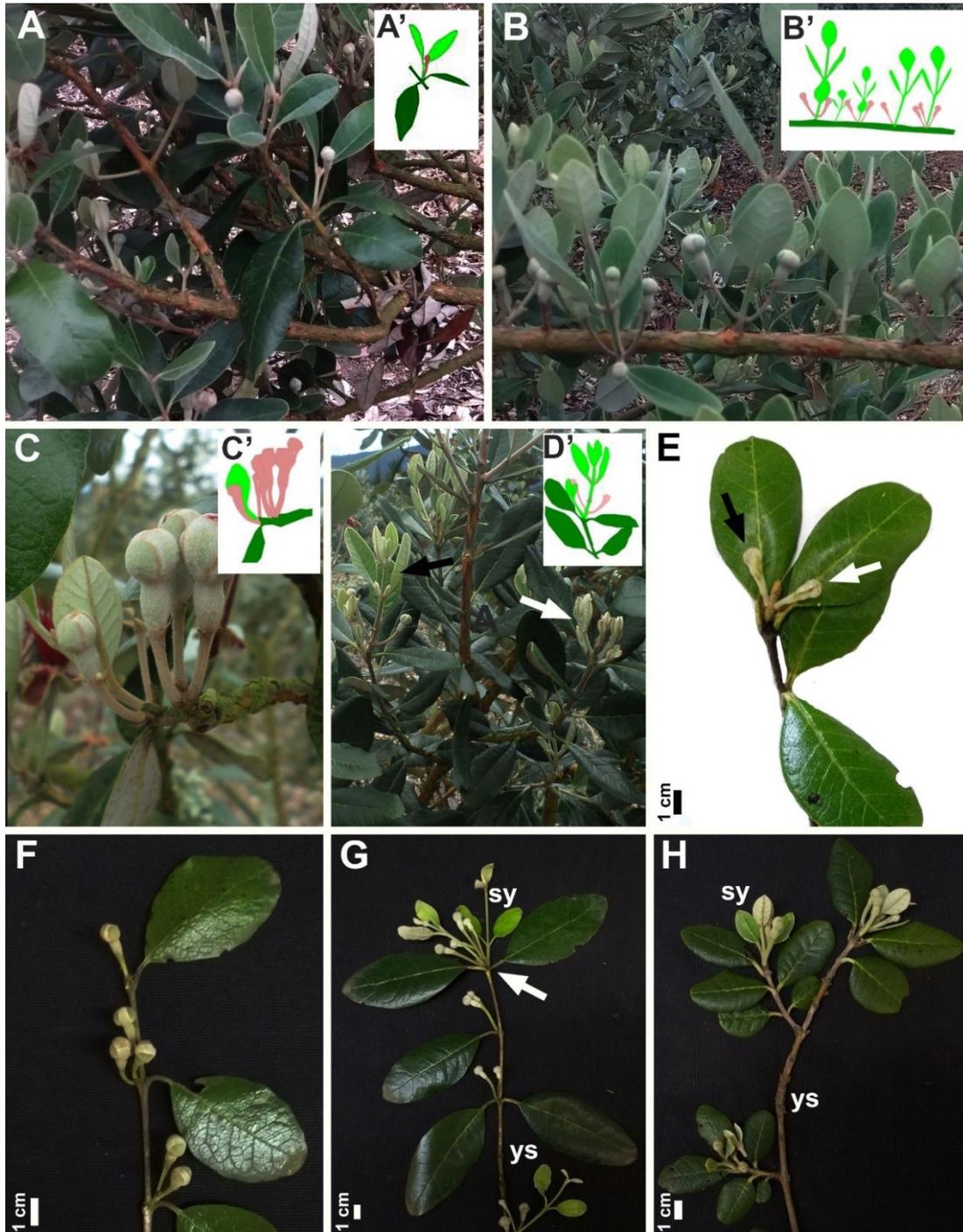
**Figura 0-2.** Gemas de *A. sellowiana* em condições subtropicais (São Joaquim, Santa Catarina, Sul do Brasil; Epagri – EESJ). A –O'. Gemas apicais e axilares do ano (formadas no ano da coleta) e de ano (formação iniciada no ano anterior), coletadas de maio de 2017 a novembro de 2018, abrangendo as quatro estações); acesso Mattos, Tipo Brasil P) Gemas pseudoterminais; acesso 14, tipo Brasil (outubro de 2018); Q) Gemas vegetativa terminal (direita) e pseudoterminal reprodutiva (esquerda); acesso 21, tipo Brasil (novembro de 2018); R) Gema vegetativa terminal no centro com gemas pseudoterminais reprodutivas

lateralmente; acesso Triumph, tipo Uruguai (maio de 2017); S) Gema vegetativa terminal, pouco desenvolvida, no centro entre duas gemas reprodutivas mais desenvolvidas; acesso Nonante, Tipo Brasil (novembro de 2018). Escala: A, A', B', J, K', K'', L', L'', L'', N'', S = 1 mm; B, E, E', F, F', G, G', G'', H, H', H'', I, I', I'', K, M, M', M'', N, N', O', P, Q = 2 mm; C, C', D, D'', J', J'', O, R = 500  $\mu$ m.



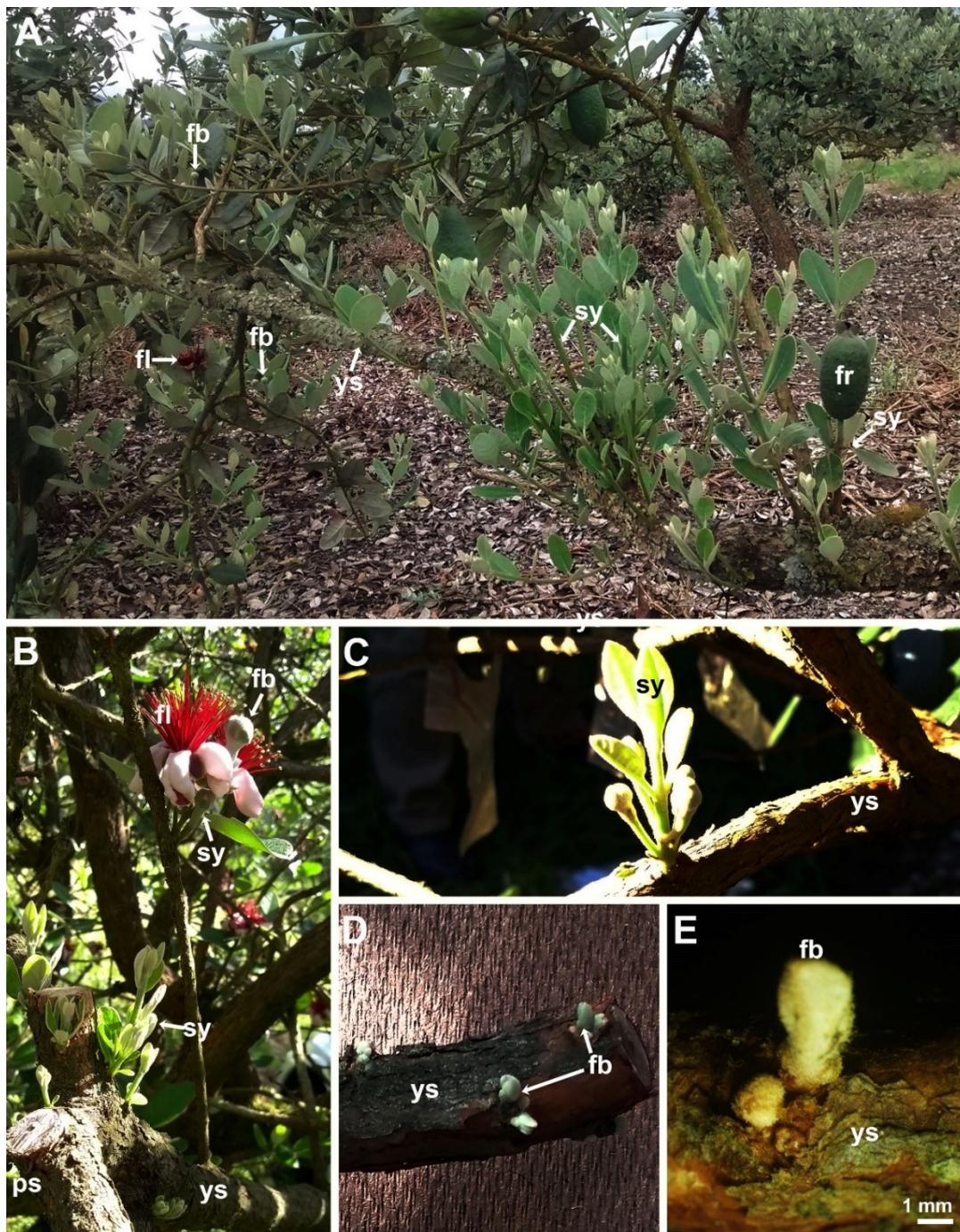
Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

**Figura 0-3.** Ramos de *Acca sellowiana* com botões florais. A-D) As amostras foram coletadas nas condições tropicais em Tenjo, Cundinamarca, Colômbia; acesso Quimba, tipo Uruguai, coletas em setembro e outubro de 2017. A'-D') Representações esquemáticas das imagens A -D. A, A') Gema floral e novo ramo floral (com duas folhas) originados na mesma axila foliar; B, B', C, C') Ramo arqueado com gemas epicórmicas florais e vegetativas de origem conjunta; D) Gemas florais e novos ramos em disposição oposta, originados em gemas axilares ramos do ano (formados no ano da coleta; seta preta) e em gemas axilares de ramos de ano (formados nos períodos de chuva do ano anterior; seta branca). E-H) As amostras do tipo Brasil foram coletadas em pomares de condição Subtropical, em São Joaquim, Santa Catarina, Brasil (outubro de 2018); E) Acesso Nonante, gemas florais pseudoterminais (seta preta) originadas em axilas de primórdios foliares da gema caulinar apical (seta branca); F-H) Caules com todas as gemas florais do tipo axilar; F) Acesso 7, gema caulinar apical (seta branca) degenerou e a gema floral ao lado originou-se na axila (à esquerda) de folha que caiu; G) Acesso 20, gemas florais e ramos do ano (*sy = stem of the year*) originados nas mesmas gemas axilares (seta branca); H) Acesso Mattos, gemas florais axilares e vegetativas do ano, desenvolvendo-se independente da continuidade de desenvolvimento do ramo de ano (*ys = year stem*).



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

**Figura 0-4.** Gemas florais epicórmicas (fb), novos caules (sy), flores (fl) e frutos (fr) originados de caules arqueados de *Acca sellowiana*, com dois ou mais anos (ys). A) Acesso Quimba, tipo Uruguai, outubro de 2017, condição tropical (Tenjo, Cundinamarca, Colômbia); B) Acesso Unique, tipo Uruguai, setembro de 2018; note caule submetido à poda (ps); C - E) Acesso Triumph, tipo Uruguai, coletados em outubro de 2018. B-E) Condição subtropical (São Joaquim, Santa Catarina, sul do Brasil; Epagri – EESJ).



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

### 3. Desenvolvimento morfohistológico das gemas

A análise histológica possibilitou definir a posição de origem caulinar das gemas reprodutivas de *A. sellowiana* dos tipos apical (terminal; Fig. 2-5), axilar (lateral; Fig. 2-6A-6E), pseudoterminal (Fig. 2-6F) e acessórias (Fig. 2-6G). Em vários dos genótipos estudados na condição subtropical, ao realizar as seções longitudinais das gemas apicais (terminais), constatou-se que na região apical central permaneceram apenas tecidos danificados, porém as gemas laterais desenvolveram-se e por isto denominadas de pseudoterminais (Fig. 2-6F). Nos tecidos danificados foi registrada a presença de insetos. Gemas acessórias (Fig. 2-6G) podem ser consideradas como um quarto tipo, ou como gemas axilares secundárias, pois desenvolveram-se lateralmente à primeira gema axilar formada (Fig. 2-6G). Gemas apicais, axilares, acessórias e pseudoterminais foram observadas em plantas nas duas condições.

O domo das gemas apresentou-se de forma plana (Fig. 2-5B, C, E, F – gemas apicais; Fig. 2-6A-C – gemas axilares) ou convexa (Fig. 2-5A, D, E, G – gemas apicais; Fig. 2-6D, E – gemas axilares). Uma tendência do formato plano no outono (Fig. 2-5B, 2-5C) e convexo na primavera (Fig. 2-5D) foi evidenciado. Porém, indícios de intensa atividade mitótica e zonação nos tecidos meristemáticos foram registrados em todas estações do ano (Fig. 2-5A, 2-6E – outono; Fig. 2-5B, 2-5F, 2-6A – inverno; Fig. 2-5D – primavera; Fig. 2-6F – verão). Em seções longitudinais das gemas foram evidenciadas as três camadas (C1, C2 e C3; Fig. 2-6E), com a túnica bisseriada e células iniciais do corpo. Indícios de divisões celulares anticliniais nas camadas da túnica e em diversos planos nas iniciais do corpo também foram observados nas análises microscópicas.

A protoderme (Fig. 2-6E) dos primórdios foliares, foi o primeiro tecido a diferenciar-se formando tricomas (Fig. 2-5C, 2-5F; 2-7A-F). Este tecido meristemático também contribui, juntamente com o meristema fundamental e o tecido provascular, para formação de coléteres (Fig. 2-7A). Entre os tricomas, foi registrada a presença de hifas (Fig. 2-7B) nos acessos Mattos (tipo Brasil) e Unique (tipo Uruguai), em várias épocas do ano.

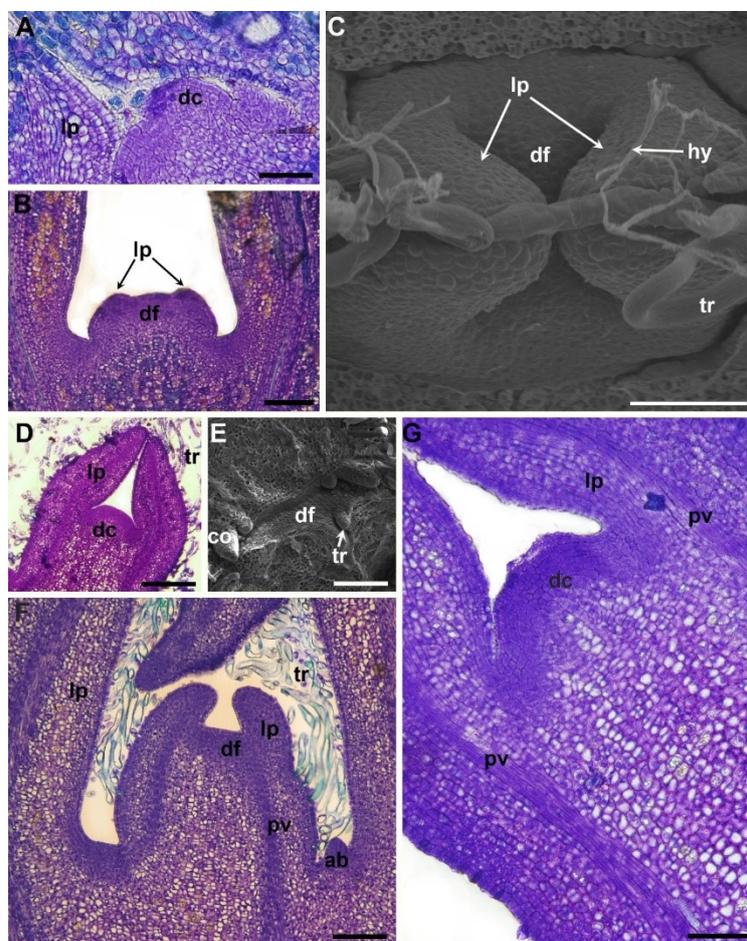
O meristema fundamental (Fig. 2-6E), no sentido basípeto da gema floral e nos primórdios das brácteas, diferenciou-se em parênquima, com muitas células contendo amido e outras com cristais (Fig. 2-7C, 2-7D). A Espectrometria por Dispersão de Energia (EDS) revelou que estes cristais contêm Cálcio (Fig. 2-7F), indicando que são constituídos de Oxalato de Cálcio. No mesofilo dos primórdios das brácteas, o meristema fundamental também originou cavidades secretoras que se mostraram constituídas por células secretoras que circundam uma cavidade (Fig. 2-8A-C) para acúmulo de secreção. em grande quantidade em amostras da condição subtropical, A presença de amido, cristais e cavidades secretoras

foi observada em regiões mais diferenciadas das gemas, em amostras de todas as estações do ano. Os cristais foram mais frequentes nas amostras da condição subtropical do que na condição tropical, assim como predominaram no outono/inverno em relação à primavera/verão. As cavidades secretoras foram observadas com maior ocorrência em amostras da condição subtropical. O tecido provascular dá sequência ao processo de diferenciação no sentido basípeto, sendo mais bem evidenciado na região basal da gema (Fig. 2-8 A, B, D).

O processo de diferenciação floral ocorreu com o aparecimento gradual das peças florais (Fig. 2-8 e 2-9). Protuberâncias laterais ao domo deram origem a formação dos primórdios foliares (Fig. 2-5, 2-6 e 2-8E), os quais diferenciaram-se em folhas especializadas em proteção e em reprodução. Nas fases iniciais do desenvolvimento do botão floral surgiram as brácteas, sépalas e pétalas, ou seja, as peças florais estéreis para a proteção das estruturas reprodutivas (Fig. 2-9A). As brácteas foram as primeiras estruturas a diferenciar-se mostrando grande quantidade de tricomas na superfície externa (face abaxial; Fig. 2-8A, 2-8O, 2-9A). A seguir surgiram as sépalas (Fig. 2-6E, 2-8A, 2-8B), com face interna côncava/lisa/glabra e a face externa convexa/pilosa (adaxial; Fig. 2-8F, G, H, 2-9B). Na sequência do desenvolvimento do botão floral, interno às sépalas, os primórdios originaram as pétalas que se mostraram glabras em ambas as faces (Fig. 2-8I, J, 2-9C), exceto na base onde ocorrem os tricomas que integram o hipanto. As sépalas, pétalas e estames são unidas em base pilosa (Fig. 2-8J), formando um anel que constitui o hipanto. Nas pétalas foram registradas elevações na superfície externa (abaxial; Fig. 2-8K), com poros no ápice, correspondendo a presença interna das cavidades secretoras. Assim, quando as estruturas estéreis já se encontravam desenvolvidas o suficiente para proteger as os órgãos reprodutivos, iniciou-se o desenvolvimento dos estames (Fig. 2-8M). Através de multiplicação celular e diferenciação morfohistológica surgiram estruturas eretas (Fig. 2-8M), que se alongaram e, posteriormente, exibiram ápice curvo (Fig. 2-8N). A estrutura alongada, correspondendo ao filete (Fig. 2-8O, 2-8P), nas fases iniciais já mostrou presença de linha provascular única, não ramificada (Fig. 2-8N). Os ápices destas estruturas, após sucessivas transformações morfológicas e cito-histológicas originaram as anteras (Fig. 2-8O, 2-8P, 2-9D-F). O pistilo foi a última estrutura a desenvolver, situada no centro do botão floral (Fig. 2-8P, 2-9D, 2-9E). O estigma mostra superfície com papilas, abertura central contornadas por reentrâncias que indicam tratar-se de estrutura tetracarpelar (Fig. 2-8I). O estilete mostrou inicialmente ereto (Fig. 2-8O), ao prosseguir o desenvolvimento na pré-antese, tornou-se curvo (Fig. 2-9E, 2-9F), pois as brácteas, as sépalas e as pétalas (Fig. 2-9D) impedem alongar-se, entretanto

na pós-antese retorna a posição ereta (Fig. 2-9G, 2-9H). O ovário é ínfero (Fig. 2-8O; 2-9I), com placentação axial (Fig. 2-8Q). A Fig. 2-9J apresenta a morfologia externa do botão floral em desenvolvimento até a antese com a maturação completa dos órgãos reprodutivos da flor.

**Figura 0-5.** Gemas apicais (terminais) em ramos de *Acca sellowiana*. A) Acesso Triumph, Tipo Uruguai (maio de 2017); com indícios de intensa atividade mitótica e zonação meristemática no domo apical convexo (dc); B,C) Acesso Mattos, Tipo Brasil (junho e maio de 2017, respectivamente); gema com domo apical plano (df = apical dome flat) entre duas saliências correspondendo ao início da formação primórdios foliares (lp) ; C) Note presenças de hifas (hy); D, E) Acesso Unique, Tipo Uruguai (novembro de 2017 e março de 2018, respectivamente); tr=tricoma; co= coleter; F, G) Acesso Quimba, Tipo Uruguai (agosto de 2017); gema axilar (ab) e tecido provascular (pv) . A-E) Condição subtropical, em São Joaquim, Santa Catarina. Epagri – EESJ; F-G) Condição tropical, em Tenjo, Cundinamarca, Colômbia. A, B , D, F, G) Fotomicrografia e uso de azul de toluidina; C, E) Eletromicrografia. Escalas: A, C, E, F) 50  $\mu$ m; B, G) 100  $\mu$ m; D) 200  $\mu$ m.



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

*4. Caracterização dos estádios de gênese do botão floral até flor*

Com base nas análises micromorfológicas foram caracterizadas as cinco fases vegetativas (Tabela 2-2) e oito fases reprodutivas (Tabela 2-3).

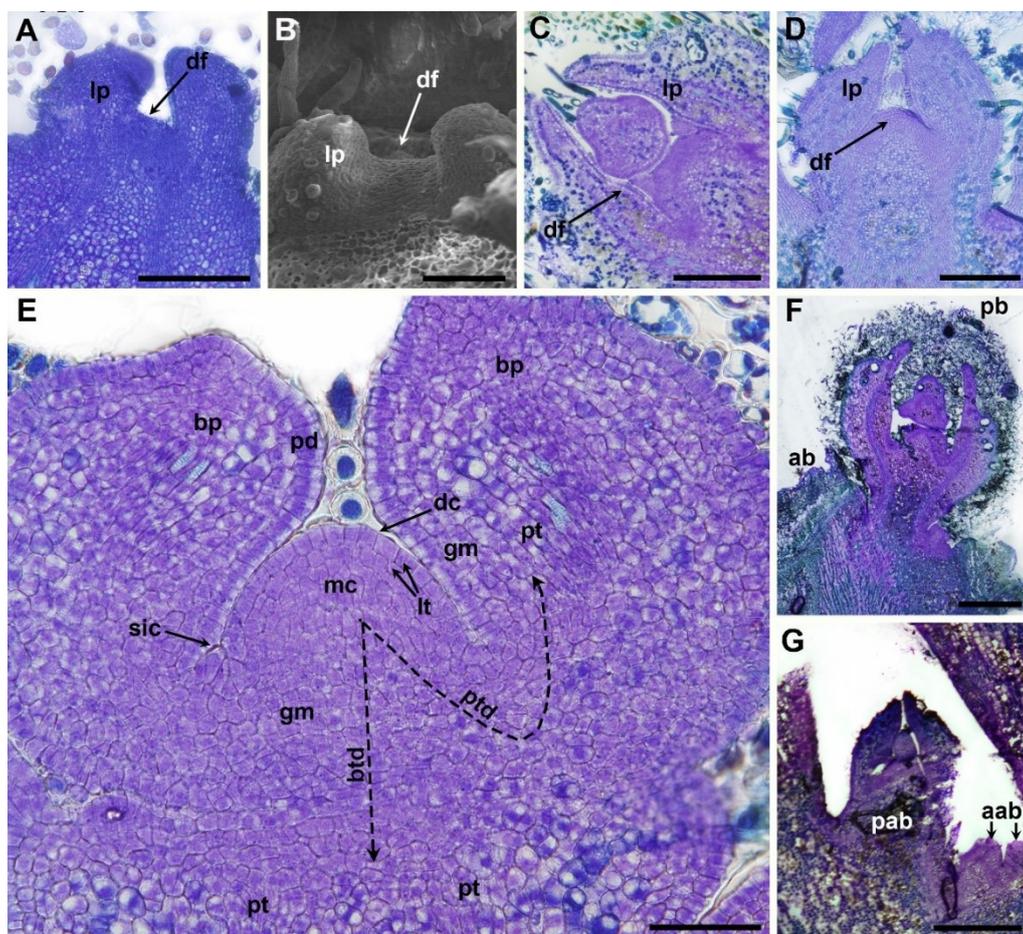
**Tabela 0-2.** Estádios de desenvolvimento vegetativo de *A. sellowiana*, Tipos Brasil e Uruguai em condições tropicais e subtropicais

Código	Estádio de desenvolvimento	Apical terminal	Axilar/acessória pseudoterminal
1-1	Intensa atividade mitótica no ápice caulinar formando o domo	Fig. 2-5A	Fig. 2-6A
1-2	A atividade mitótica em dois pontos laterais ao domo gera protuberâncias	Fig. 2-5B	Fig. 2-6A
1-3	As protuberâncias originam os primórdios foliares laterais ao domo plano	Fig. 2-5C e 2-5F	Fig. 2-6C e 2-6E
1-4	A atividade meristemática determina a elevação do domo que se torna convexo e dois primórdios foliares iniciais. Morfohistologicamente indistinto quanto a formação de ramo ou flor.	Fig. 2-5D, e 2-5G	Fig. 2-6D e 2-6E
1-5	Os primórdios foliares seguem o desenvolvimento e diferenciação dos tecidos e forma-se novo ramo com folhas para assimilação	Fig. 2-3D, D'	Fig. 2-3A, A' e B, B'

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

**Figura 0-6.** Gemas axilares de *Acca sellowiana* com domo entre dois primórdios foliares (lp) precursores das brácteas. A) Acesso Quimba, Tipo Uruguai (agosto de 2017), condições tropicais (Sabaneta, Cundinamarca, Colômbia); B) Acesso Unique, Tipo Uruguai (setembro de 2017); C) acesso 14, Tipo Brasil (agosto de 2017); D, E) Acesso Triumph, Tipo Uruguai (maio de 2017); F) Acesso Mattos, Tipo Brasil (fevereiro de 2018); G) Acesso 21, Tipo Brasil (dezembro de 2018); B-G) Condições subtropicais (São Joaquim, Santa Catarina, Brasil; Epagri – EESJ). A, C-G) Fotomicrografias de secções longitudinais coradas com azul de toluidina; B) A-C) Domo plano (df); D-E) Domo convexo (dc); E) Domo com dupla camada de túnica (lt) e células mãe (mc); a diferenciação dos tecidos segue no sentido basípeta (btd) para alongar o botão floral e no sentido do primórdio (ptd); camada mais externa da túnica originou a protoderme (pd) do primórdio da bráctea (bp); as células mãe originaram o meristema fundamental (gm) e o tecido provascular (pt) que originou o xilema (xy) e floema (ph); note a célula inicial (sic) que origina sépala e não gema axilar no botão floral; F) Gema

pseudoterminal (pb); gema apical (ab) totalmente danificada; G) Observe gemas axilares acessórias (aab), em fase inicial de desenvolvimento, ao lado da gema axilar primária (pab). Escalas A) 100  $\mu$ m; B, E) 50  $\mu$ m; C, D) 200  $\mu$ m; F, G) 500  $\mu$ m



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

Tabela 0-3. Estádios de desenvolvimento reprodutivo de *A. sellowiana*, Tipos Brasil e Uruguaí, em condições tropicais e subtropicais.

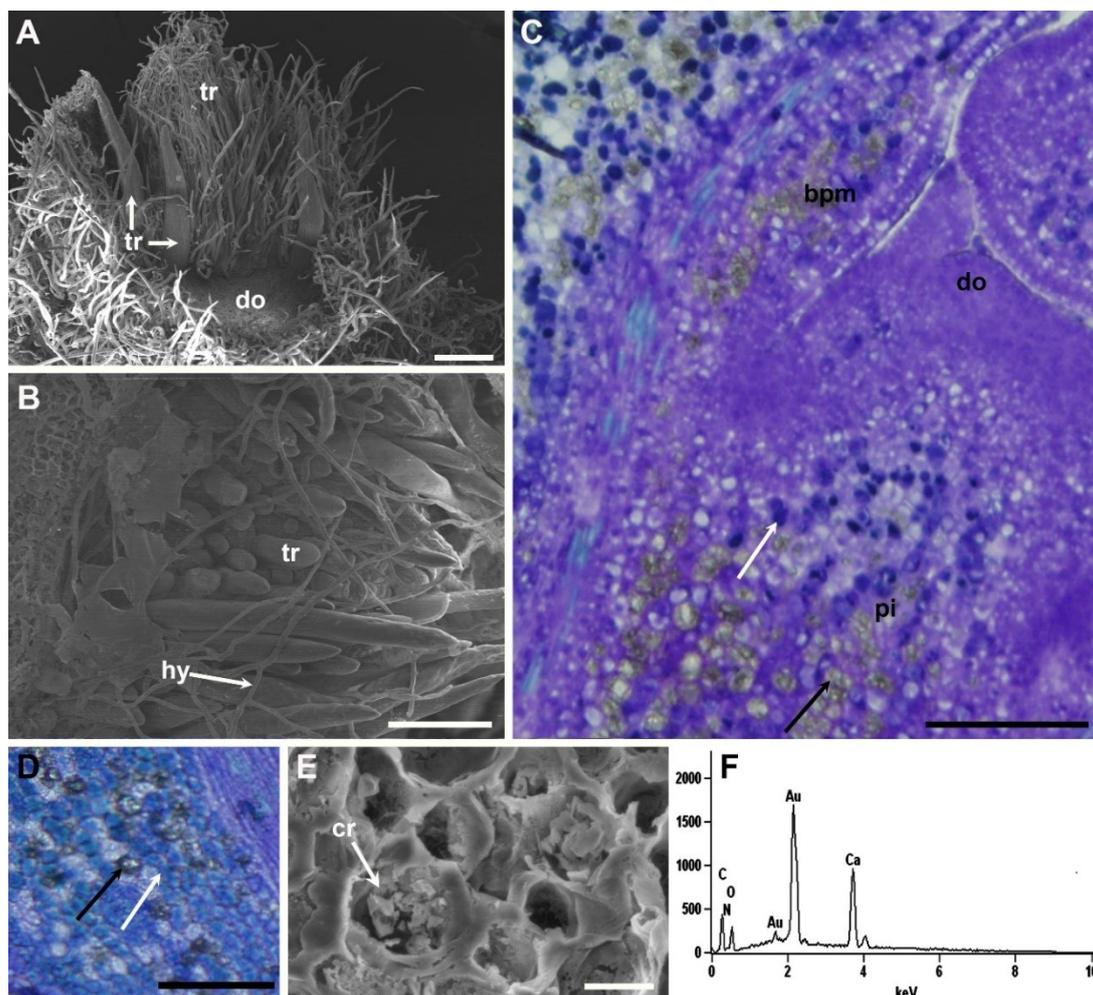
Código	Estádio de desenvolvimento	Observada em
1-4	Domo em forma de cúpula e primórdios foliares em desenvolvimento. Morfohistologicamente indistinto quanto a formação de ramo ou flor.	Fig. 2-5D, 2-5H e 2-6D, 2-6E
2-1	Indícios de formação de estruturas florais	Fig. 2-6E
2-2	Formação de primórdio de sépalas	Fig. 2-8B
2-3	Formação do primórdio de pétalas	Fig. 2-8C, 2-8D e 2-8F
2-4	Iniciação dos filetes	Fig. 2-8G

2-5	Primórdio de filete com uma linha de tecido provascular) e início de formação das anteras	Fig. 2-8H
2-6	Estames ainda imaturos, mas com filetes e anteras definidos circundando o gineceu em desenvolvimento. Tricomas na base do hipanto, especialmente na base do estilo.	Fig. 2-8 K, L e 2-8M
2-7	Botão floral e final da pré-antese com a maturação final dos órgãos reprodutores, androceu (alongamento dos filetes e maturação das anteras) e gineceu (alongamento do estilete e maturação do estigma e ovário).	Fig. 2-8O e 2-9A, 2-9D e 2-9J (nesta só as duas primeiras imagens)
2-8	Antese	Fig. 2-9G, 2-9H, 2-9J (nesta só as duas últimas imagens)

---

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

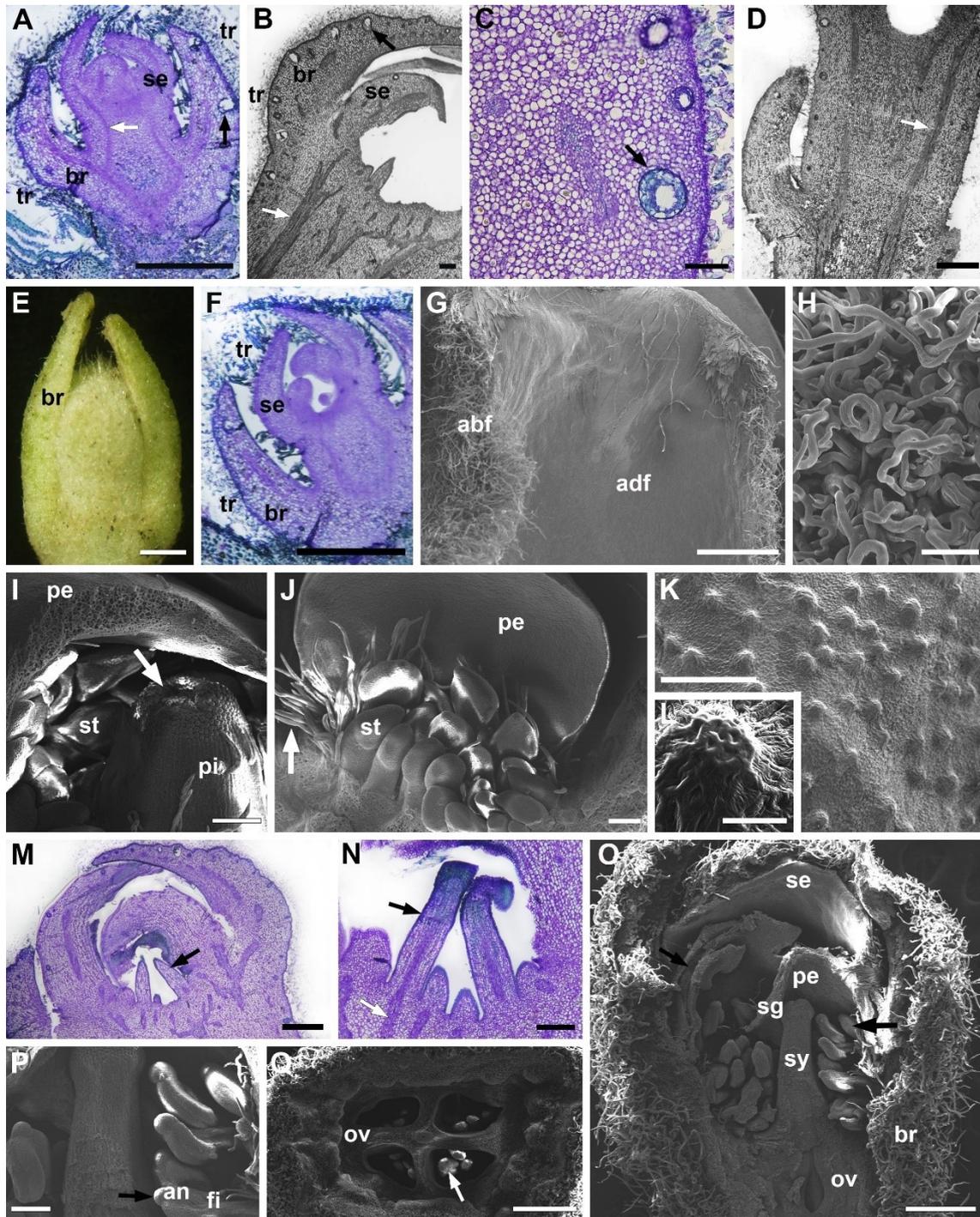
**Figura 0-7.** Gemas florais de *Acca sellowiana* de pomares em condições subtropicais (São Joaquim, Santa Catarina, Brasil. Epagri – EESJ). A) Eletromicrografia da superfície apical da gema (acesso Mattos, tipo Brasil; março de 2018); foi retirado um primórdio foliar para visualização da superfície do domo (do) protegido por tricomas (tr) e coléteres (co); B) Eletromicrografia com detalhe de tricomas que envolvem o ápice da gema floral intercalados por hifas (hy) (acesso Unique, tipo Uruguai; janeiro de 2018). C) Parênquima da medula (pi = pith) na base de gema floral e no mesofilo do primórdio de bráctea (bpm = bract primordia mesophyll) com cristais (seta preta) e amido (seta branca) (acesso 14, tipo Brasil; agosto de 2017); D) Parênquima no mesofilo do primórdio de bráctea (bpm = bract primordia mesophyll) com cristais (seta preta) e amido (seta branca) (acesso Triumph, tipo Uruguai; maio de 2017); E-F) Análise microquímica da constituição dos cristais presente em células parenquimáticas de gemas florais; Imagem das células com cristais (cr) e espectro revelando a predominância de Cálcio (Ca) na constituição; análise de raios-X (EDS), sistema de espectrometria por dispersão de energia de raios-X em microscopia eletrônica de varredura (EDX-SEM/LCME-UFSC). Escalas: A=200µm; B=50µm; C, D = 100µm; E=10µm.



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

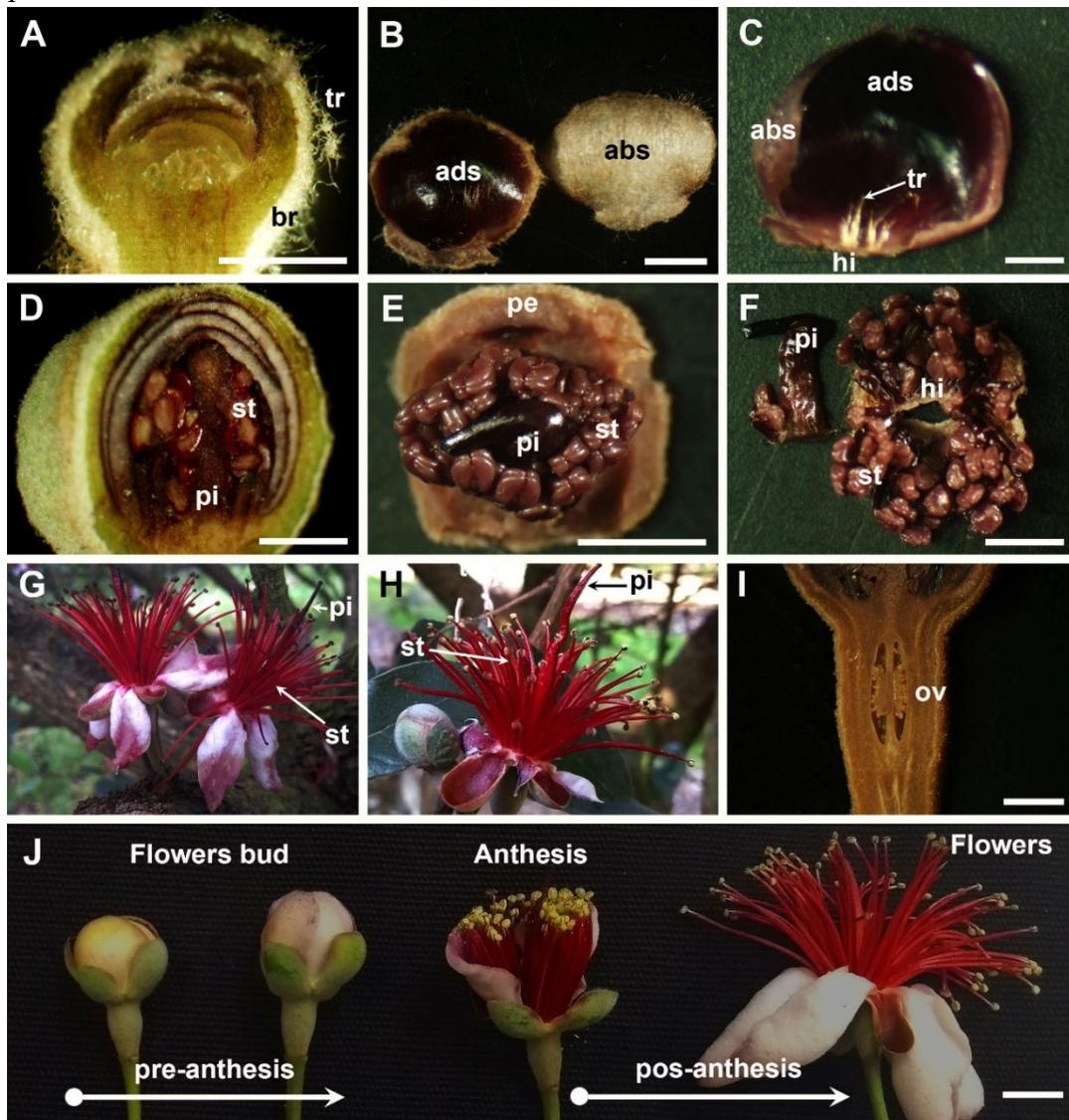
**Figura 0-8.** Gemas florais de *Acca sellowiana*, em diferentes fases do desenvolvimento, constituindo botões florais. A-F, I-J, M-P) sob condições subtropicais (São Joaquim, Santa Catarina, Sul do Brasil. Epagri – EESJ); G-H, K-L, Q) sob condições tropicais (Tenjo, Cundinamarca, Colômbia). A, F) acesso Triumph, tipo Uruguai (maio de 2017); C, D) acesso 21, tipo Brasil (C- setembro de 2018, D-setembro de 2017); B, M, N) acesso Mattos, tipo Brasil (B- setembro de 2018, M-N-setembro de 2017); E, I, J) acesso Unique, tipo Uruguai (setembro de 2018). A, B, D, F, M, N) Fotomicrografias de secções longitudinais; C) Secção transversal; A, C, F, M, N) lâminas coradas azul de toluidina; E) Imagem em microscópio estereoscópico; G-K, O-Q) Eletromicrografias; A, B, D) Tecido provascular (setas brancas) mais desenvolvido no sentido da base da gema; A, B, C) Cavidades secretoras (seta preta) próximas à periferia da bráctea em diferenciação; F) brácteas (br) e sépalas (se) com tricomas (tr) na face abaxial G) Sépalas, no estágio 3, com face adaxial (adf) glabra e face abaxial (abf) pilosa; H) detalhe dos tricomas da face externa da sépala; I) No ápice do pistilo (pi), o estigma papiloso mostra evidências da união dos 4 carpelos do pistilo (seta branca); J) Estames (st) contornam o pistilo (cabeça de seta); seta branca indica tricomas do hipanto; K, L) Pétala de gema floral no estágio 4; K) Superfície abaxial da pétala com elevações (detalhe em L), correspondendo às cavidades secretoras internas; M-P) Botões florais com sucessivas fases

de desenvolvimento dos estames (setas pretas): M) início do desenvolvimento, N) ápice iniciando formação de antera (an) e presença de tecido provascular não-ramificado (seta branca), O) Botão floral em preantese, com pistilo (pi) constituído por ovário (ov), estilo (sy) e estigma (sg), porém estruturas protetoras impedindo alongamento; P) Detalhe dos estames com antera (an) e filete (fi) já diferenciados; Q) Botão floral (estádio 4), em secção transversal com partes estéreis envolvendo o ovário tetracarpelar; seta indica óvulos no interior do lóculo. Escalas: A, D, F, K, M, O, Q = 500 $\mu$ m; B, L = 200 $\mu$ m; C, I, J, P = 100 $\mu$ m; H, L = 50 $\mu$ m; E, G = 1  $\mu$ m.



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

**Figura 0-9.** Botões florais em fases de maturação e flores de *Acca sellowiana* do tipo Uruguai: A, D, G, H, J) Acesso Triumph, coleta na condição subtropical (São Joaquim, Santa Catarina, Sul do Brasil. Epagri – EESJ), em junho (A) e setembro (D) de 2017 e novembro de 2018 (G, H, J); B, C, E, F, I) Acesso Quimba, coleta na condição tropical (Tenjo, Cundinamarca, Colômbia), em outubro de 2017. A) Botão floral com brácteas (br) revestida por tricomas (tr) e, mais internamente com sépalas e pétalas em desenvolvimento; B) Sépalas mostrando face interna côncava/brilhante/glabra (face adaxial; ads) e face externa convexa/pilosa (face abaxial; abs); C) Pétala com ambas faces glabras, mas com tricomas longos na base que integra o hipanto (hy); D) Botão floral Com estruturas reprodutivas, estames (st) e pistilo (pi), em desenvolvimento e protegidos por pétalas, sépalas e brácteas; E) Estruturas internas do botão floral em formação com parte superior das pétalas seccionadas (pe) mostrando estames circundando o pistilo curvo; F) Detalhe do pistilo curvo e dos estames com base dos filetes unidos no hipanto; G-H) Flores originadas em ramos submetidos à poda; pistilo alongado, deixando estigma acima do nível das anteras. I) Detalhe da região basal de botão floral com ovário (ov) ínfero e com placentação axial. J) Fases do desenvolvimento floral, de botão até pós-antese. Escala: A= 0.5mm; B-I= 2mm; J=1cm



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

## DISCUSSÃO

### 1. Condição Climática

O sucesso para obter rendimentos de frutos depende em grande parte que as condições dos fatores ambientais supram os requerimentos que a planta precisa para crescer e desenvolver (FISCHER et al., 2016). Dentre os fatores climáticos, a influência da estação chuvosa e as variações de temperatura estão relacionados à sinalização da floração na *A. sellowiana* (RAMIREZ e KALLARACKAL, 2017; 2018).

Nas condições tropicais, a floração é um processo contínuo; este evento pode ocorrer duas vezes no ano ou ser um processo contínuo dependendo da cultivar. Na Colômbia, é reportado, para a *A. sellowiana*, que as precipitações ideais estão entre 700 e 1200 mm anuais, mas que a cultura tolera até 2000 mm anuais (PACHON e QUINTERO, 2002). Na Nova Zelândia, na maioria dos locais não é necessária a irrigação devido à precipitação que supre as necessidades hídricas do cultivo da feijoa (THORP e BIELESKI, 2002). Nos três locais avaliados, as precipitações são adequadas para o cultivo da feijoa. Em Tenjo não foram obtidos os dados de precipitação do ano de 2017, mas ocorreu atraso nas chuvas do segundo semestre do ano (Omar Camilo Quintero, Comunicação pessoal), como também houve secas em outros lugares do mundo (ONU, 2018). Em Sabaneta (La Vega), o mês de agosto caracteriza-se por ser um mês com baixa precipitação, o que de fato ocorreu em 2017, pois nos últimos 21 dias do mês não foi registrada precipitação. Tanto nos meses subsequentes, como em 2018 houve aumento nas precipitações, período que coincide com o fenômeno de La Niña (NOAA, 2020). Estudos prévios, em condições tropicais, mostraram que houve maior abundância de botões florais nos períodos mais secos, sugerindo que o estresse hídrico seja um fator para a indução floral (PARRA-CORONADO et al., 2015a; PARRA-CORONADO et al., 2015b); contudo, há outros fatores endógenos a serem estudados como a idade da folha (RAMIREZ e KALLARACKAL, 2018).

Para a condição subtropical, os dados de precipitação relativos ao local de coleta de goiabeira- serrana, no sul do Brasil, revelaram que o clima é temperado úmido, sem estação seca e com verão fresco. Foi constatado que não há uma regularidade com relação as precipitações/meses do ano, nem mesmo considerando as estações. Durante o tempo de avaliação em campo, a precipitação acumulada do outono de 2017 (maio e junho - 502 mm) foi bem mais elevada quando comparada com o outono de 2018 (abril, maio e junho - 297 mm). No período de inverno-primavera ocorreu muita variação no acúmulo de precipitação entre os meses em 2017, porém no ano seguinte verificou-se maior homogeneidade nos

índices mensais. Parra-Coronado et al. (2015b) destacam que o estresse hídrico poderia ter um papel-chave para a indução de botões florais, porém Ramírez e Kallarackal (2018) observaram que a precipitação está relacionada mais com o crescimento de folhas e ramos do que com as flores, sugerindo que é a idade da folha e do ramo são os fatores determinantes para a indução floral. As precipitações, nas condições subtropicais, encontraram-se ligeiramente acima da média registrada como precipitação ideal para *A. sellowiana*, mas dentro do que a planta tolera.

Em outras frutíferas são observadas tendências diferentes com relação ao fornecimento de água e a resposta de floração. Em *Citrus sinensis* cv Pêra Rio, a indução e evocação floral são eventos muito dependentes da precipitação (PEREIRA et al., 2003). Nas cvs. Hongdeng e Van de cerejeira (*Prunus avium* L.) cultivada na China, a diferenciação das gemas foi mais afetada quando sobreposta com a brotação vegetativa nas condições subtropicais sob altas precipitações, embora tenha ocorrido um aumento no número de flores anormais nas duas cultivares, enquanto nas condições temperadas, a menor precipitação total acelerou a diferenciação floral (LI et al., 2010). Em macieira, o déficit de água afetou a qualidade das gemas florais, mas a combinação de defoliação e posterior irrigação favoreceu mais uma floração no ano (HANKE et al., 2007). Em condições tropicais, a precipitação pode atuar indiretamente, diminuindo a temperatura, o que contribui para a saída da dormência, para que as gemas floríferas, em plantas perenes, que iniciaram seus estágios de diferenciação concluam o processo, dando assim sincronia à antese (OPLER et al., 1976). Em manga (*Mangifera indica*) cv. Tommy Atkins, durante as temperaturas indutivas e leve estresse hídrico, houve uma antecipação do crescimento das gemas floríferas já diferenciadas (NUÑEZ-ELISEA; DAVENPORT, 1995). Davenport (2007) também esclareceu que, por meio das chuvas, todas as raízes têm um abastecimento de água que permite o transporte dos hormônios produzidos na raiz para a parte aérea das árvores.

Para a maioria das frutíferas, um aumento nas temperaturas poderia diminuir o tempo das fases fenológicas, mas também poderia reduzir o tamanho dos frutos e o rendimento (FISCHER et al., 2016). *Acca sellowiana* ajusta sua fisiologia às estações, quando se encontra em regiões de clima subtropical ou temperado, brotando quando há aumento das temperaturas na primavera (FISCHER, 2003). Os fatores climáticos podem provocar respostas na planta, como por exemplo em cerejeira doce (*Prunus avium* L.), a precipitação abundante e as altas temperaturas provocaram crescimento mais vigoroso, atraso na diferenciação dos botões florais e malformação do pistilo (LI et al., 2010). Por outro lado, em lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) em Israel (clima varia de temperado a tropical), baixas temperaturas, no outono,

simultaneamente a estresses hídricos promoveram a floração e aumentaram a produtividade (STERN et al., 1993).

Na Colômbia, condição tropical, a média das temperaturas máximas foi de 18,7°C, com máximas de agosto a outubro, meses em que as coletas foram realizadas; as médias de temperatura mínimas foram de 11,5°C, com mínimas em janeiro e agosto a outubro. Na condição subtropical, sul do Brasil, as maiores médias mensais de temperaturas máximas, nos anos de coleta, ocorreram em dezembro (22,6°C em 2017 e 23°C em 2018); as médias das temperaturas mínimas mais baixas foram registradas no inverno (registradas no outono, em maio e junho (8,6 e 7,3°C, respectivamente), e no inverno (6,6°C em julho/2017 e 5,5°C em agosto/2018).

Temperaturas máximas altas podem afetar o desenvolvimento floral de damasco (*Prunus armeniaca* L.). Esta conclusão foi feita por Rodrigo e Herrero (2002) após constatarem que o aumento de três graus na temperatura máxima acelerou a antese, mas afetou o desenvolvimento do pistilo, resultando no menor peso dos botões florais e, posteriormente, diminuição no *fruit set*. Segundo dados da ONU (2018), o ano de 2017 foi o ano mais quente registrado na história, na ausência do fenômeno do El Niño, o qual teve influência nas condições das avaliações deste trabalho. O aumento das temperaturas tem sido mais estudado em espécies frutíferas quando realizados posteriormente à antese, revelando efeitos no desenvolvimento do tubo polínico e na duração do óvulo (CARPENEDO et al., 2019; YANG et al., 2019). Em *A. sellowiana*, embora há poucos estudos sob altas temperaturas, Ramirez e Kallarackal (2017) destacam que a maioria dos estudos revisados foram feitos com temperaturas de até 25°C; porém aqueles que testaram temperaturas próximas a 30°C constataram diminuição da polinização. Temperaturas médias elevadas, como as registradas no outono de 2017 (17,8°C em maio), podem acelerar os processos devido ao maior acúmulo de graus dia e, por isso, pode ter causado a floração da cultivar Triumph (*A. sellowiana*) durante todo o ano nas condições Subtropicais de São Joaquim, inclusive nos meses de inverno, como constatado no presente estudo. Por isso é necessário realizar estudos visando avaliar como o aumento das temperaturas pode afetar o desenvolvimento de botões florais, a antese, a polinização e a frutificação efetiva em *A. sellowiana*.

Com relação às temperaturas mínimas, nas condições tropicais, 2,89°C é a temperatura base para que a gema floral desenvolva e chegue a antese (PARRA-CORONADO et al., 2015). No presente estudo, os meses que registraram temperaturas acima deste valor, aponta para um acúmulo de graus/dia na maturação dos botões florais. Para *A. sellowiana*, nas condições subtropicais, a temperatura base desde gema até início até a antese foi de

7,96°C. (SÁNCHEZ-MORA, 2019), o que indicaria que no período avaliado neste estudo, 2017 e 2018, houve acúmulo de graus dia, pois as gemas surgem em setembro e antese ocorre em novembro, quando as menores temperaturas médias registradas foram de 9,6°C.

Existem duas abordagens para discutir a associação entre temperaturas mínimas e os estádios pré-antese: a primeira, quais temperaturas poderiam induzir floração e a segunda, quais as temperaturas que poderiam afetar negativamente a formação dos gametófitos, e sua influência tanto em condições tropicais quanto subtropicais.

Na indução floral em manga, cultivadas em condições subtropicais nos Estados Unidos e no Japão, as temperaturas baixas de 15°C foram essenciais para a indução e que poderia ser favorecida por estresse hídrico, não sendo este último o gatilho para induzir a formação de botões florais, mas sim um fator que favoreceu a antecipação da floração nesta espécie (NÚÑEZ-ELISEA e DAVENPORT, 1995; NAKAGAWA et al., 2012). Diferentemente das condições tropicais de baixa altitude, como na Colômbia, os fatores que induzem a floração em manga foram a idade do ramo, repouso de seis meses e a interação entre as chuvas e as épocas de seca (RAMIREZ et al., 2014). Por outro lado, temperaturas baixas durante a formação dos gametófitos podem afetar a sincronia entre a interação do pólen e o pistilo, como em abacate (*Persea americana*) (SEDGLEY, 1977), seja pelo atraso no desenvolvimento dos tecidos pistilares (estigma, estilo e ovário), encurtamento do estilo, redução da receptividade do estigma e diminuição da viabilidade do pólen, em manga (SUKHVIBUL et al., 1999). Considera-se assim importante, futuros estudos que permitam identificar quais temperaturas constituem risco para a formação dos gametas masculinos e femininos, para a *A. sellowiana*.

Nas condições subtropicais, em todos os meses podem ocorrer eventos de geada, os quais são mais críticos para os botões florais, causando a queda e o abortamento dos frutos se ainda forem pouco desenvolvidos (FISCHER, 2003). Segundo Parra-Coronado et al. (2015), os brotos novos, os botões florais e os frutos pequenos de *A. sellowiana* são susceptíveis às geadas, caso as temperaturas sejam menores que a temperatura base (3,04°C). Em São Joaquim, local de coleta do material deste estudo, na primavera de 2017, foram registrados 11 dias de geada em novembro, entretanto não foram observados indícios de danos às plantas adultas e aos botões florais que devem ter sido protegidos pela presença dos tricomas na face externa das brácteas.

Vários fatores climáticos em interação favorecem o desenvolvimento da *A. sellowiana* entre os quais se destacam a plena luz, fornecimento adequado de água e temperaturas entre 13 e 21°C para as condições tropicais, sendo a *A. sellowiana* altamente

susceptível na ausência destas condições (FISHER, 2003). O ano de 2017 apresentou altas temperaturas e a baixa precipitação registrada em La Vega afetou os rendimentos obtidos (OMAR CAMILO QUINTERO, comunicação pessoal, AGRONET 2020). Nas condições subtropicais, a radiação em si não é uma limitante e sim a falta de manejo das árvores que impede a entrada de luz no interior das árvores, fazendo com que a planta dirija suas flores para as partes da copa que recebem maior radiação. Assim, destaca-se a relevância do arqueamento e poda como vantagem para o aproveitamento de áreas da árvore mais próximas ao tronco central que facilitem a colheita e o manejo. Entretanto, antes da adoção de manejos em *A. sellowiana* cultivada em pomares sob condição subtropical, como realizado em condição tropical, avaliações quanto às respostas fisiológicas são necessárias. Diversas cultivares de clima tropical, entre as quais manga, citrus, abacate e lichia quando também manejadas em climas subtropical e temperadas têm mostrado respostas positivas à poda (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010; THAKRE et al., 2016), enquanto procedimentos com arqueamento em macieira e videira tem apresentado respostas distintas que dependem de outras condições do local (ZHANG et al., 2017).

## **2. Origem e tipos de gemas nos caules**

Gemas florais distinguem-se das vegetativas devido às alterações morfo-histológicas provocadas por numerosas divisões e diferenciações celulares a partir dos tecidos meristemáticos originando órgãos florais e não caule com folhas fotossintetizantes. Uma hipótese que se levanta é a possibilidade de as gemas reprodutivas diferenciarem-se antes do que a gema vegetativa prossiga seu desenvolvimento. Isso pode ser ocasionado por sinalizações, cujos genes que regulam o desenvolvimento floral podem estar codificando fatores de transcrição (proteínas) que ativam o programa genético de determinadas estruturas (HABERMAN et al., 2017).

Com base na caracterização dos tipos de ramos que produzem botões florais, se torna evidente que as condições de manejo afetam a formação de botões florais em *A. sellowiana*. Na goiabeira (*Psidium guajava* L.), podas e raleios, entre outras práticas de manejo, são consideradas essenciais para aumentar as unidades de frutificação (SINGH et al., 2015; THAKRE et al., 2016). Resultados similares também foram observados em macieira e cerejeira, cujas podas, uso de fertilizantes, irrigação e tratamentos com reguladores de crescimento, regula os processos de formação dos botões florais, sendo que o número de botões varia de acordo com a cultivar, as condições ecológicas e os tipos de desenvolvimento (KOUTINAS et al., 2010). Os manejos realizados têm uma resposta positiva nas plantas de goiabeira

serrana, porém precisam ser realizados mais estudos nas condições subtropicais para concluir que os manejos similares aos realizados na Colômbia podem ser viáveis para a produção de frutos no Brasil, tendo em conta diferentes tipos de genótipos.

A indução de gemas epicórmicas é associada a vários fatores, tais como o ambiente (resposta à luz), fisiologia e balanço de fitohormônios, bem como aqueles que resultam de estresses, por exemplo a poda (BURROWS, 2008). Meier et al. (2011) sugerem que todas gemas ou meristemas de antigas unidades teriam potencial de desenvolvimento. Estas gemas secundárias ou acessórias observadas no presente estudo representam uma fonte de novo crescimento quando as gemas primárias são danificadas por ataque de insetos ou outros fatores como podas, por exemplo.

Gemas<sup>1</sup> acessórias dão origem a gavinhas ou inflorescências em videira, e estudos mostraram que as gavinhas são geneticamente mais similares a estruturas reprodutivas do que vegetativas (SHAH e DAVE, 1970; CARMONA et al., 2008). Este tipo de gemas tem sido amplamente estudado em Myrtaceae. De fato, existem vários tipos, tais como gemas em diferentes estádios de desenvolvimento, localizados muitas vezes perto da casca dos caules, em alguns casos em proeminências e, em outros, em depressões (BURROWS 2002; 2008). Esta característica, em plantas submetidas a estresses, converte-se em uma estratégia de sobrevivência, quando submetida a danos que causam a morte dos tecidos, e pode ser importante fator a ser considerado quanto a sua relevância na formação das flores em *A. sellowiana*. Registros de considerável presença de gemas florais e novas ramificações caulinares que, por sua vez, também originaram gemas florais, flores e frutos em caules cortados e/ou arqueados foram relatados neste estudo ocorrendo em plantas do acesso Quimba/ tipo Uruguai em pomares sob condição tropical e acesso Triumph/ tipo Uruguai, em pomares sob condição subtropical evidenciando a influência do genótipo nestas respostas. Cabe acrescentar ainda que gemas acessórias representam uma fonte de novo desenvolvimento quando as gemas primárias são danificadas por ataque de insetos ou outros fatores. Tal como observamos ocorrer com as gemas pseudoterminais, que assumiram condição de desenvolvimento, parecendo ser apical, tendo em vista que a gema apical se deteriorou, possivelmente por ação de insetos.

---

<sup>1</sup> Muitos autores, é o caso dos autores aqui mencionados, entre outros, preferem utilizar o termo meristemas, possivelmente por sua funcionalidade, entretanto, optamos por usar o termo gema. Isto fundamenta-se no fato de gema corresponder a estrutura morfológica que é formada por tecidos meristemáticos.

As gemas apicais têm grande relevância em razão da dominância apical que exercem na diferenciação das gemas axilares. As espécies diferem tanto na época como no local onde se formam as gemas floríferas, podendo formar gemas apicais, axilares ou ambos (REBOCHO et al., 2008). Em *A. sellowiana* foram observados os dois tipos e mais um terceiro, pseudoapicais (por deterioração da gema apical) e um quarto tipo, acessório (dividindo espaço com a gema axilar principal). A idade do ramo influencia na indução floral em espécies frutíferas, tais como em manga (RAMIREZ et al., 2010), citrus (ALBRIGO e SAUCO, 2004) e tem sido relatada para *A. sellowiana* como um fator importante junto com sua interação com as condições ambientais (RAMIREZ e KALLARACKAL, 2018). No presente trabalho foi observado que são as gemas de ano que se desenvolvem como gemas floríferas.

Nas plantas caducifólias, como a macieira e o pessegueiro, em condições subtropical e temperada tem mostrado um comportamento de diferenciação nas gemas florais entre verão e outono do ano que precede a floração (WARRINER et al., 1985; BARBOSA et al., 1990; FOSTER et al., 2003; FRANCESCATO, 2014). Na videira, em climas temperados, a evocação floral inicia na primavera do ano 1, continuando com o desenvolvimento progressivo durante a primavera, passando pelas demais estações do ano, formando a gema floral 12 meses depois da evocação floral, com flores maduras totalmente formadas na primavera do ano seguinte (ano 2) (NOYCE et al., 2016; 2019).

Com plantas perenifólias, como é o caso da oliveira, nas condições de clima subtropical e temperado, sabe-se que a indução floral inicia no verão do ano anterior, e durante o outono ocorre a iniciação floral, passando por um período de dormência durante parte do outono e inverno, e o desenvolvimento das flores ocorre durante a primavera do seguinte ano (FABBRI e BENELLI, 1999).

Nas condições tropicais, o desenvolvimento das flores de oliveira apresenta padrão com gemas terminal e axilares nos ramos do ano na região do trópico de altitude (GARCÍA-MOLANO et al., 2012; RUIZ et al., 2019). Para frutíferas caducifólias plantadas nos trópicos, o uso de cultivares com um menor requerimento de horas frio, de estresses hídricos, desfoliação química e podas permitem que estas espécies induzam e diferenciem flores, resultando em produtividade nestes locais (PIO et al., 2018). Para algumas frutíferas não caducifólias, os manejos de estresses hídricos, combinados com baixas temperaturas são convenientes (CHAIKIATTIYOS et al., 1994). Na goiabeira-comum (*Psidium guajava* L.), o controle da floração e frutificação por meio do uso de podas, adubações, irrigações e

defoliações são realizados, independente da data do ano nas regiões tropicais (SHIGEURA e BULLOCK, 1976).

No presente estudo, foram observadas diferentes respostas nas condições tropicais e subtropicais. Nas condições tropicais, eventos de floração ocorrem várias vezes durante o ano, podendo encontrar as fases de desenvolvimento de gemas reprodutivas durante o período avaliado. Nas condições subtropicais, a exceção do acesso Triumph, tipo Uruguai, que apresentou eventos de floração em várias épocas do ano, os outros acessos apresentaram desenvolvimento de gemas reprodutivas no final do inverno e começo de primavera no mesmo ano da floração.

### 3. Desenvolvimento morfohistológico das gemas

No ápice (domo) das gemas florais de *A. sellowiana*, foram constatadas evidências de divisões anticlinais na camada C1, predominância de divisões anticlinais, mas também periclinais na C2 e em diversos planos em C3. Estas três camadas de células meristemáticas originam todas as estruturas que irão compor a gema floral e posteriormente a flor. Diversos trabalhos, como Pereira et al. (2003) e Oliveira et al. (2020), tem relatado a gênese morfohistológica de gemas florais para outras espécies, porém não encontramos estas informações para *A. sellowiana* sendo, portanto, este o primeiro relato para a espécie. Há estudos sobre a morfogênese em flores de espécies de Myrtaceae, tais como Belsham e Orlovich (2003) que abordam o desenvolvimento do hipanto e do endotécio em três espécies da família, entre elas *A. sellowiana*, e Vasconcelos et al. (2017, 2018 e 2019) sobre o desenvolvimento floral com espécies de *Eugenia* e *Myrcia*, envolvendo aspectos morfológicos.

Os tecidos meristemáticos iniciais do domo da gema diferenciaram-se no sentido basípeto originando expansões laterais que originaram inicialmente as estruturas de proteção da flor (brácteas, sépalas e pétalas), as quais permanecem imbricadas durante toda fase de pré-antese, período em que os órgãos reprodutivos estão em formação. As pétalas têm o papel de atrair e recompensar aos visitantes de *A. sellowiana*, tais como pássaros (LUGHADHA; PROENÇA, 1996), assim sua estrutura deve formar estruturas aptas a produzir metabólitos atrativos, tais como as elevações registradas ultraestruturalmente na superfície da face abaxial e relacionadas com as cavidades secretoras do mesófilo. As cavidades que contêm óleos são comuns em Myrtaceae, sendo que fazem parte da subepiderme, nos botões e nas gemas. Estas secreções são substâncias aromáticas, sendo que podem ser produzidos para atrair polinizadores (SAZIMA; SAZIMA, 2007; TÖLKE et al., 2019). Estudos dos compostos voláteis e óleos da *A. sellowiana* estão sendo realizados (PENG et al., 2019; BAENA-

PEDROSA et al., 2020). Esemann-Quadros et al. (2008) encontraram na camada subepidérmica do mesocarpo em frutos de *A. sellowiana* a ocorrência de glândulas esféricas, provavelmente responsáveis pela produção dos polifenóis e que conferem à fruta seu sabor adstringente.

O gineceu que permanece dobrado até o início da antese em espécies de Myrtaceae (VASCONCELOS et al., 2015), o que foi registrado em *A. sellowiana*. O ovário em *A. sellowiana* é ínfero (ESEMANN-QUADROS et al., 2008), o que foi também constatado neste estudo. Como relatado por Belsham e Orlovich (2003) e Vasconcelos et al. (2018), os estames crescem retos, pois o tecido que forma o hipanto é coberto por primórdios de estames, fazendo que estes tenham uma postura reta, assim como observado em *A. sellowiana*. O desenvolvimento do hipanto é diferenciado nas espécies de Myrtaceae (VASCONCELOS et al., 2019). Uma diferença entre as espécies de Myrtaceae é o tamanho do primórdio do estame. Primórdios grandes produzem estames grandes em *U. Molinae* e *A. sellowiana*. Segundo Belsham e Orlovich (2003), o tamanho da gema em *A. sellowiana* permite que uma quarta linha de estames inicie mais tarde na região do hipanto próxima do gineceu. Vasconcelos et al. (2019) descreveram que as anteras possuem tricomas, sendo este um critério utilizado para diferenciar *A. sellowiana* de outras Pimentinae e Myrteae, entretanto isso não foi registrado neste estudo, possivelmente por não terem sido feitas análises ultraestruturais da superfície de anteras maduras.

O surgimento o primórdio estaminal é descrito na literatura como projeções arredondadas ou em forma crescente que surgem do receptáculo floral, após o surgimento do perianto (primórdios de cálice e corola), similar ao que foi observado nas análises deste trabalho, embora a forma inicial dos estames era mais alongada do que arredondada, o que deve variar com a espécie considerada. O primórdio estaminal é constituído por túnica e corpo, que passam por sucessivas divisões e expansões celulares até constituir a estrutura (MARIATH, SANTOS e BITTENCOURT JR., 2006). No desenvolvimento das gemas em outras Myrtaceae, se há espaço entre os anéis estaminais, a posição dos estames é dobrada para dentro (VASCONCELOS et al., 2018). Em *A. sellowiana*, diferentemente de outras Myrtaceae, o tecido do hipanto é coberto por primórdios de estames, o que impede que os estames se dobrem e faz que eles cresçam eretos (BELSHAM e ORLOVICH, 2003). Neste estudo observamos que ocorreu uma dobra no ápice do estame em formação e esta, com o desenvolvimento e diferenciação, deu origem às anteras.

## 2. Caracterização dos estádios de gênese do botão floral até flor

No presente estudo estão sendo propostos os estágios de desenvolvimento da fase vegetativa (Tabela 4) e reprodutiva (Tabela 5) de *A. sellowiana*, caracterizados com base nos resultados obtidos nas análises micromorfológicas e em outros estudos com espécies de Myrtaceae (BELSHAM e ORLOVICH, 2002; 2003; VASCONCELOS et al., 2015; 2018) e outras tais como *Arabidopsis*, *Citrus*, oliveira e macieira (FABBRI e BENELLI, 2000; FOSTER et al., 2003; MERT et al. 2013; RAMOS et al., 2018; KOFLER et al., 2019).

**Tabela 0-4.** Estádios de desenvolvimento da fase vegetativa de *A. sellowiana*, tipos Brasil e Uruguai, em condições tropicais e subtropicais.

Código	Estádio de desenvolvimento	Presente estudo	Outros estudos	Espécie
1	O ápice em forma de cúpula	Fig. 2-5B	Fabbri e Benelli (2000)	Oliveira
1-1	Aumento do ápice em forma de cúpula	Fig. 2-5G	Fabbri e Benelli (2000)	Oliveira
1-2	A atividade mitótica localizada em dois pontos gera protuberâncias que determinam no meio é amplo	Fig. 2-5A	Fabbri e Benelli (2000)	Oliveira
1-3	A partir dos pontos, os primórdios das folhas se desenvolvem, meristema plano e estreito	Fig. 2-5F	Fabbri e Benelli (2000); RAMOS et al. (2018)	Oliveira
1-4	forma do ápice em uma cúpula	Fig. 2-5G	Fabbri e Benelli (2000); FOSTER et al. (2003); KOFLER et al. (2019)	Oliveira, Macieira,

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

**Tabela 0-5.** Estádios de desenvolvimento na fase reprodutiva de *A. sellowiana*, tipos Brasil e Uruguai, em condições tropicais e subtropicais.

Código	Estádio de desenvolvimento	Presente estudo	Outros estudos	Espécie
1-4	Meristema Vegetativo em forma de cúpula	Fig. 2-6D	FOSTER et al. (2003); KWIATKOWSKA, (2008)	Macieira, <i>Arabidopsis thaliana</i>
2-1	Meristema de inflorescência	Fig. 2-6D	DUBOIS et al. (2011); WANG et al. (2015)	Rosa sp, <i>Nicotiana tabacum</i>
2-2	Formação de primórdio de sépalas	Fig. 2-8B	VINCENT, COEN (2004); MERT et al. (2013)	<i>Antirrhinum majus</i> L., Oliveira

2-3	Formação do primórdio de pétalas	Fig. 2-8F	Vasconcelos et al. (2019); MERT et al. (2013)	Myrtaceae, Oliveira
2-4	Iniciação dos estames	Fig. 2-8M	Vasconcelos et al. (2017; 2019)	Myrtaceae
2-5	Iniciação do pistilo	Fig. 2-8O	BELSHAM e ORLOVICH (2002; 2003); Vasconcelos et al. (2019)	Myrtaceae
2-6	Formação de 4 fileiras de estames e crescimento do gineceu	Fig. 2-9E	BELSHAM e ORLOVICH (2003)	Feijoa
2-7	Alongamento da gema pré-antese e maturação final dos órgãos sexuais	Fig. 2-9J	VASCONCELOS et al. (2015; 2018)	Myrtaceae
2-8	Antese	Fig. 2-9J	VASCONCELOS et al. (2018)	Feijoa

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

### CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Na condição tropical, as gemas florais de *A. sellowiana* ocorrem durante todo ano, mas na condição subtropical, as gemas florais predominam na primavera e, no inverno, só esteve presente no acesso Triumph, tipo Uruguai (CST). Com base nos dados obtidos, sugere-se que a diferenciação das gemas reprodutivas de *A. sellowiana* formam-se nas posições pseudoterminal e axilar das folhas de ramos de ano durante a primavera e outono, ou seja, não tem um período de latência durante períodos climáticos desfavoráveis. Gemas do ano foram registradas, entretanto, originam novos ramos e não flores, fato favorável para gerar metabólitos que impulsionam o desenvolvimento floral. Assim, a floração de *A. sellowiana* ajusta-se aos períodos de clima mais favoráveis. Isso difere do observado em espécies caducifólias, cujo processo se inicia durante a floração do ano anterior, passando por uma época de repouso e concluindo a ontogênese durante a brotação da primavera seguinte, porém, precisam ser estudados mais períodos para constatar se invernos mais frios nas condições de clima temperado não exercem uma influência positiva na posterior floração da primavera seguinte.

Nos pomares das duas condições, subtropical e tropical, foi constatado que não é utilizada irrigação, pois as condições climáticas, em especial precipitação pluviométrica e temperaturas, asseguram umidade adequada. Entretanto, há a necessidade de realização de novos estudos que indiquem quais temperaturas máximas que a *A. sellowiana* pode tolerar, em razão da ocorrência dos efeitos climáticos extremos e irregulares identificados nas

condições subtropicais. Destaca-se a importância do estudo da influência da amplitude térmica e as temperaturas máximas muito elevadas e/ou muito baixas de temperaturas mínimas, no desenvolvimento de botões florais de *A. sellowiana*. Existem duas abordagens que sugerimos sejam investigadas, tanto para condição tropical quanto para subtropical, relacionadas com a associação entre temperaturas mínimas e os estádios pré-antese: quais temperaturas influenciam na indução da floração? e quais as temperaturas que poderiam afetar negativamente a formação dos gametófitos?

Os manejos realizados de podas e arqueamentos nas plantas de goiabeira serrana têm mostrado eficiência na produtividade dos frutos, porém precisam ser realizados mais estudos nas condições subtropicais para concluir que estes manejos similares aos realizados na Colômbia sejam viáveis para a produção de frutos no Brasil.

Muitos estudos têm sido realizados sobre a gênese morfohistológica de gemas florais para espécies frutíferas, o que aponta para a importância destes conhecimentos como base para estudos aplicados à fruticultura. Desta forma, o presente trabalho corrobora com informações para goiabeira-serrana (*A. sellowiana*), sendo este o primeiro relato para a espécie.

Ainda não é conhecido se ocorre alternância produtiva em *A. sellowiana*, como constatado em outras espécies frutíferas. Como perspectivas futuras espera-se que pesquisas procurem avaliar este fenômeno, pois existem indícios que justificam os referidos estudos.

## REFERÊNCIAS

- AGRONET. Estadísticas de producción, áreas y rendimientos por cultivo. Disponível em: Agronet.gov.co Acesso em: novembro de 2020.
- ALBRIGO, GENE L.; SAÚCO, V GALÁN. Flower Bud Induction, Flowering and Fruit-Set of Some Tropical and Subtropical Fruit Tree Crops with Special Reference to Citrus. **Acta Horticulturae**, [s. l.], n. 632, p. 81–90, 2004.
- AMARANTE, C. V. T. do; SANTOS, K. L. dos. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, Mar. 2011.
- ANDRÉ E. Um nouvel arbre frutier: *Feijoa sellowiana*. **Revue Horticole**. v.70, p.264-265. 1898.
- BAENA-PEDROZA, A.; LONDOÑO-GIRALDO, L. M.; TABORDA-OCAMPO, G. Volatilome study of the feijoa fruit [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret.] with headspace solid phase microextraction and gas chromatography coupled with mass spectrometry. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 328, p. 127109, out. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127109>.
- BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; SAMPAIO, V.R. O pessegueiro no sistema de pomar compacto: III. Épocas de poda drástica na diferenciação floral. **Bragantia**, 49, 147–155. 1990.

BARNI, E. J.; DUCROQUET, J. P.; SILVA, M. C.; NETO, R. B.; PRESSER, R. F. Potencial de mercado para goiabeira-serrana catarinense. Florianópolis: Epagri, 2004. 48 p. Documento 212.

BELSHAM, S. R.; ORLOVICH, D. A. Development of the hypanthium and androecium in New Zealand Myrtoideae (Myrtaceae), **New Zealand Journal of Botany**, 40:4, 687-695, 2002. DOI: 10.1080/0028825X.2002.9512824

BELSHAM, S.R.; ORLOVICH, D.A. Development of the hypanthium and androecium in South American Myrtoideae (Myrtaceae). **New Zealand Journal of Botany**, [s.l.], v. 41, n. 1, p.161-169, mar. 2003. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0028825x.2003.9512836>.

BORSUK, L.J. et al. Phenotypic Variability in Feijoa Fruits [*Acca sellowiana* (O. Berg.) Burret] On Indigenous Lands, Quilombolas Communities and Protected Areas in the South Of Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.e-699, 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017699>.

BOUCHÉ, F.; LOBET, G.; TOCQUIN, P.; PÉRILLEUX, C. FLOR-ID: an interactive database of flowering-time gene networks in *Arabidopsis thaliana*. **Nucleic Acids Research**, [s.l.], v. 44, n. 1, p.1167-1171, 17 out. 2015. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/nar/gkv1054>.

BURROWS, G.E. Epicormic strand structure in Angophora, Eucalyptus and Lophostemon (Myrtaceae) - implications for fire resistance and recovery. **New Phytologist**, [s.l.], v. 153, n. 1, p.111-131, 11 jan. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.0028-646x.2001.00299.x>.

BURROWS, G. E. Syncarpia and Tristaniopsis (Myrtaceae) possess specialised fire-resistant epicormic structures. **Australian Journal of Botany**, [s.l.], v. 56, n. 3, p.254-264, 2008. CSIRO Publishing. <http://dx.doi.org/10.1071/bt07164>.

CARMONA, M. J.; CHAIB, J.; MARTINEZ-ZAPATER, J. M.; THOMAS, M. R. A molecular genetic perspective of reproductive development in grapevine. **J. Exp. Bot.** 59, 2579–2596. 2008. doi: 10.1093/jxb/ern160

CARPENEDO, S.; RASEIRA, M.C.B.; FRANZON, R.C.; BYRNE, D.H.; SILVA, J.B. Stigmatic receptivity of peach flowers submitted to heat stress. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [s.l.], v. 42, p.e-42450, 20 nov. 2019. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v42i1.42450>.

CHAIKIATTIYOS, S.; MENZEL, C. M.; RASMUSSEN, T. S. Floral induction in tropical fruit trees: Effects of temperature and water supply, **Journal of Horticultural Science**, 69:3, 397-415. 1994. DOI: [10.1080/14620316.1994.11516469](http://dx.doi.org/10.1080/14620316.1994.11516469)

CUTLER, D.F.; D.F. CUTLER; C.E.J. BOTHA; D.W. STEVENSON. Plant Anatomy: an applied approach. chapter 7. pp. 122-123. 2007.

DALLOS, M.P., FISCHER, G., MIRANDA-LASPRILLA D. Feijoa *Acca sellowiana* Berg. **Biología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales**. Edit: DALLOS, M.P., RAMÍREZ, L. P. M., PEREA, A.T., p. 334-349.

DAVENPORT, T. Reproductive physiology of mango. **Braz. J. Plant Physiol.**, 19(4):363-376, 2007.

DUARTE, O.; PAULL, R., Exotic Fruits and Nuts of the New World. CABI, Wallingford, UK. 2015.

DUBOIS A, REMAY A, RAYMOND O, BALZERGUE S, CHAUVET A, et al. Genomic Approach to Study Floral Development Genes in Rosa sp. **PLoS ONE** 6(12): e28455. 2011. doi: 10.1371/journal.pone.0028455

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E., R.; NODARI, R. O. **Goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Jaboticabal: FUNEP, 66p. (Série Frutas Nativas, 5). 2000.

ESEMANN-QUADROS, K.; MOTA, A. P.; KERBAUY, G. B.; GUERRA, M. P.; DUCROQUET, J.P.H.J., PESCADOR, R., 2008. Anatomic study of *Acca sellowiana* Berg fruit growth. **Rev. Bras. Fruticultura**. 30, 296–302.

FABBRI, A.; ALERCI, L. Reproductive and vegetative bud differentiation in *Olea europaea* L. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.74, n. 4, p. 522-527. 1999.

FADÓN, E.; HERRERO, M.; RODRIGO, J. Dormant Flower Buds Actively Accumulate Starch over Winter in Sweet Cherry. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v. 9, p.1-10, 15 fev. 2018.

FISCHER, G. Ecofisiología, crecimiento y desarrollo de la feijoa. En: Fischer, G., D. Miranda, G. Cayón y M. Mazorra, M. (eds.). Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg.). Produmedios, Bogotá, p. 9-26. 2003.

FISCHER, G.; RAMÍREZ, F.; CASIERRA-POSADA, F. Ecophysiological aspects of fruit crops in the era of climate change. A review. **Agronomia Colombiana**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 190–199, 2016.

FOSTER, T. A Morphological and Quantitative Characterization of Early Floral Development in Apple (*Malus x domestica* Borkh.). **Annals of Botany**, [s.l.], v. 92, n. 2, p.199-206, 12 jun. 2003. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcg120>.

FRANCESCOTTO, P. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* Borkh.) sob diferentes condições climáticas - da formação das gemas à colheita dos frutos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 239p, 2014.

GARCÍA, O.J., E.Y. DUEÑEZ, G. FISCHER, B. CHAVES; O.C. QUINTERO. Efecto del nitrato de potasio, fosfato de potasio y ethephon en la inducción floral de la feijoa o goiabeira serrana (*Acca sellowiana* [O. Berg] Burret). **Rev. Bras. Frutic**. V. 30, n.3, p. 577-584. 2008

GARCÍA-MOLANO, F.; RODRÍGUEZ, M.; JARAMILLO, L. Crecimiento de flores y frutos del olivo (*Olea europaea* L.) Bajo condiciones del trópico. **Conex. Agropecu**. 2, 15-33. 2012.

GONZÁLEZ, C.C. Arquitectura foliar de las especies de Myrtaceae nativas de la flora Argentina II: Grupos “Myrteola” y “Pimenta”. **Bol. Soc. Argent. Bot**. 46 (1-2): 65-84. 2011

GÖTZ, Klaus-peter; NAHER, Jobadatum; FETTKE, Joerg; CHMIELEWSKI, Frank-M. Changes of proteins during dormancy and bud development of sweet cherry (*Prunus avium* L.). **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 239, p.41-49, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.016>.

GERRITS, P.O., SMID, L. A new, less toxic polymerization system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. **Journal of Microscopy** 132: 81-85. 1983.

HABERMAN, Amnon; BAKHSHIAN, Ortal; CEREZO-MEDINA, Sergio; PALTIEL, Judith; ADLER, Chen; BEN-ARI, Giora; MERCADO, Jose Angel; PLIEGO-ALFARO, Fernando; LAVÉE, Shimon; SAMACH, Alon. A possible role for FT encoding genes in interpreting environmental and internal cues affecting olive (*Olea europaea* L.) flower induction. **Plant Cell Environ**. 40, 1263–1280. 2017.

HANKE, M-V., FLACHOWSKY, H. PEIL, A., HÄTTASCH, C. No Flower no Fruit –Genetic Potentials to Trigger Flowering in Fruit Trees. **Genes, Genomes and Genomics** Special Feature. Global Science Books. 1-20. 2007

HORRIDGE, G.A.; TAMM, S.L. Critical point drying for scanning electron microscopy study of ciliary motion. **Science** 163: 817-818 1969.

IDEAM. Promedios Precipitação y Temperatura media. Disponível em: <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Promedios-Precipitaci-n-y-Temperatura-media-Promed/nsxu-h2dh/data> Acesso em: 25 de março de 2020

KELLER, H.A.; TRESSSENS, S.G. Presencia en Argentina de dos especies de uso múltiple: *Acca sellowiana* (Myrtaceae) y *Casearia lasiophylla* (Flacourtiaceae). **Darwiniana**, 45: 204 - 212. 2007.

KOFLER, J.; MILYAEV, A.; CAPEZZONE, F.; STOJNIĆ; MIĆIĆ, N.; FLACHOWSKY, H.; HANKE, M.; WÜNSCHE, J. High crop load and low temperature delay the onset of bud initiation in apple. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.1-11, 29 nov. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-54381-x>.

KOUTINAS, N.; PEPELYANKOV, G.; LICHEV, V. Flower Induction and Flower Bud Development in Apple and Sweet Cherry. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, [s.l.], v. 24, n. 1, p.1549-1558, jan. 2010. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2478/v10133-010-0003-9>.

LI B., XIE Z., ZHANG A., XU W., ZHANG C., LIU Q., LIU C., WANG, S. Tree growth characteristics and flower bud differentiation of sweet cherry (*Prunus avium* L.) under different climate conditions in China. **Hort. Sci.** (Prague), 37: 6–13. 2010.

LUCENA, E.M.P.DE; ALVES, R.E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; E LUZ, E. W. M.; BRITO, E. S. DE. Biodiversidade das Myrtaceae Brasileiras Adaptadas à Flórida, EUA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 2, p.327-340, 2014.

LUGHADHA, E.N., PROENÇA, C. A Survey of the Reproductive Biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. V. 83, n.4, p. 480-503. 1996.

MAJEROWICZ, N.; SÖNDAHL, M. R. Induction and differentiation of reproductive buds in *Coffea arabica* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.247-254, jun. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1677-04202005000200008>.

MARIATH, J.E.A., SANTOS, R.P., BITTENCOURT JR., N.S. Flor. In: APPEZZATO-DAGLORIA, B., CARMELO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia Vegetal** 2da Edição. p. 329-373. 2006.

MATTOS, J.R. A goiabeira serrana Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis. 84p, 1986. (Publicação IPRNR, 19)

MERT, C., BARUT, E., İPEK, A. Variation in Flower Bud Differentiation and Progression of Floral Organs with Respect to Crop Load in Olive. **Not Bot Horti Agrobi**, 41(1):79-85, 2013.

MESEJO, C. et al. The flower to fruit transition in Citrus is partially sustained by autonomous carbohydrate synthesis in the ovary. **Plant Science**, [s.l.], v. 285, p.224-229, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.05.014>.

MORETTO, S.P.; NODARI, E.S.; NODARI, R.O. A Introdução e os Usos da Feijoa ou Goiabeira Serrana (*Acca sellowiana*): A perspectiva da história ambiental. FRONTEIRAS: **Journal of Social, Technological and Environmental Science, Anápolis**, v.3, n.2, p.67-79. 2014.

NOAA. ENSO Diagnostic discussion Archive. Disponível em: [https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/expert\\_assessment/ENSO\\_DD\\_archive.php](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/expert_assessment/ENSO_DD_archive.php) Acesso em: 24 de março de 2020

NODARI, R.O.; SANTOS, K.L.; DUCROQUET, J.P.H.J. Goiabeira-serrana: domesticação. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. (eds) **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa, p. 407-428, 2008.

NOYCE, P.W. et al. Timing of floral evocation in the grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay) is identified by cyto-histological changes in the vegetative shoot apical meristem. **Australian Journal Of Grape And Wine Research**, [s.l.], v. 25, n. 2, p.252-265, 28 mar. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ajgw.12391>.

NOYCE, P.W.; HARPER, J.D.I.; STEEL, C.C.; WOOD, R.M. A new description and rate of development of inflorescence primordia over season 1 in *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay. **American Journal of Enology and Viticulture** 67, p. 86–93. 2016.

NUÑEZ-ELISEA, Roberto; DAVENPORT, Thomas L. Effect of leaf age, duration of cool temperature treatment, and photoperiod on bud dormancy release and floral initiation in mango. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 62, n. 1-2, p.63-73, abr. 1995. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(94\)00749-6](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(94)00749-6).

O'BRIEN, T.P.; FEDER, N; MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell wall by toluidine blue O. **Protoplasma** 59. 368-373. 1964

OLIVEIRA, Moacir Brito; FIGUEIREDO, Maria Gabriela Ferreira; PEREIRA, Marlon Cristian Toledo; MOUCO, Maria Aparecida do Carmo; RIBEIRO, Leonardo Monteiro; MERCADANTE-SIMÕES, Maria Olívia. Structural and cytological aspects of mango floral induction using paclobutrazol. **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 262, p. 109057, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109057>.

ONU News. 2017 foi o ano mais quente da história sem ocorrência do fenômeno El Niño. **ONU News**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2018/01/1607211>. 19 janeiro 2018. Acesso em: 21 de março de 2019.

OPLER, P. A.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. Rainfall as a Factor in the Release, Timing, and Synchronization of Anthesis by Tropical Trees and Shrubs. **Journal Of Biogeography**, [s.l.], v. 3, n. 3, p.231-236, set. 1976. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/3038013>.

PARRA-CORONADO A, FISCHER G, CHAVES-CORDOBA B. Tiempo térmico para estados fenológicos reproductivos de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). **Acta biol. Colomb.** 20(1):163-173. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n1.43390>. 2015b

PARRA-CORONADO, A., FISCHER, G., CAMACHO-TAMAYO, J.H., Development and quality of pineapple guava fruit in two locations with different altitudes in Cundinamarca, Colombia. **Bragantia** 74, 359–366. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0459>. 2015a.

PENG, Y.; BISHOP, K. S.; QUEK, S. Y. Compositional analysis and aroma evaluation of feijoa essential oils from New Zealand grown cultivars. **Molecules**, 24(2053), 1–21. 2019

PEREIRA, L.A.M.; PINTO, J.E.B.P.; DAVIDE, L.C. Época da indução e evocação floral em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra Rio. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.33, n.5, p.857-862, 2003.

PIMENTEL, Rafael R.; BARREIRA, Natália P.; SPALA, Diego P.; CARDIM, Nathane B.; SOUZA, Marcelo C.; SÁ-HAIAD, Bárbara; MACHADO, Silvia R.; ROCHA, Joecildo F.; SANTIAGO-

FERNANDES, Lygia D. R. Development and evolution of the gynoecium in Myrteae (Myrtaceae). **Australian Journal of Botany**, [S.L.], v. 62, n. 4, p. 335A-L. 2014. CSIRO Publishing. <http://dx.doi.org/10.1071/bt14058>.

PIO, Rafael et al. Advances in the production of temperate fruits in the tropics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [s.l.], v. 41, n. 1, p.1-10, 13 nov. 2018. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.39549>.

QUINTERO, O. Selección de cultivares, manejo del cultivo y regulación de cosechas de feijoa (*Acca sellowiana* Berg). En: Fischer, G., D. Miranda, G. Cayón. y M. Mazorra(eds.). Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg). Produmedios, Bogotá. pp. 49-72. 2003.

RAMÍREZ, F., DAVENPORT, T.L., FISCHER, G., PINZÓN, J.C.A., The stem age required for floral induction of synchronized mango trees in the tropics. **HortScience** 45,1453–1458. 2010.

RAMÍREZ, F., DAVENPORT, T., FISCHER, G., PINZÓN, J.C.A., ULRICHS, C. Mango trees have no distinct phenology: the case of mangoes in the tropics. **Scientia Horticulturae**, 168, 258–266. 2014 <http://dx.doi.org/10.1016/J.scienta.2014.01.040>.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J.. Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] pollination: A review. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 226, p.333-341, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.054>

RAMÍREZ, F; KALLARACKAL, J. Phenological growth stages of Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] according to the BBCH scale under tropical Andean conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 232, p.184-190, 2018.

RAMOS, A. et al. Chilling accumulation, dormancy release temperature, and the role of leaves in olive reproductive budburst: Evaluation using shoot explants. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 231, p.241-252, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.003>.

REALE, L. et al. Morphological and cytological development and starch accumulation in hermaphrodite and staminate flowers of olive (*Olea europaea* L.). **Sexual Plant Reproduction**, [s.l.], v. 22, n. 3, p.109-119, 2 abr. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00497-009-0096-1>.

REBOCHO, Alexandra B.; BLIEK, Mattijs; KUSTERS, Elske; CASTEL, Rob; PROCISSI, Antonia; ROOBEEK, Ilja; SOUER, Erik; KOES, Ronald. Role of EVERGREEN in the Development of the Cymose Petunia Inflorescence. **Developmental Cell**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.437-447, set. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.devcel.2008.08.007>.

RODRIGO, J., HERRERO, M., Effects of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. **Sci. Hortic.** 92, 125–135, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)289-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(01)289-8)

RODRIGUEZ, Mariela; ARJONA, Harvey E.; GALVIS, Jesús Antonio. Maduración del fruto de feijoa (*Acca sellowiana* Berg) en los clones 41 (Quimba) y 8-4 a temperatura ambiente en condiciones de la Sabana de Bogotá. **Agron. colomb.**, Bogotá, v. 24, n. 1, p. 68-76, Jan. 2006.

RUIZ, Leonardo Mauricio S.; CARVAJAL, Diana Carolina R.; M., GARCIA, José Francisco; ALMANZA-MERCHÁN, Pedro José. Olives and olive oil production in the Alto Ricaurte climate region in Boyaca, Colombia. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 108-119, 25 nov. 2019. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2019v13i1.9202>.

SÁNCHEZ-MORA, F. D. et al. Characterization of Phenotypic Diversity of Feijoa Fruits of Germplasm Accessions in Brazil. *Age*, v. 2, n. 1, p.1-11, 2019.

SÁNCHEZ-MORA, F.D. **Caracterização e Seleção de Genótipos de Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana* [O. Berg] Burret) Para Fins de Melhoramento e de Cultivo**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 205p, 2019.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Petiscos florais: pétalas de *Acca sellowiana* (Myrtaceae) como fonte alimentar para aves em área urbana no Sul do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 2, p. 307–311, 2007.

SCHOTSMANS, W.C. et al. Feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret). **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. [s.l.], p.115-135, 2011. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1533/9780857092885.115>.

SEDGLEY, M., 1977. The effect of temperature on floral behavior, pollen tube growth and fruit set in the avocado. *J. Hortic. Sci.* 52, 135–141.

SHAH, J. J.; DAVE Y. S. Morpho-Histogenic Studies on Tendrils of Vitaceae. *American Journal of Botany*, Vol. 57, No. 4. pp. 363-373. 1970.

SHARMA, Nimisha; SINGH, Sanjay Kumar; MAHATO, Ajay Kumar; RAVISHANKAR, Hutchappa; DUBEY, Anil K.; SINGH, Nagendra Kumar. Physiological and molecular basis of alternate bearing in perennial fruit crops. *Scientia Horticulturae*, [s.l.], v. 243, p.214-225, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.021>.

SHIGEURA, G.T.; BULLOCK, R.M. FLOWER INDUCTION AND FRUIT PRODUCTION OF GUAVA (*Psidium guajava* L.). *Acta Horticulturae*, [s.l.], n. 57, p.247-252, out. 1976. International Society for Horticultural Science (ISHS). <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.1976.57.30>

SILVA, T. C. da. Crescimento vegetativo e diferenciação floral em videiras ‘Sauvignon blanc’ e ‘Cabernet sauvignon’ cultivadas em São Joaquim – SC. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, UFSC. Florianópolis, pp. 2015

SINGH, V. K.; RAVISHANKAR, H.; SINGH, A.; SONI, M. Pruning in guava (*Psidium guajava*) and appraisal of consequent flowering phenology using modified BBCH scale. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 85 (11): 1472–1476. 2015.

STATISTICS NEW ZEALAND CONTACT CENTER. Feijoa Production. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <anyela.rmolina@gmail.com> data de recebimento, 17 de setembro de 2020.

STERN, Raphael A.; ADATO, Itzhak; GOREN, Moshe; EISENSTEIN, Dahlia; GAZIT, Shmuel. Effects of autumnal water stress on litchi flowering and yield in Israel. *Scientia Horticulturae*, [s.l.], v. 54, n. 4, p.295-302, jul. 1993. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(93\)90108-3](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(93)90108-3).

SUKHVIBUL, N.; WHILEY, A.W.; SMITH, M.K.; HETHERINGTON, S.E.; VITHANAGE, V. Effect of temperature on inflorescence and floral development in four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Sci. Hortic.* 82, 67–84. 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 Edition, Artmed, Porto Alegre, 848 p. 2009.

THAKRE, M. et al. Pruning for crop regulation in high density guava (*Psidium guajava* L.) plantation. *Spanish Journal of Agricultural Research*, [s.l.], v. 14, n. 2, p.1-8, 1 jun. 2016. Instituto Nacional

de Investigacion y Tecnologia Agraria y Alimentaria (INIA). <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016142-7846>.

THORP, T. G.; BIELESKI, R. L. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. New Zealand: David Bateman Publishing. p.87, 2002.

TÖLKE, E.D.; CAPELLI, N.V.; PASTORI, T.; ALENCAR, A.C.; COLE, T.C.H.; DEMARCO, D. Diversity of Floral Glands and Their Secretions in Pollinator Attraction. In: Merillon JM., Ramawat K. (eds) Co-Evolution of Secondary Metabolites. **Reference Series in Phytochemistry**. Springer, Cham. 2019.

VASCONCELOS, T. N. C.; PRENNER, G.; LUCAS, E. J.. A Systematic Overview of the Floral Diversity in Myrteae (Myrtaceae). **Systematic Botany**, [s.l.], v. 44, n. 3, p.570-591, 6 set. 2019. American Society of Plant Taxonomists. <http://dx.doi.org/10.1600/036364419x15620113920617>.

VASCONCELOS, T.N.C.; PROENCA, C. E. B. Floral cost vs. floral display: Insights from the megadiverse Myrtales suggest that energetically expensive floral parts are less phylogenetically constrained. **American Journal Of Botany**, [s.l.], v. 102, n. 6, p.900-909, 1 jun. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1400509>.

VASCONCELOS, T. N.C. et al. Floral heterochrony promotes flexibility of reproductive strategies in the morphologically homogeneous genus *Eugenia* (Myrtaceae). **Annals of Botany**, [s.l.], v. 121, n. 1, p.161-174, 18 dez. 2017. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcx142>.

VASCONCELOS, T. N. C. et al. Links between parallel evolution and systematic complexity in angiosperms—A case study of floral development in *Myrcia* s.l. (Myrtaceae). **Perspectives in Plant Ecology, Evolution And Systematics**, [s.l.], v. 24, p.11-24, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2016.11.001>.

VINCENT, C. A.; COEN, E. S. A temporal and morphological framework for flower development in *Antirrhinum majus*. **Canadian Journal of Botany**, v. 82, n. 5, p. 681–690, 1 maio 2004.

WANG, H.-Y. et al. The RING Finger Protein NtRCP1 Is Involved in the Floral Transition in Tobacco (*Nicotiana tabacum*). **Journal of Genetics and Genomics**, v. 42, n. 6, p. 311–317, jun. 2015.

WARRINER, C.L.; JOHNSON, J.L.; SMITH, M.W. Comparison of the initiation and development of 'Redhaven' peach flowers in standard and meadow orchard trees. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, 110, 379–383. 1985.

YAMANE, H, OOKA, T.; JOTATSU, H.; SASAKI, R.; TAO, R. 2011. Expression analysis of PpDAM5 and PpDAM6 during flower bud development in peach (*Prunus persica* L.). **Scientia Horticulturae**, 129, 844–848.

YANG, Qin; LIU, Er; FU, Yan; YUAN, Fuqiang; ZHANG, Tingting; PENG, Shu. High Temperatures during Flowering Reduce Fruit Set in Rabbiteye Blueberry. **Journal of The American Society for Horticultural Science**, [s.l.], v. 144, n. 5, p.339-351, set. 2019. American Society for Horticultural Science. <http://dx.doi.org/10.21273/jashs04650-19>.

YARUR, A.; SOTO, E.; LEÓN, G.; ALMEIDA, A.M. The sweet cherry (*Prunus avium*) flowering locus T gene is expressed during floral bud determination and can promote flowering in a winter-annual Arabidopsis accession. **Plant Reproduction**, [s.l.], v. 29, n. 4, p.311-322, 23 nov. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00497-016-0296-4>.

### Capítulo 3- ANÁLISE DO CRESCIMENTO DOS RAMOS EM *A. sellowiana*

#### RESUMO

Introdução: A fenologia auxilia no entendimento da adaptabilidade das espécies frutíferas às condições que se encontram, permitindo assim estabelecer melhores bases para seu manejo. Devido à falta de estudos nas condições subtropicais do Brasil, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o crescimento e o desenvolvimento da *A. sellowiana* para melhoria futura dos sistemas de produção do sul do Brasil.

Material e métodos: Árvores adultas de *A. sellowiana*, plantadas na Estação Experimental da Epagri em São Joaquim, SC, Brasil, pertencentes a três cultivares: ‘Mattos’ (TB), ‘Nonante’ (TB), três plantas de cada, e ‘Triumph’ (TU), duas plantas, foram avaliadas e amostradas (n=16 vezes) entre novembro de 2017 e julho de 2019. Os dados foram organizados em tabelas dinâmicas do Excel® e procedeu-se a análises de correlações exploratórias, entre as variáveis medidas em campo, e com os dados climáticos. Os ramos foram classificados como semelhantes a brindilas, se o comprimento era maior que 10 cm e como esporões, os ramos de comprimento menor ou igual a 10 cm. Também foram realizadas a Análise de Variância e aplicado o teste de Tukey de separação de médias ( $P < 0,05$ ), com auxílio do programa R (R Core Team, 2018).

Resultados: O maior número de ramificações foi verificado na cultivar Mattos. As brindilas foram o tipo de ramo que mais ramificou, independente da cultivar. A maior floração foi observada nas brindilas, independente da cultivar. Os ramos que frutificaram foram aqueles que menos ramificaram. Durante o período de avaliação, a cultivar ‘Nonante’ apresentou melhor resposta em frutificação do que a cultivar ‘Mattos’, e a cultivar ‘Triumph’ praticamente não frutificou. Também, foram constatadas respostas diferentes das cultivares decorrente da influência das variáveis climáticas, entre essas a correlação negativa da umidade relativa com o número de flores.

Conclusões: A cultivar Nonante apresentou a melhor resposta produtiva, sendo esta a de menor ramificação e a que apresentou o menor crescimento de ramos. A maior resposta vegetativa revelada pela cultivar Mattos, que demonstrou a menor resposta reprodutiva. A cultivar Triumph foi a que apresentou maior morte de ramos. Em geral, os ramos que apresentam menores crescimentos apresentam maiores frutificações nos genótipos de *A. sellowiana* testados.

Palavras-chave: crescimento vegetativo, desenvolvimento reprodutivo, temperaturas, umidade relativa, floração, frutificação.

## ABSTRACT

**Introduction:** Phenology helps to understand the adaptability of fruit species to the conditions they are in, thus allowing to establish better bases for their management. Due to the lack of studies in subtropical conditions in Brazil, the objective of this work was to characterize the growth and development of *A. sellowiana* for future improvement of production systems in southern Brazil.

**Material and methods:** Trees of *A. sellowiana*, planted at the Epagri Experimental Station in São Joaquim, SC, Brazil, belonging to three cultivars: 'Mattos' (TB), 'Nonante' (TB), three plants of each, and 'Triumph' (TU), two plants, were evaluated and sampled (n=16 times) between November 2017 and July 2019. Data were organized in Excel® pivot tables and exploratory correlation analyzes were carried out between the variables measured in the field, and with the climatic data. The branches were classified as long shoots, if the length was greater than 10 cm and as spurs, the branches with a length less than or equal to 10 cm. Analysis of variance was also performed and the Tukey test for separation of means was applied ( $P < 0.05$ ), with the aid of the R program (R Core Team, 2018).

**Results:** The greatest number of branches was verified in cultivar Mattos. long shoots were the type of branch that branched the most, regardless of the cultivar. The highest flowering was observed in the long shoots, regardless of the cultivar. The branches that fruited were those that branched the least. During the evaluation period, the cultivar 'Nonante' showed better response in fruiting than the cultivar 'Mattos', and the cultivar 'Triumph' practically did not fruit. Also, different responses of cultivars were found due to the influence of climatic variables, including the negative correlation of relative humidity with the number of flowers.

**Conclusions:** The cultivar Nonante presented the best productive response, being the one with the smallest branching and the one with the smallest branch growth. The greatest vegetative response revealed by cultivar Mattos, which showed the lowest reproductive response. Cultivar Triumph was the one that showed the greatest death of branches. In general, the branches that show lower growths present higher fruiting in the tested *A. sellowiana* genotypes.

**Keywords:** vegetative growth, reproductive development, temperatures, relative humidity, flowering, fruiting.

## INTRODUÇÃO

A goiabeira-serrana, *Acca sellowiana* [(O.Berg) Burret] é uma planta cuja produção se dá em climas tropical e subtropical. Quando em clima tropical, são identificados em *A. sellowiana* seis estágios principais de crescimento segundo a escala BBCH: (1) desenvolvimento dos brotos, (2) desenvolvimento da folha, (3) desenvolvimento dos ramos, (4) emergência das flores, (5) florescimento e (6) desenvolvimento dos frutos (RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2018). Em relação às variáveis climáticas, a goiabeira-serrana é resistente à seca, é tolerante à sombra, mas favorecida por níveis altos de luminosidade, locais com mais de 1500 horas de luz solar e, em caso contrário, devem ser feitas podas para favorecer a maior

intercepção de luz (THORP, 2008).

A temperatura influencia a fenologia da *A. sellowiana* (PARRA-CORONADO et al. 2015a; RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2018). As plantas desta espécie toleram temperaturas baixas, sendo que em alguns locais é destacada a importância de 100 a 200 horas frio para favorecer a floração (THORP, 2008). Nas áreas tropicais, esta espécie se encontra onde ocorrem temperaturas médias de 16°C, que oscilam entre 13 e 21°C (FISCHER, 2003).

Em relação ao crescimento as plantas jovens apresentam maior crescimento a partir de botões terminais. Quando a árvore vai envelhecendo o crescimento ocorre a partir de gemas axilares, pois há morte das gemas terminais. São registrados dois fluxos de crescimento na feijoa: o primeiro ocorre no início da primavera cessando meados do verão e o segundo fluxo ocorre no final do verão, sendo principalmente em galhos vigorosos e em árvores jovens (THORP, 2008).

No desenvolvimento reprodutivo, a partir do quarto ano (DUCROQUET et al., 2000), ocorre a formação de uma flor hermafrodita, que aparece na base do crescimento das brotações da temporada atual, nas axilas das brácteas foliares. Estudos realizados na Nova Zelândia indicaram que o crescimento das flores ocorre junto com o crescimento das brotações, aproximadamente 70 dias após a brotação vegetativa. Esta floração continua por 4 a 6 semanas e cada flor permanece em antese um ou dois dias (FISCHER, 2003; THORP, 2008). Nas condições do trópico de altitude da Colômbia foi constatada que o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo ocorreu somente em hastes com folhas maduras (RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2018).

Neste contexto, este capítulo teve como objetivo caracterizar o crescimento dos ramos de *A. sellowiana* e avaliar a influência das condições intrínsecas das plantas e das condições climáticas sob o clima de São Joaquim.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Material vegetal*

Foi avaliado o crescimento de ramos em três plantas das cultivares de *A. sellowiana* 'Mattos' (TB) e 'Nonante' (TB) e de duas plantas de 'Triumph' (TU), cultivadas no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) na Estação Experimental da Epagri em São Joaquim (EESJ), SC, Brasil. Todas as plantas estão enxertadas sobre o genótipo 509 e foram avaliadas em 16 datas entre 15 de novembro de 2017 e julho 2019, totalizando 19 meses de avaliação (Tabela 3-1). Das plantas avaliadas foram medidas a altura e o diâmetro a 30 cm da superfície do solo. Em todas as plantas avaliadas foram marcados três ramos depois da brotação da primavera de

2017. Nestes ramos foram registrados o número, o comprimento e o tipo de crescimento (vegetativo, reprodutivo) (Tabela 3-2). A análise da dinâmica do crescimento dos ramos foi feita com base nas médias dos ramos considerados esporões (ramos independentes da estação de crescimento tem comprimento menor o igual a 10 cm) e as brindilas (ramos independentes da estação de crescimento tem comprimento maior a 10 cm), bem como na relação esporões:brindila. Durante o período de coleta dos dados as plantas não foram podadas.

Tabela 0-1. Número de avaliações realizadas em campo durante as diferentes estações nos anos de *A. sellowiana* durante 2017-2019, São Joaquim, Santa Catarina.

Ano/Estação	Verão	Outono	Inverno	Primavera
2017	Na	Na	Na	2
2018	3	3	3	2
2019	2	Na	1	Na

(Na=Não avaliado) Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

Tabela 0-2. Relação de características vegetativas, reprodutivas e índices derivados destas que foram analisadas no presente trabalho

Características Vegetativas	Características reprodutivas	Índices derivados das características vegetativas
Número de ramos	Número de botões	Crescimento acumulado (cm)
Comprimento dos ramos (cm)	Número de flores	Crescimento por estação (cm)
Ramos quebrados	Número de frutos	
Ramificação dos ramos		
Número de folhas/ramo		

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

As fórmulas utilizadas para o cálculo dos índices derivados das características vegetativas estão explicitadas nas equações 1 e 2.

Comprimento da estação atual - Comprimento da primeira estação de medição do ramo = crescimento acumulado (eq. 1)

Comprimento da estação atual - Comprimento da estação anterior = crescimento por estação (eq. 2)

### *Variáveis climáticas*

Os dados climáticos foram coletados na estação climática da EESJ pelo CIRAM (Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidro-Meteorologia de Santa Catarina), vinculado a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

S.A). No presente estudo, foram utilizados a média das temperaturas máxima, mínima e média ( $^{\circ}\text{C}$ ), da umidade relativa (%), bem como o total de precipitação (mm), insolação (horas), horas frio e dias de geada.

Para os comparativos das variáveis climáticas 2017/2018 foram tomados os registros de novembro na primavera no ciclo 2017 até setembro na primavera de 2018. Para o ciclo 2018/2019 foi registrado a partir de outubro na primavera de 2018 até julho de 2019 correspondente a data da última avaliação do crescimento dos ramos em campo.

#### *Análise estatística*

Os dados das características vegetativas, reprodutivas, tipos de ramos e os índices de crescimento e ramificação (Tabela 3-2), foram submetidos a Análise de Variância e para a comparação de médias foi utilizado o teste de Tukey sendo abordadas as seguintes análises:

- 1) trifatorial (estações, variedades e tipo ramos) desde a primeira estação até a última, para as variáveis relacionadas aos ramos;
- 2) bifatorial (variedades e tipo ramos) sobre frutificação na primavera 2017;
- 3) bifatorial (variedades e tipo ramos) sobre a formação (número) de flores na primavera 2018.

Os dados que não cumpriam os pressupostos de normalidade foram transformados por raiz quadrada antes das Análises. Os cálculos dos coeficientes de correlações foram feitos entre as variáveis climáticas e as características de ramos e frutos avaliadas sendo um valor por planta do total do número de tipo de ramos e o índice do somatório para cada variável avaliada. Todos os cálculos foram realizados no programa R (R Core Team, 2018).

O grau de associação entre as características avaliadas foi estimado pelo coeficiente de correlação de Pearson ( $P < 0,05$ ). Os coeficientes de correlação de Pearson, estimados pelo programa R (R Core Team, 2018) foram classificados de acordo com Mukaka (2012) em: muito forte ( $> 0,9$ ), forte ( $0,7 - 0,9$ ), moderada ( $0,5 - 0,7$ ), fraca ( $0,3 - 0,5$ ) e muito fraca ( $< 0,3$ ). As Figuras foram editados em Corel Draw<sup>®</sup> para retirar as correlações entre variáveis climáticas.

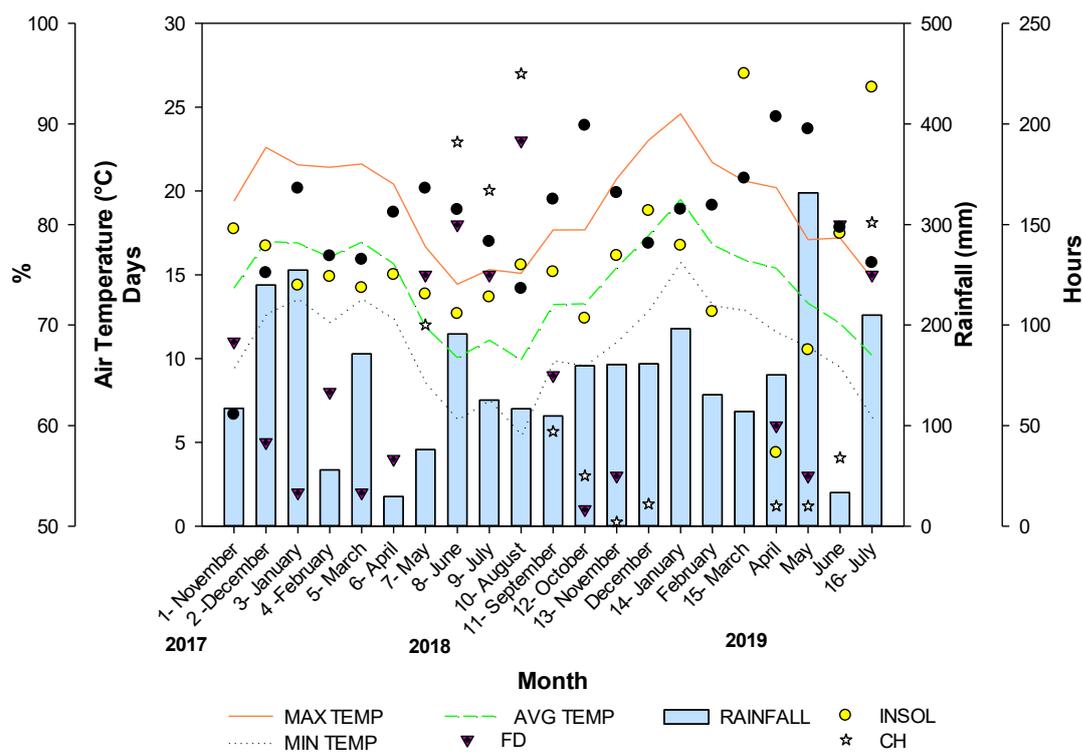
## **RESULTADOS**

### *Clima*

A quantidade de chuvas foi menor no período entre outubro e julho 2017/2018 (1487 mm), comparativamente ao compreendido para os mesmos meses de 2018/2019 (1647 mm) e ambas maiores quando comparados com a média histórica para o mesmo período (1386 mm). A média das temperaturas máximas, mínima e média foi maior no período 2018/2019 (19,8,

11,4 e 14,9°C) comparado com o período 2017/2018 (18,7, 10,2 e 13,9°C); A umidade relativa foi maior no período 2018/2019 (83,5%) com relação ao compreendido entre 2017/2018 (77,6%) (Figura 3-1).

Figura 0-1. Dados climáticos da Estação Experimental de São Joaquim, Epagri, onde foi feita a coleta de dados das plantas de goiabeira-serrana, durante novembro de 2017 a julho de 2019. MAX TEMP – média das temperaturas máximas em °C; MIN TEMP – média das temperaturas mínimas em °C; AVG TEMP – média das temperaturas médias em °C; FD – (Dias de Geadas); RAINFALL (mm) – milímetros de chuva no mês; RH: Umidade Relativa (%); CH – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.



Fonte: Elaborado por Anyela Mayerly Rojas Molina com dados do CIRAM/Epagri.

Também no ciclo avaliado de 2017/2018 ocorreu um maior número de dias com geada (112 dias) do que no ciclo 2018/2019 (69 dias) e muito maiores quando comparados com os dados históricos (32 dias). A quantidade de insolação, embora com pequenas variações no decorrer dos meses, no total do ano foi similar nos dois ciclos avaliados (1366 e 1357<sup>2</sup> horas, respectivamente) ambas menores aos dados históricos para essa variável (1611 horas).

<sup>2</sup> Nos meses de abril e maio de 2019 houve problemas com alguns aparelhos que impediram o registro de algumas variáveis, principalmente de insolação, durante 15 dias nos dois meses.

Os indivíduos da cultivar Mattos apresentaram o menor tamanho (2,5 m de altura e 2,9 m de diâmetro da copa), comparativamente as demais (Tabela 3-3), devido às podas realizadas nos anos anteriores ao presente estudo. As plantas das outras duas cultivares não haviam sido podadas. O diâmetro das plantas da cultivar Triumph foram medidas aos 20 cm pois elas bifurcaram em duas pernas abaixo dos 30 cm da superfície.

Tabela 0-3. Médias de altura e diâmetro da copa e do tronco, idade e relação esporões:brindila das plantas de *A. sellowiana* avaliadas. São Joaquim, SC.

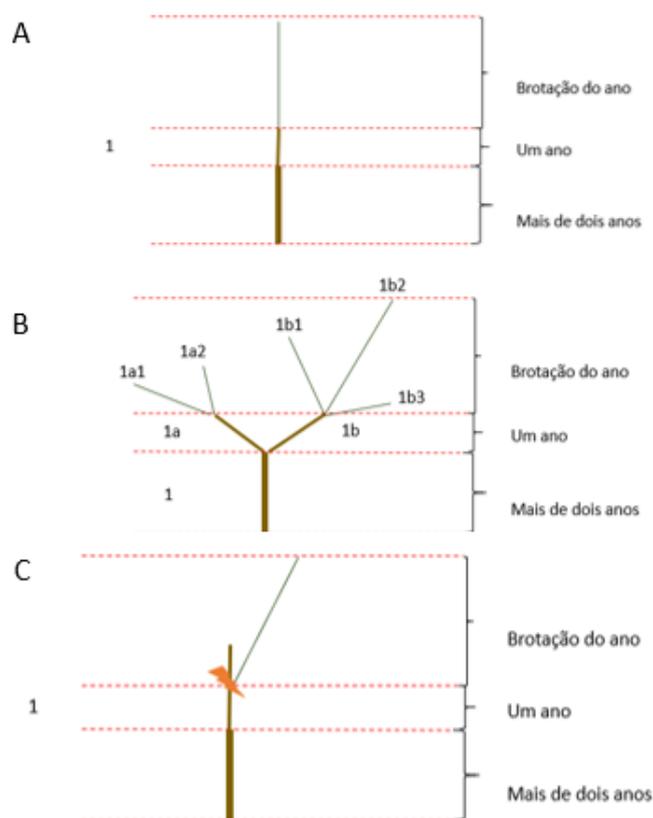
<b>Cultivar</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Diâmetro copa (m)</b>	<b>Diâmetro do tronco<sup>3</sup> (cm)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Relação esporões:brindila</b>
Mattos <sup>1</sup>	2,50	2,90	11,00	13	7,0±5,3 <sup>5</sup>
Nonante <sup>1</sup>	3,40	3,40	14,15	15	1,0±0,2
Triumph <sup>2</sup>	3,40	3,50	13,50 <sup>4</sup>	11 <sup>4</sup>	1,7±1,0
Média	3,10	3,27	12,89		

<sup>1</sup>Média de três plantas. <sup>2</sup>Média de duas plantas. <sup>3</sup> Diâmetro medido a 30 cm da superfície <sup>4</sup> Diâmetro medido a 20 cm da superfície; <sup>4</sup>Uma das plantas tinha 23 anos; <sup>5</sup>Média mais ou menos o desvio padrão.

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

Os resultados indicam a ocorrência dos seguintes padrões de crescimento: a partir da gema apical, em que a gema apical continuou seu crescimento (Figura 3-2 A); crescimento por brotação de gemas axilares, cuja brotação foi a partir de gemas axilares (Figura 3-2 B), e brotação a partir de ramos quebrados, com o crescimento de uma ou mais gemas axilares (Figura 3-2 C).

Figura 0-2. Tipos de brotação baseados na origem e idade dos brotos apicais ou axilares a partir dos quais foi registrado o crescimento em plantas de *A. sellowiana*. A) gema apical continuou seu crescimento; B) crescimento por brotação de gemas axilares; C) brotação a partir de ramos quebrados, com o crescimento de uma ou mais gemas axilares. EESJ. São Joaquim, 2019.



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

### *Dinâmicas entre esporões e brindilas*

As dinâmicas da quantidade e o crescimento dos esporões e brindilas foram constatadas a partir das somas de comprimento avaliadas mensalmente, que por sua vez dependeram do número de ramos vivos durante a avaliação. Foram retiradas das somas os ramos quebrados (Tabela 3-4). O número de brindilas e esporões apresentaram diferenças a partir do verão de 2019, diminuindo o número de esporões e aumentando as brindilas (Tabela 3-5). As ramificações que se apresentaram durante os ramos avaliados mostraram diferenças por estação, cultivar e tipo de ramo, e nas interações entre estação e tipo de ramo e cultivar e tipo de ramo (Tabela 3-6). A cultivar com maior ramificação dos ramos foi a 'Mattos' (4,91), seguida da 'Triump' (2,11) e da 'Nonante' (0,71). Maiores ramificações foram observadas nos ramos caracterizados como brindilas (4,36) que nos esporões (0,91). A diferença da ramificação entre esporões e brindilas começa se observar no outono de 2018 se mantendo até o final das avaliações (Tabela 3-6). Todas as cultivares tem maior a quantidade de brindilas, sendo a 'Mattos' a que apresenta maior quantidade de brindilas e esporões (Tabela 3-7).

Tabela 0-4. Número de ramos totais durante as avaliações dos anos 2017-2019 e em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ )

<b>Cultivar</b>	<b>Numero de ramos</b>
Mattos	15,29 a***
Nonante	7,10 b
Triumph	11,29 b
Média	11,21

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Tabela 0-5. Número de brindilas e esporões por estação dos ramos selecionados durante as avaliações dos anos 2017-2019 e em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup>=não significativo.

<b>Estação/ano</b>	<b>Brindila</b>	<b>Esporão</b>
Primavera/2017	6,62 aA	11,88 Aa
Verão/2018	9,38 aA	12,38 aA
Outono/2018	10,50 aA	12,00 aA
Inverno/2018	10,25 aA	12,00 aA
Primavera/2018	14,38 aA	14,62 aA
Verão/2019	15,25 aA	6,50 aB
Inverno/2019	15,25 aA	6,00 aB

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Tabela 0-6. Número de ramificações dos ramos avaliados por estação por brindilas e esporões dos ramos avaliados durante os anos 2017-2019 e em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai

\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ )

<b>Estação/Ano</b>	<b>Brindila</b>	<b>Esporão</b>
Primavera/2017	6,63 bA	11,88 aA
Verão/2018	9,38 abA	12,38 aA
Outono/2018	10,50 aA	12,00 aB
Inverno/2018	10,25 aA	12,00 aB
Primavera/2018	14,38A	14,62 aB
Verão/2019	15,25 aA	6,50 aB
Inverno/2019	15,25 aA	6,00 aB

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Tabela 0-7. Número de ramificações dos ramos avaliados por cultivar classificados como brindilas e esporões durante os anos 2017-2019 das cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Cultivar	Brindila	Esporão
Mattos	15,05 aA*	15,52 aB***
Nonante	8,52 cA	5,67 bB
Triumph	11,29 bA	11,29 bB
CV(%)	24,92	

#### *Crescimento vegetativo dos ramos*

O índice do crescimento dos ramos mostrou diferenças altamente significativas por cultivar, sendo maior na ‘Mattos’ (212,5 cm), diferindo da ‘Triumph’ e da ‘Nonante’ (Tabela 3-8). O crescimento foi progressivo até a primavera de 2018, quando ocorreu um leve decréscimo no crescimento no inverno de 2019 (Tabela 3-9). Como é de se esperar, sendo de maior tamanho e por estarem em maior quantidade nos ramos avaliados, as brindilas têm maior comprimento total (Tabela 3-10, 3-11).

Tabela 0-8. Índice (soma do Crescimento) dos ramos avaliados por cultivar avaliados durante os anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,0005$ )

Cultivar	Comprimento (cm)	Crescimento por estação (cm)
Mattos	212,5 a***	25,6 a
Nonante	89,15 c	4,21 c
Triumph	130,3 b	5,11 b
Média	145,72	12,46

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Tabela 0-9. Índice (soma do Crescimento), crescimento acumulado e por estação dos ramos avaliados durante os anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,0005$ )

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup>=não significativo.

Estação do ano	Comprimento (cm)	Crescimento acumulado (cm)	Crescimento por estação (cm)
----------------	------------------	----------------------------	------------------------------

Primavera/2017	83,30 e*	0,00 <sup>3</sup> e***	0,00 f***
Verão/2018	113,40 d	10,96 d	9,55 d
Outono/2018	126,50 c	25,52 c	15,34 c
Inverno/2018	125,00 c	22,94 c	1,50 ef
Primavera/2018	193,00 a	73,78 b	34,28 a
Verão/2019	189,80 ab	88,45 a	24,72 b
Inverno/2019	189,00 b	88,01 a	1,81 e
Média	145,72	43,81	12,46

Tabela 0-10. Índice (soma do Crescimento), crescimento acumulado e por estação dos ramos classificados como brindilas e esporões avaliados durante os anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,0005$ )

Tipo de ramo	Comprimento (cm)	Crescimento acumulado (cm)	Crescimento por estação (cm)
Brindila	222,10 a***	77,46 a***	21,97 a
Esporão	69,30 b	10,16 b	2,95 b
Média	145,72	43,81	12,46

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Tabela 0-11. Comprimento (cm) dos ramos classificados como brindilas e esporões avaliados durante estações dos anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Estacao	Comprimento (cm)	
	brindila	esporao
Primavera/2017	98,50 cA***	68,10 aA
Verão/2018	147,40 bcA	79,30 aB
Outono/2018	174,90 abcA	78,10 aB
Inverno/2018	172,10 abcA	78,00 aB
Primavera/2018	288,10 abA	97,90 aB
Verão/2019	336,00 aA	43,60 aB
Inverno/2019	338,00 aA	40,10 aB

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

<sup>3</sup> O valor zero para o crescimento acumulado e o crescimento por estação é devido a que por serem os primeiros valores não tinha comparativo para fazer os índices.

Na característica crescimento de ramos houve diferenças estatísticas entre os tipos de ramos, as estações e as cultivares (Tabelas 3-12). A análise da variância também revelou significância estatística para as interações simples e a tríplice. O crescimento acumulado foi maior na cultivar Mattos e, nas brindilas, sendo já diferente desde o verão de 2018, enquanto o crescimento dos esporões foi expressivo na primavera de 2018 (Tabela 3-12). O somatório do crescimento por estação dos ramos foi sempre maior nas brindilas. Da mesma forma, o somatório do crescimento por estação das brindilas sempre maior na ‘Mattos’, quando comparado com as outras cultivares testadas (Tabela 3-13).

Tabela 0-12. Índice por estação (crescimento acumulado em cm) dos ramos classificados como brindilas e esporões avaliados durante as estações dos anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Estação	Brindila			Esporão		
	Mattos	Nonante	Triumph	Mattos	Nonante	Triumph
Primavera/2017	0,0 cA**** <sup>4</sup>	0,0 bA	0,0 dA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 aA
Verão/2018	34,6 bA	2,9 bB	1,8 dB	13,8 abA	1,3 aA	7,0 a A
Outono/2018	68,3 bA	16,2 abB	11,3 cdB	18,1 abA	3,8 aA	9,0 aA
Inverno/2018	67,8 bA	16,6 abB	14,7 bcdB	18,1 abA	4,2 aA	8,8 aA
Primavera/2018	253,3 aA	47,7 aB	50,8 abcB	48,6 aA	3,7 aB	9,5 aB
Verão/2019	330,1 aA	59,1 aB	81,9 aB	17,2 abA	4,0 aA	10,1 aA
Inverno/2019	333,6 aA	59,4 aB	73,7 abB	16,5 abA	4,0 aA	10,1 aA

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Tabela 0-13. Índice por estação (crescimento por estação em cm) dos ramos classificados como brindilas e esporões avaliados durante as estações dos anos 2017-2019 em ramos de cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Cultivar	Brindila	Esporão
Mattos	44,90 aA***	6,40 aB
Nonante	7,80 bA	0,60 aB
Triumph	8,90 bA	1,30 aB

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Considerando a morte dos ramos avaliados, foi constatado que a maior quantidade de ramos mortos ocorreu na cultivar Triumph (40), seguida na ‘Mattos’ (24) e por último, na

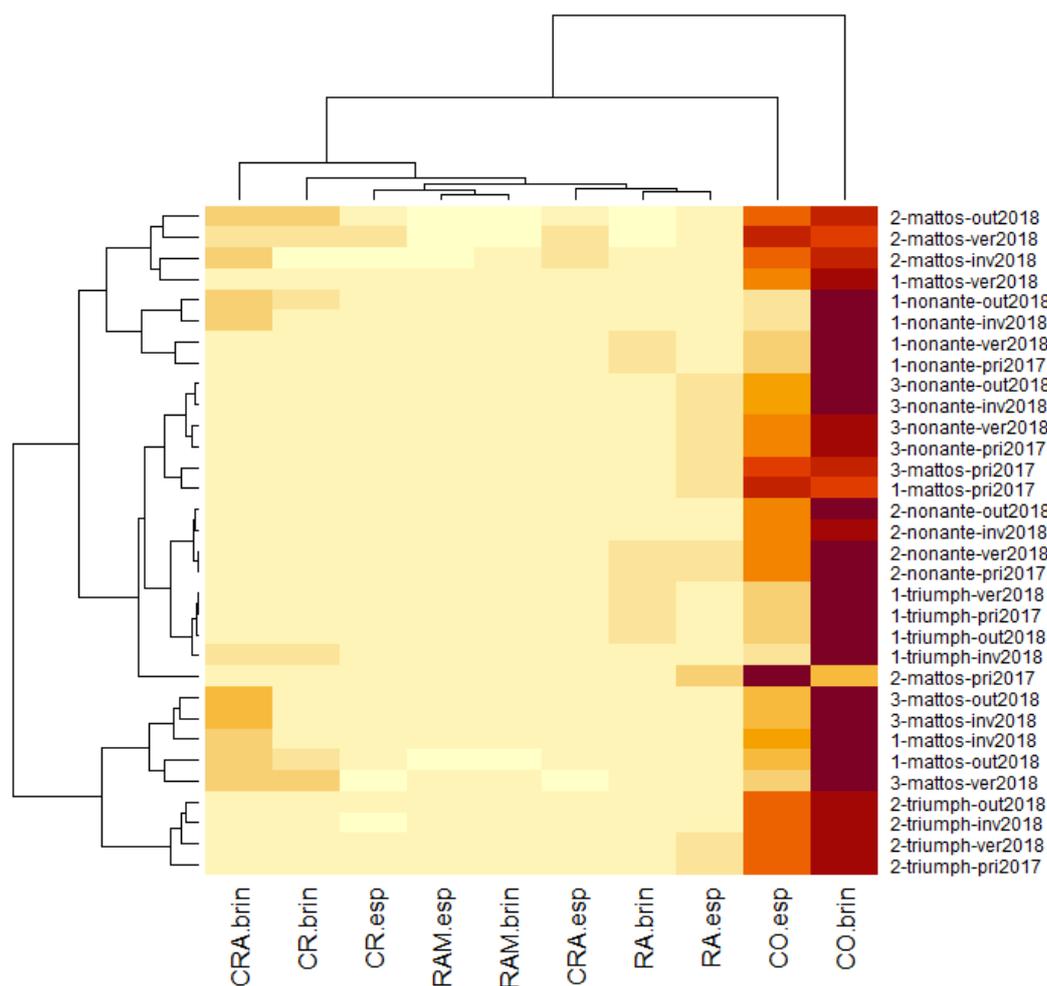
<sup>4</sup> O valor zero para a primavera de 2017 é porque foi medido como o valor inicial

‘Nonante’ (7) com percentuais de morte de 53%, 33% e 14%, respectivamente. Além disso, o maior número de mortes de ramos foi verificado no verão de 2019. Em relação aos ramos quebrados, na cultivar Mattos foi observado que sete ramos quebraram durante o período da avaliação.

A relação entre as características de crescimento de ramos das cultivares durante as estações está mostrada na Figura 3-3, sendo que as cores mais intensas indicam uma maior associação entre as variáveis. Desta análise cabe destacar que o comprimento das brindilas apresentaram maior associação com as cultivares em todas as estações do que os esporões. De forma contrária, o número de ramificações tanto de brindilas como de esporões estão fracamente associadas a cultivares ou estações.

Durante o primeiro ano de avaliação foram observados crescimentos altos durante a primavera, seguido de menores crescimentos no verão e no outono, para logo se manterem estáveis no inverno. Um novo crescimento destes ramos, desta vez mais acentuado, foi observado na primavera (setembro e novembro), e de outro menor no verão (março), mais também apresentaram crescimento. Durante outono e inverno, o comprimento dos ramos se manteve estável, mas apresentaram crescimento a partir do final do inverno e no início da primavera. Além disso, foram observadas interações significativas entre as estações e os tipos de ramo, indicando que brindilas e esporões têm comportamento de crescimento diferenciado ao longo das estações.

Figura 0-3. *Heatmap* de correlação de entre características de crescimento e desenvolvimento (nas colunas) e cultivares Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TB) avaliadas das plantas da *A. sellowiana* durante as quatro estações (nas linhas). RA-esp – Ramos por esporão, RAM-esp – Ramificação por esporão, CO-esp – Comprimento por esporão, CRA-esp – Crescimento acumulado por esporão, CR-esp – Crescimento por esporão, RA-brin – Ramos por brindila, RAM-brin – Ramificação por brindila, CO-brin – Comprimento das brindilas, CRA-brin – Crescimento acumulado das brindilas, CR-brin – Crescimento das brindilas. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.



#### *Coefficientes de Correlação entre variáveis climáticas e de crescimento e desenvolvimento*

Os resultados revelaram associação positiva entre insolação e crescimento acumulado de ramos ( $r=0,31$ ;  $P<0,05$ ) (Figura 3-4). Por outro lado, a umidade relativa esteve correlacionada positivamente com o crescimento acumulado de ramos ( $r=0,31$ ;  $P<0,05$ ). Para as variáveis de crescimento dos ramos não foram encontradas correlações significativas com as temperaturas.

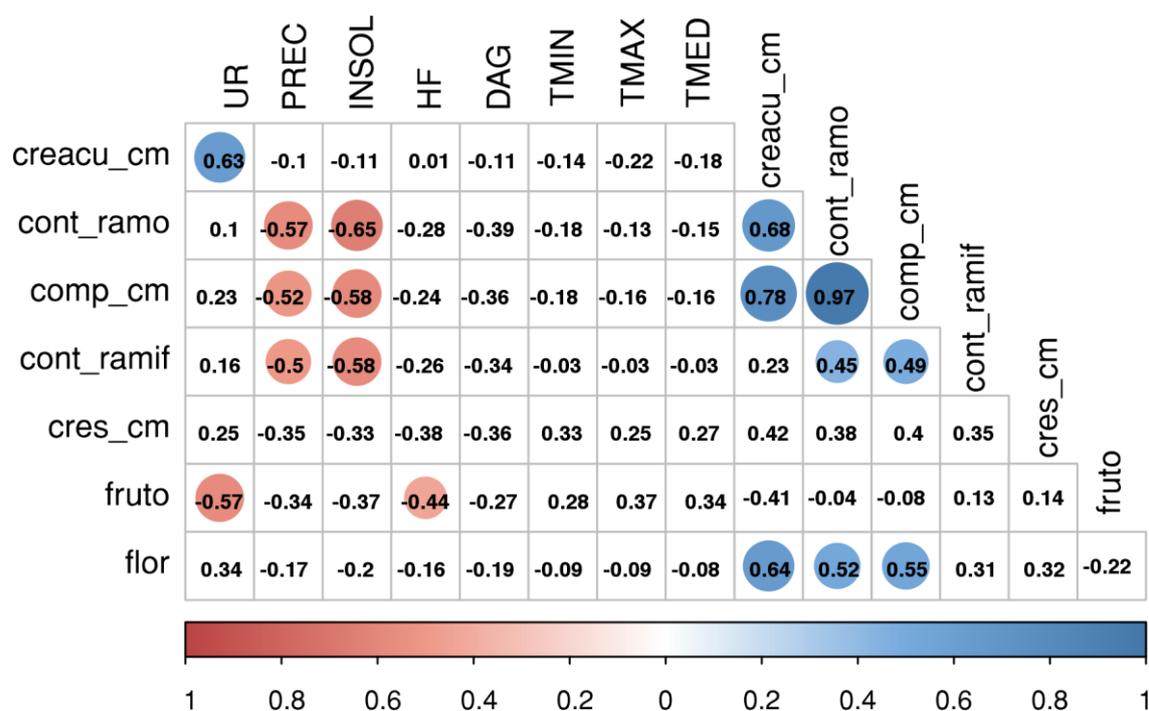
Estudos têm demonstrado que a *A. sellowiana* tolera temperaturas baixas ou negativas (ex: FISCHER, 2003; THORP, 2008). No entanto, os resultados do presente trabalho demonstraram que o número de horas de frio apresentou um coeficiente de correlação negativo com o número de frutos ( $r=-0,31$ ). Para frutíferas caducifólias como macieira e pereira, foi demonstrada a influência das baixas temperaturas na cessação do crescimento (HEIDE; PRESTUD, 2005).

Coefficientes de correlação positivos foram encontrados entre o crescimento acumulado de ramos e a radiação ( $r=0,31$ ;  $P<0,05$ ). A luz é um fator importante para o desenvolvimento dos ramos, como tem sido demonstrado para outras espécies

(BURKHOLDER, 1936; GIRAULT et al., 2010). Em kiwi, a modificação da quantidade e qualidade de luz induziu respostas diferenciadas em vários aspectos do crescimento dos pomares de kiwi, tais como crescimento da parte aérea, tamanho das folhas, dos pecíolos, e a formação de nós (BASILE et al., 2014). Em condições de alta luminosidades de baixa umidade relativa, características de ambientes desérticos dos Estados Unidos, plantas de *A. sellowiana* tem mostrado respostas adaptativas aumentando a densidade de tricomas na fase abaxial (MARTIN et al., 1994).

A maioria dos coeficientes de correlação de Pearson entre características de desenvolvimento reprodutivo de todas as cultivares analisadas conjuntamente, Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU), e variáveis climáticas foi muito baixo, indicando de maneira geral a associação entre características reprodutivas e condições climáticas explicam uma quantidade baixa da variação e podem ser consideradas tênues (Figura 3-4). As exceções ficaram por conta das temperaturas máxima e média com o número de frutos, indicando que temperaturas amenas favoreceram o desenvolvimento de frutos (valores do  $r$  próximos a 0,30), pois explicam pelo menos 10% da variação. Tanto o número de horas de frio e a umidade relativa correlacionaram negativamente com o número de frutos, embora de maneira fraca ( $r=-0,31$ ). O número de flores teve correlação fraca positiva com o crescimento dos ramos ( $r=0,42$ ), indicando que ramos que cresceram tiveram maior floração.

Figura 0-4. Coeficientes de correlação de Pearson entre características de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de *A. sellowiana* Mattos (TB), Nonante (TB) e Triumph (TU) e variáveis climáticas, durante os meses de setembro de 2017 e julho de 2019. São Joaquim, SC. Abreviaturas: TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN – média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; INSOL - Horas de insolação total mensal; HF – Horas de frio; DAG – (Dias de Geadas); UR: Umidade Relativa (%); cont\_ ramo – numero de ramos por ramo selecionado; cont\_ ramifi – numero de ramificações por rama; cres\_cm – crescimento dos ramos; com\_cm – comprimento dos ramos (cm); creacu\_cm – crescimento acumulado (cm). TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

#### *Coefficiente de correlação por cultivar*

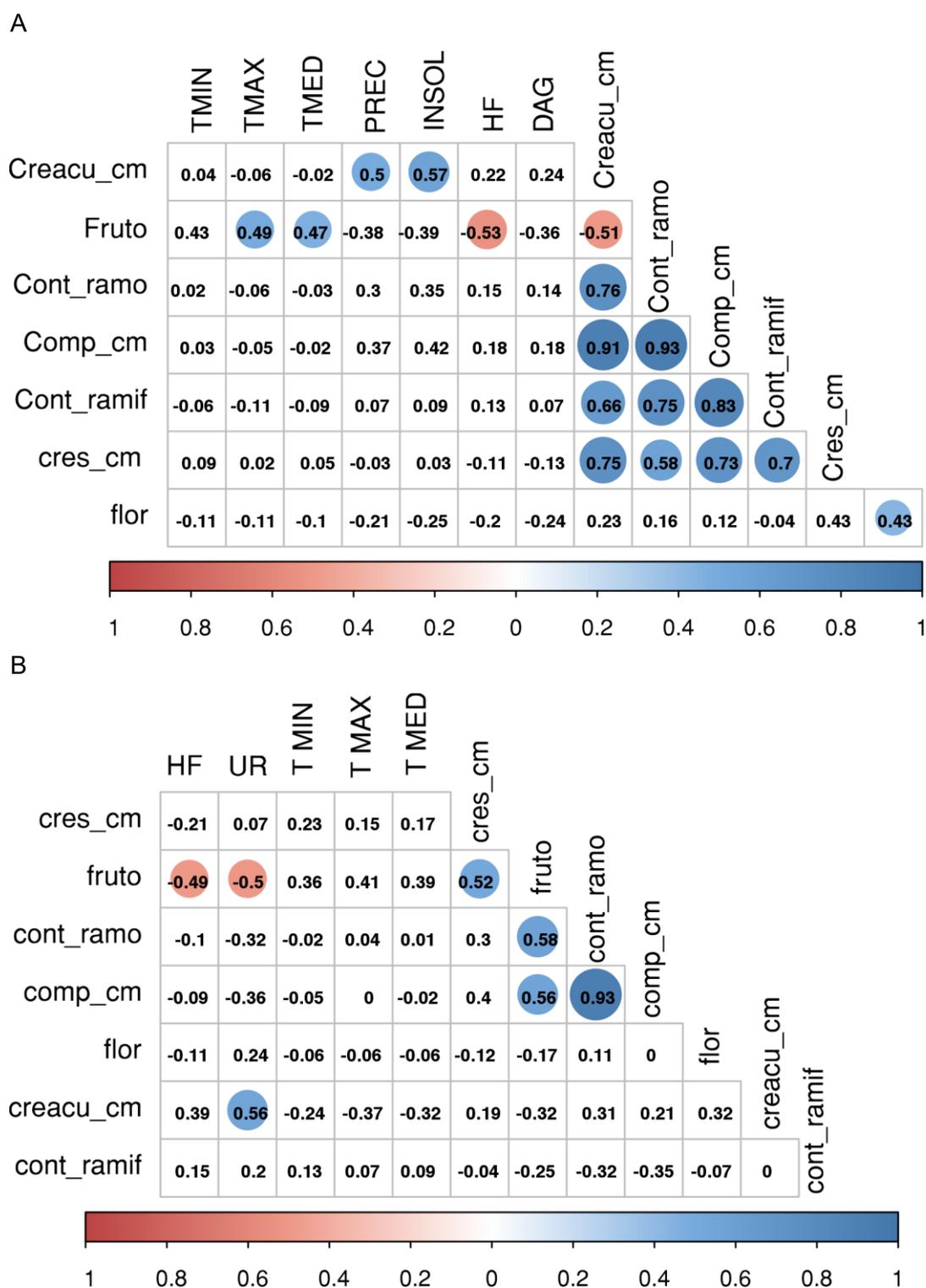
A cultivar Nonante apresentou valores de coeficientes de correlação moderados, positivos e estatisticamente significativos para a variável fruto por ramo em brindilas com temperaturas máximas e médias ( $r$  próximo a 0,50) (Figura 3-5A) e correlação negativa moderada significativa com número de horas de frio e umidade relativa para brindilas e esporões (Figura 3-5 A e B). Com as variáveis de crescimento de ramos, o número de fruto por ramo exibiu coeficiente de correlação moderado e negativo com crescimento acumulado de brindilas (Figura 3-5 A) e moderados e positivos com o número de ramos, comprimento dos ramos e crescimento de esporões (Figura 3-5 B). A característica número de flores por ramo unicamente obteve correlação positiva com a umidade relativa para brindilas. Na análise da associação entre variáveis de crescimento e de clima, o crescimento acumulado e a precipitação e a insolação tiveram correlação moderada e positiva para brindilas, o crescimento acumulado com a umidade relativa apresentou  $r=0,56$ , e o coeficiente de correlação entre o número de ramificações com insolação foi de 0,48 para esporões (Figura 3-5).

Para a cultivar Mattos as variáveis de precipitação, insolação e umidade relativa apresentaram os maiores coeficientes de correlação e  $P>0,05$  com as variáveis de crescimento e número de ramos e ramificações, principalmente para as brindilas (Figura 3-6 A). Quando a análise foi feita com os esporões, as variáveis flor e fruto por ramo revelaram valores de

coeficiente de correlação negativos e moderados do número de frutos por ramo e a umidade relativa e o número de flores por ramo apresentou correlação moderada e positiva com as variáveis de crescimento acumulado dos ramos e número de ramos (valor do  $r$  variando de 0,55 a 0,64) (Figura 3-6 B). É relevante ressaltar que quando comparadas as variáveis climáticas que correlacionam positivamente com variáveis para brindilas, também se correlacionam negativamente para as variáveis relacionadas aos esporões, dentre elas, precipitação e insolação para o número de ramos e ramificações de esporões (Figura 3-6 A, B).

Os coeficientes de correlação entre o crescimento acumulado das brindilas na cultivar Triumph e a umidade relativa, a precipitação e a insolação, foram positivos e moderados com dos ramos ( $r=0,55$ ,  $r=0,56$ ,  $r=0,66$ , respectivamente); bem como entre o número de ramificações com o número de frutos em brindilas ( $r=0,58$ ). Já para os esporões, na cultivar Triumph, o número de frutos está positivamente e muito fortemente correlacionado com o crescimento total dos ramos ( $r=0,95$ ) e a correlação foi positiva e moderada entre o número de frutos e o número de ramificações ( $r=0,63$ ) (Figura 3-7 A, B).

Figura 0-5. Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis climáticas e de crescimento e desenvolvimento da cultivar Nonante (Tipo Brasil) para A) Brindilas e B) Esporões. Abreviaturas: TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; INSOL - Horas de insolação total mensal; HF – Horas de frio; DAG – (Dias de Geadas); UR: Umidade Relativa (%); cont\_ ramo – numero de ramas por ramo selecionado; cont\_ ramifi – numero de ramificações por rama; cres\_cm – crescimento dos ramos; com\_cm – comprimento dos ramos (cm); creacu\_cm – crescimento acumulado (cm)

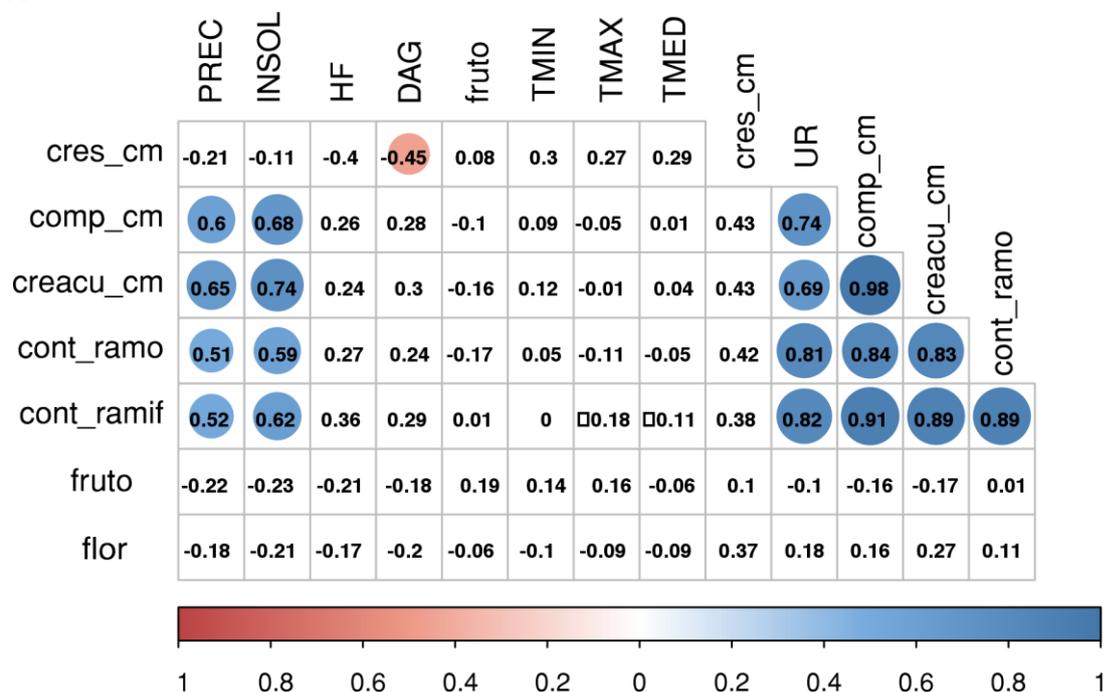


Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

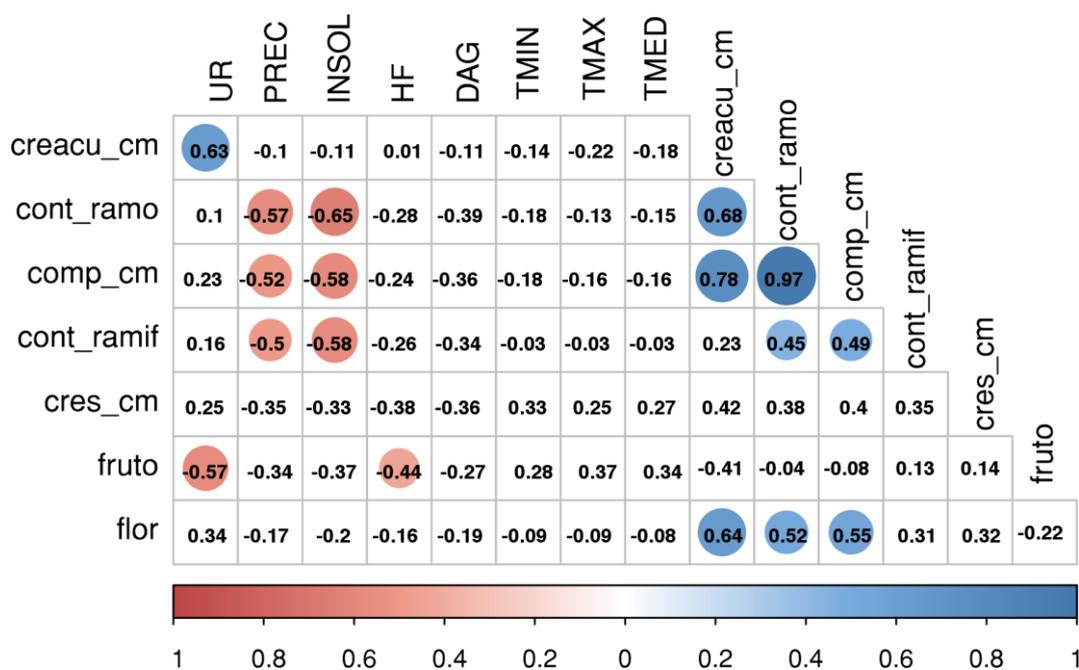
Figura 0-6. Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis climáticas e de crescimento e desenvolvimento da cultivar Mattos (Tipo Brasil) para A) Brindilas e B) Esporões. Abreviaturas: TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; PREC (mm)

– milímetros de chuva no mês; INSOL - Horas de insolação total mensal; HF – Horas de frio; DAG – (Dias de Geada); UR: Umidade Relativa (%); cont\_ ramo – numero de ramas por ramo selecionado; cont\_ ramifi – numero de ramificações por rama; cres\_ cm – crescimento dos ramos; com\_ cm – comprimento dos ramos (cm); creacu\_ cm – crescimento acumulado (cm)

A



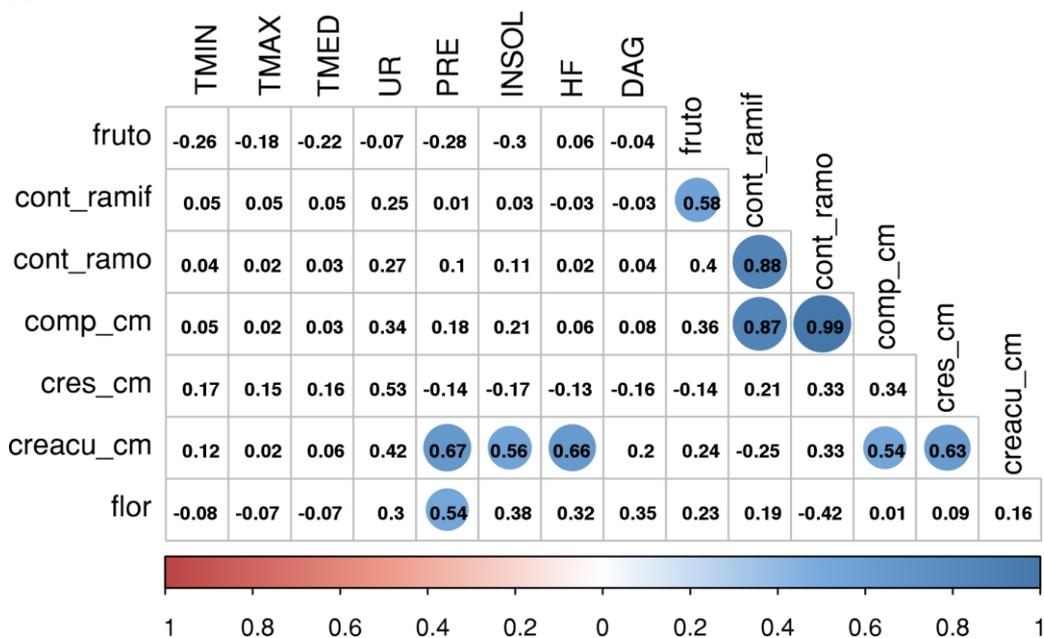
B



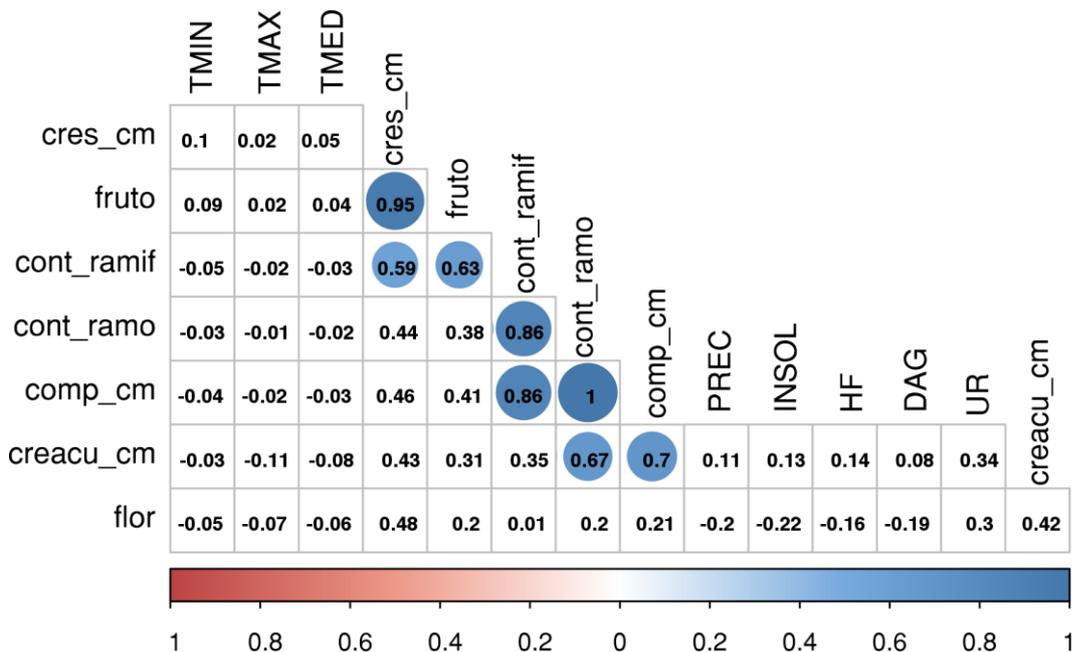
Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

Figura 0-7. Coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis climáticas e de crescimento e desenvolvimento da cultivar Triumph (Tipo Uruguai) para A) Brindilas e B) Esporões. Abreviaturas: TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; INSOL - Horas de insolação total mensal; HF – Horas de frio; DAG – (Dias de Geadas); UR: Umidade Relativa (%); cont\_ramo – numero de ramas por ramo selecionado; cont\_ramifi – numero de ramificações por rama; cres\_cm – crescimento dos ramos; com\_cm – comprimento dos ramos (cm); creacu\_cm – crescimento acumulado (cm)

A



B



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

*Floração e Frutificação segundo variedade e tipo de ramo*

Embora o maior número de flores foi produzido nas brindilas (11,63 flores/ramo principal) quando comparadas com os esporões (3,75 flores/ramo principal), não houve diferenças estatisticamente significativas na floração entre as cultivares testadas na primavera de 2018, por tipo de ramo (média de 7,69 flores/ramo principal), mas sim na frutificação. Os resultados da análise da frutificação da safra de 2017-2018 mostraram diferenças altamente significativas na frutificação entre as cultivares, sendo que a ‘Nonante’ apresentou a maior frutificação (8,50 frutos/ramo principal) comparativamente as outras duas cultivares testadas (Tabela 3-14). Este resultado é devido a maior frutificação nas brindilas comparativamente aos esporões (Tabela 3-15).

A cultivar Triumph floresceu em várias épocas do ano e frutificou durante o verão, outono e inverno; porém a relação de frutos foi muito baixa, devido que nesta cultivar ocorreu a queda de frutos antes dos 60 dias. Estes resultados indicam que esta cultivar não está adaptada a condições subtropicais, como no local onde foi efetuado o estudo, o que é coerente com a sua origem genética, pois Triumph é do tipo Uruguai.

Tabela 0-14. Frutificação na safra 2017-2018 e floração na primavera de 2018 em ramos de cultivares Mattos, Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil, TU – Tipo Uruguai.

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,0001$ ), <sup>ns</sup>=não significativo.

<b>Cultivar</b>	<b>Numero de frutos por ramo safra 2017-2018</b>	<b>Floração primavera 2018</b>
Mattos	1,33 b***	13,67
Nonante	8,50 a	4,17
Triumph	0,25 b	4,00
Media	3,75	7,69 <sup>ns</sup>

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

Tabela 0-15. Frutificação na safra 2017-2018 e floração na primavera de 2018 em ramos de cultivares Mattos, Nonante (TB) e Triumph (TU) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. 2019. <sup>ns</sup>=não significativo.

<b>Tipo de ramo</b>	<b>Numero de frutos por ramo safra 2017-2018</b>	<b>Floração primavera 2018</b>
Brindila	3,50 <sup>ns</sup>	11,63
Espora	4,00	3,75
Médias	3,75	7,69

## DISCUSSÃO

De maneira geral, é conhecido que, nas condições da Nova Zelândia, a *A. sellowiana* inicia o crescimento em setembro e cessa em janeiro e que há um menor fluxo de crescimento até o final do verão (THORP, 2002). Nas condições subtropicais, como as de altitude em São Joaquim, SC, no Brasil, observa-se um padrão de crescimento quase contínuo, tendo uma diminuição do fluxo no inverno, mas não sendo totalmente cessado neste período.

Os resultados do período avaliado indicaram que existem dois picos de crescimento, um durante a primavera e outro durante o verão. Thorp e Bielecky (2002) afirmam que há diferentes padrões de crescimento na feijoa dependendo a idade, sendo que as plantas em estado juvenil têm maior crescimento a partir das gemas terminais, enquanto as flores se encontram nas posições laterais, próximas da base dos novos crescimentos, e que na medida que as plantas vão tendo maior idade, a tendência de crescimento é nas gemas subterminais devido à morte das gemas terminais.

É importante conhecer quais tipos de estruturas são mais produtivas para assim poder favorecer estes tipos de ramos nas práticas de manejo das plantas. Nas condições deste estudo, não se observaram diferenças no número de frutos formados entre os tipos de ramos avaliados, caracterizados como esporões e brindilas, mas sim no fator cultivar, para a frutificação. Variedades de *A. sellowiana* apresentaram diferentes padrões de crescimento, sendo algumas mais vigorosas e outras com padrões de menor ramificação; a ‘Mattos’ apresentou a maior quantidade de ramos e também a maior quantidade de ramificações, mas isso não garantiu uma maior produção (Tabela 3-14). Por isso, práticas de manejo como poda, são necessárias. Em locais como na Colômbia e a Nova Zelândia, o manejo das árvores é realizado sob um líder forte e algumas ramificações, com ramos bem espaçadas. Algumas podas no inverno, que eliminam ramos que sejam pouco frutíferos, facilitem a polinização e favorecem a entrada de luz e das aves no dossel entre outras vantagens (DUARTE; PAULL, 2015; QUINTERO, 2003; THROP, 2008). Podas drásticas realizadas no crescimento de anos anteriores podem ter a resposta de um excesso de crescimento vegetativo nos primeiros anos (DONAZZOLO, comunicação pessoal). Assim, é necessário adotar práticas de manejo diferenciadas segundo o vigor da cultivar.

Na macieira, tem se observado diferenças na estabilidade entre a produção entre esporões e brindilas, nas quais, dependendo da cultivar, os esporões apresentam produção mais estável entre os anos (FRANCESCATO et al., 2015). Contudo, a pergunta se havia diferença na produção nas condições do presente estudo foi rejeitada, mas sim se observa que a maior crescimento vegetativo não corresponde a maior frutificação.

É também importante mencionar, que o presente estudo teve início na metade da primavera de 2017 e então não foi possível avaliar o florescimento, que tinha ocorrido, mas sim a frutificação, cujos frutos amadureceram no verão de 2018. Mas na primavera de 2018 foi feita a avaliação da emissão de flores; contudo, não foram considerados os dados de frutificação no verão de 2019 em razão de que eram muito poucos, nas três cultivares. Diante do fato, não é possível explorar uma das duas hipóteses: se houve retirada dos frutos ou alternância de produção. Desta forma, obtivemos dados de formação de flores e de frutos, mas de anos diferentes. Por isso, os resultados do presente estudo devem ser tomados com cautela e necessitam ser validados futuramente.

#### *Crescimento e desenvolvimento dos ramos*

Na *A. sellowiana* é possível uma caracterização dos ramos nas categorias de brindilas e esporões e que estes apresentam comportamentos diferentes, o que também influencia a quantidade de frutos produzidos. Contudo, este tipo de resultado não ocorre em todas as espécies, pois na oliveira há dificuldade na realização da caracterização de ramos, como evidenciado por Castillo-Ilanque e Rapoport (2011). As observações no presente estudo entre os dados de crescimento e desenvolvimento dos ramos permitem observar que ramos que apresentaram ramificações produziram menos frutos, devido ao fato que se a planta está ramificando vai gastar suas reservas no crescimento e não na frutificação.

#### *Entre os dados de clima com as variáveis de crescimento e desenvolvimento*

Os padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas podem ser modificados por mudanças ambientais tais como temperatura, luz, disponibilidade de água (KOCZY et al., 2013). A alta correlação do crescimento com a insolação é mais uma evidência da importância do tipo da poda que permita abrir o dossel, possibilitando que brotos que estão mais no interior da árvore estejam expostos a maior luminosidade (THOR; BIELESKY, 2002). Ramos localizados nas partes na parte mais externa da copa da árvore recebem maiores quantidades de luz que aqueles que se encontram no interior da copa (NACHTIGALL, 2000). Neste sentido, práticas de manejo como a inclinação dos ramos ou arqueamento, que permite maior abertura da copa favorece a iluminação dentro da árvore, como observado na pereira 'Rocha' (SOUZA, 2014). Da mesma forma, o raleio favorece o acúmulo de foto assimilados (IGLESIAS et al., 2007; FERNANDEZ et al., 2015; PIO et al., 2018).

### *Frutificação segundo variedade e tipo de ramo*

Cada espécie apresenta especificidades nos órgãos de frutificação, sejam estes brindilas ou esporões. No presente trabalho, foram observadas diferenças na frutificação entre os tipos de ramo e as cultivares; similarmente aos resultados encontrados em macieira (PETRI et al., 2016). Em oliveira a condição anterior foi determinante para o desenvolvimento das inflorescências, independentemente do tipo e comprimento da parte aérea (CASTILLO-LLANQUE; RAPOPORT, 2011). Desta forma, no presente estudo, a baixa frutificação no ano anterior pode ter influenciado uma alta floração subsequente na primavera de 2018. Além disso, o vigor do crescimento da ‘Mattos’ pode ter afetado a floração, como foi também observado em macieira por Seleznyova, Tustin e Thorp (2008). Nas condições do Brasil, as brindilas na macieira apresentam altas produtividades, razão pela qual devem ser mantidas nos ramos durante a poda (MADAIL, HERTER e LEITE, 2012).

### **CONCLUSÕES**

Esta primeira análise do crescimento de ramos e sua relação com a etapa reprodutiva na feijoa no centro de diversidade da espécie permitiu avançar na compreensão do comportamento de características vegetativas e reprodutivas coletadas em campo. Se de um lado, houve avanço no conhecimento, por outro oportuniza a realização de outras análises, que incluam também a influência das variáveis climáticas. Os resultados destas análises de correlação e de ordenação mostraram que a relação frutos/ramo tem resposta diferente da maioria das outras variáveis avaliadas em campo, tais como o número de ramos e ramos que ramificaram, que por sua vez, estão possivelmente associadas. Outras características associadas entre si, são as de crescimento, e número de botões por ramo.

Com relação ao tipo dos ramos, foi observado que os ramos caracterizados como brindilas aumentam com o tempo de desenvolvimento da planta, devido ao crescimento dos ramos e, assim, deixando de ser brindilas e tornando-se ramos ao longo do tempo. Há crescimento dos ramos principalmente nas estações de primavera, verão e outono, sendo quase nenhum, o crescimento no inverno.

O período de floração em condições de clima temperado ocorre num período curto. Nossas observações evidenciam que as plantas de *A. sellowiana* apresentam dois tipos de ramos, os quais podem ser classificados como esporões e brindilas. Esta classificação forneceu as primeiras bases que permitam avaliar os tipos de ramificação sobre a floração e frutificação subsequentes, bem como o distinto comportamento das cultivares testadas, mais expressiva na resposta reprodutiva.

A influência das variáveis climáticas, principalmente a precipitação e a umidade relativa com crescimento de ramo na cultivares do Tipo Brasil. Contudo, a umidade relativa negativamente correlacionada com número de flores e flores por ramo na cultivar de Tipo Uruguai, cujo crescimento de ramos respondeu positivamente ao aumento da umidade relativa. Além disso, foi detectado no presente estudo reação mais pronunciada, de uma cultivar ('Mattos') comparativamente a outras, à temperatura, pois houve associação com o número de frutos, de folhas e de flores.

Em termos de perspectivas para o futuro, é muito importante estudar o efeito dos hábitos de frutificação nos anos seguintes aos com alta e baixa carga de frutos e estudar o efeito das práticas de manejo, tais como podas, raleio e arqueamento no crescimento e frutificação dos ramos.

## REFERÊNCIAS

- BASILE, B. et al. Regulation of the vegetative growth of kiwifruit vines by photo-selective anti-hail netting. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 172, p.300-307, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.011>.
- BOUCHÉ, F.; LOBET, G.; TOCQUIN, P.; PÉRILLEUX, C. FLOR-ID: an interactive database of flowering-time gene networks in *Arabidopsis thaliana*. **Nucleic Acids Research**, [s.l.], v. 44, n. 1, p.1167-1171, 17 out. 2015. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/nar/gkv1054>.
- BURKHOLDER, P. R. The role of light in the life of plants II. The influence of light upon growth and differentiation. **Botanical Review**. Vol. 2, No. 3, pp. 97-172. 1936.
- CASTILLO-LLANQUE, F.; RAPOPORT, H. F. Relationship between reproductive behavior and new shoot development in 5-year-old branches of olive trees (*Olea europaea* L.). **Trees**, [s.l.], v. 25, n. 5, p.823-832, 3 abr. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00468-011-0558-6>.
- DUCROQUET, J.P.H.J., HICKEL, E., R., NODARI, R. O. **Goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 66p. (Série Frutas Nativas, 5).
- FRANCESCATTO, Poliana. Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* Borkh.) sob diferentes condições climáticas: da formação das gemas à colheita dos frutos **Tese (doutorado)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2014.
- FERNÁNDEZ, F. J.; LADUX, J. L.; SEARLES, P. S. Dynamics of shoot and fruit growth following fruit thinning in olive trees: same season and subsequent season responses. **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 192, p. 320-330, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.06.028>.
- FISCHER, G. 2003. Ecofisiología, crecimiento y desarrollo de la feijoa pp. 9-26. In: Fischer, G., D. MIRANDA; G. CAYÓN; M. MAZORRA (eds.). Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg). Produmedios, Bogotá. 152 p.

GIRAULT, T. et al. Sugars are under light control during bud burst in *Rosa* sp. **Plant, Cell & Environment**, [s.l.], p.1339-1350, 1 abr. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3040.2010.02152.x>.

HEIDE, O. M.; PRESTRUD, A. K. Low temperature, but not photoperiod, controls growth cessation and dormancy induction and release in apple and pear. **Tree Physiology**, v. 25, n. 1, p. 109–114, 1 jan. 2005.

IGLESIAS, Domingo J. et al. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal Of Plant Physiology**, [s.l.], v. 19, n. 4, p.333-362, dez. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1677-04202007000400006>.

KOCSY, G. et al. Redox control of plant growth and development. **Plant Science**, [s.l.], v. 211, p.77-91, out. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2013.07.004>.

MARTIN C.A.; SHARP, W.P.; RUTER, J.M.; GARCIA, R.L. Alterations in Leaf Morphology of Two Landscape Shrubs in Response to Disparate Climate and Paclobutrazol. **HORTSCIENCE** 29(11):1321–1325. 1994.

NACHTIGALL, G. R. **Estruturas frutíferas na qualidade de maçãs das cultivares Gala e Fuji**. 2000. 57f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

MADAIL, R. H.; HERTER, F. G.; LEITE, G. B. Influence of floral structure and flower bud quality on productivity and fruit shape in different apple cultivars. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 3, p. 686-694, 2012.

PARRA-CORONADO, A.; FISCHER, G., CHAVES-CORDOBA, B. Tiempo térmico para estados fenológicos reproductivos de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). **Acta biol. Colomb.**; v.20 n.1p.163-173, 2015.

PETRI, J.L.; HAVERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado. Florianópolis: Epagri, 2016, 141p.

PIO, R. et al. Advances in the production of temperate fruits in the tropics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [s.l.], v. 41, n. 1, p.1-10, 13 nov. 2018. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.39549>.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. Phenological growth stages of Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] according to the BBCH scale under tropical Andean conditions. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 232, p.184-190, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.059>.

SELEZNYOVA, A. N.; TUSTIN, D. S.; THORP, T. G. Apple Dwarfing Rootstocks and Interstocks Affect the Type of Growth Units Produced during the Annual Growth Cycle: precocious transition to flowering affects the composition and vigour of annual shoots. *Annals Of Botany*, [S.L.], v. 101, n. 5, p. 679-687, 1 fev. 2008. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcn007>.

SOUZA, R.A. Efeito da inclinação dos ramos no crescimento e formação de gomos florais na pereira 'Rocha'. Dissertação (Mestrado) em Fruticultura Integrada. Instituto Politécnico de Castelo Branco Escola Superior Agrária. Portugal. 2014.

THORP, G. Feijoa *Acca sellowiana* (Berg) Burret, Myrtaceae. In: Janick, J. and Paull, R.E. (eds) *Encyclopedia of Fruit and Nuts*. CAB International. 2008

THORP, T. G.; BIELESKI, R. L. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. New Zealand: David Bateman Publishing. p.87, 2002.



**Capítulo 4 - CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DOS NÍVEIS DE CARBOIDRATOS, AMIDO E HORMÔNIOS PRESENTES EM GEMAS VEGETATIVAS E REPRODUTIVAS DE GOIABEIRA-SERRANA (*Acca sellowiana* [O. Berg] Burret)**

**RESUMO**

A goiabeira-serrana [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret], conhecida como feijoa, é uma frutífera perenifolia que é cultivada em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, sendo que nas condições de clima temperado a floração e frutificação são mais sincronizadas comparativamente às demais regiões. O objetivo deste trabalho foi estudar a dinâmica do carbono e os fitohormônios em gemas e ramos de ano e do ano da goiabeira-serrana, nas condições de clima subtropical de altitude em São Joaquim, SC. No Banco Ativo de Germoplasma em São Joaquim SC foram coletados mensalmente ramos das cultivares Mattos (TB) em 16 épocas. As análises foram feitas em gemas e porções de ramos adjacentes. Os carboidratos solúveis totais foram determinados pelo método fenol-sulfúrico com adaptações. Os carboidratos específicos foram determinados por meio de HPLC. A extração e quantificação de hormônios por UPLC-MS. Foi feita a análise de correlação entre as características avaliadas. Foi realizado ANOVA e teste de Tukey para separação de medias. O modelo mais parcimonioso para carboidratos totais da cultivar Mattos considerou a temperatura máxima e a umidade relativa média. Coeficientes de correlação negativas foram obtidas entre carboidratos (solúveis totais, amido, glicose, frutose e sacarose) nos ramos do ano e temperaturas (máxima, média e mínima), enquanto o amido aumenta no meio do verão e do outono. Os carboidratos solúveis totais não apresentaram diferenças, sendo a sacarose o mais abundante dos açúcares específicos. Condições climáticas (temperatura máxima, média e mínima e umidade relativa média) podem afetar a síntese de carboidratos e amido em ramos de *A. sellowiana*. A dinâmica dos fitohormônios evidenciou diferenças entre a parte da planta, assim como a estação e suas respectivas interações. Com relação à parte da planta, os botões florais tiveram os maiores teores de Zeatina, IAA, ABA, AS, JA, bem como os menores valores de GA<sub>3</sub>.

**Palavras chave:** perenifólias, variáveis climáticas, carboidratos, amido, fitohormônios.

**ABSTRACT**

Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret], is an evergreen fruit that is cultivated in tropical, subtropical and temperate regions, and in temperate climate conditions flowering and fruiting are more synchronized compared to other regions. The objective of this work was to study the

carbon dynamics and phytohormones in buds and branches, in the high subtropical climate conditions in the Active Germoplasm Bank in São Joaquim SC, branches of cultivar Mattos (TB) were collected monthly in 16 seasons. Analyzes were performed on leaves, flower buds, buds and portions of adjacent branches. Total soluble carbohydrates were determined by the phenol-sulfuric method with adaptations. Specific carbohydrates were determined by means of HPLC. The extraction and quantification of hormones by UPLC-MS. Correlation analysis between the evaluated characteristics was also performed. ANOVA and Tukey test were performed to separate the means. The most parsimonious model for total carbohydrates of cultivar Mattos considered the maximum temperature and the average relative humidity. Negative correlation coefficients were obtained between carbohydrates (total soluble carbohydrates, starch, glucose, fructose and sucrose) in the branches of the year and temperatures (maximum, average and minimum), while starch increases in mid-summer and autumn. Total soluble carbohydrates showed no differences, with sucrose being the most abundant of the specific sugars. Climatic conditions (maximum, mean and minimum temperature and mean relative humidity) can affect the synthesis of carbohydrates and starch in branches of *A. sellowiana*. The dynamics of phytohormones showed differences between the plant part, as well as the season and their respective interactions. Regarding the plant part, the flower buds had the highest levels of Zeatin, IAA, ABA, AS, JA, as well as the lowest values of GA3.

**Key words:** evergreen, climatic variables, carbohydrates, starch, phytohormones.

## INTRODUÇÃO

A *Acca sellowiana*, (O. Berg.) Burret, pertence à família Myrtaceae, conhecida como goiabeira-serrana ou feijoa, é uma frutífera perenifólia com alta capacidade de adaptação a diferentes zonas climáticas (THORP, 2002; FISCHER, 2003). A planta pode crescer até mais de quatro metros de altura e começa a produção a partir do quarto ano, ou em tempo menor se enxertada. A floração ocorre na base de crescimento das brotações da temporada atual nas axilas das brácteas foliares, sendo que estes botões se desenvolvem junto com as folhas novas e brotações novas (DUCROQUET et al., 2000; THORP, 2008). A importância econômica da espécie é atribuída a produção de frutos e uso como planta ornamental. Além disso, apresenta nas folhas, flores e frutos altos teores de compostos bioativos, atividade antioxidantes, antidepressivas, anti-inflamatórias, entre outros (BEYHAN et al., 2010; MAHMOUDI et al., 2015; MUÑIZ et al., 2017; ZHU, 2018; PHAN et al., 2019; ALMEIDA et al., 2020).

Tanto nas plantas caducifólias quanto nas perenifólias em condições de clima subtropical e temperado, depois do descanso do inverno, ocorrem as brotações. As plantas caducifólias utilizam todas as reservas diferentemente das não caducifólias, cujas folhas continuam fotossintetizando em épocas que arvores caducifólias não o fazem, embora as suas taxas fotossintéticas sejam menores quando comparadas com as caducifólias

(GOLDSCHMIDT, 1999; KLOEKE et al., 2012). Isto faz que as perenifólias dependam em menor medida das reservas da planta, sendo que estas encontram-se armazenadas para as necessidades dos frutos em maior quantidade nas raízes, intermediário em folhas e ramos, e em menor medida no caule (ZAMSKI, 1996). Em citros, quando as plantas são adultas, encontram-se duas fases importantes onde estes carboidratos podem ser utilizados: fluxo de crescimento na primavera e o crescimento de frutos (ZAMSKI, 1996).

Os carboidratos não estruturais (CNS, pelas siglas em inglês), como por exemplo amido e açúcares solúveis, são importantes formas de armazenamento de carbono e apresentam mudanças na concentração dependendo das etapas fenológicas das árvores caducifólias (GILSON et al., 2014; VILLAR-SALVADOR et al., 2015). Os carboidratos são importantes como sinalizadores regulatórios (PARK et al 2009) pois são a primeira fonte de energia das mudanças metabólicas que ocorrem durante a saída da dormência (ZHUANG et al 2015). Uma das funções dos carboidratos solúveis é de reguladores da osmose, os quais durante estresse hídrico são acumulados no vacúolo (ESAU, 1976; O'BRIEN et al 2014). Estudos sugerem que os meristemas das gemas obtêm suficiente energia dos tecidos subjacentes para sustentar o crescimento das gemas no momento da saída da dormência (MAUREL et al., 2004). Os açúcares não redutores, têm um papel importante nos processos de diferenciação (MAGEL; EINIG; HAMPP, 2000; CANGAHUALA-INOCENTE et al., 2009; XING et al., 2015).

Uma das principais formas de armazenamento de carbono é na forma de amido, que pode ser usado para suprir as demandas respiratórias durante o inverno em frutíferas perenes (SPERLING et al., 2017). Em cerejeira doce (*Prunus avium* L.), frutífera caducifólia, altas concentrações de amido no tecido lenhoso foi associado à dormência profunda (FERNANDEZ et al., 2019).

Dentre os carboidratos específicos, a sacarose é um potente sinalizador molecular que regula fisiologicamente o desenvolvimento (ZHUANG et al., 2015). Estudos feitos com frutíferas caducifólias, indicaram que os altos conteúdos de hexoses (frutose e glicose) estavam relacionados a processos de liberação da dormência (FERNANDES et al., 2019). Park et al. (2009), destacam que apesar da importância dos carboidratos como sinais regulatórios, existe pouca informação sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas lenhosas e nas mudanças destas dinâmicas em relação ao manejo.

Estudos prévios com carboidratos em *A. sellowiana* foram realizados com embriões zigóticos e somáticos (PESCADOR et al., 2008; CANGAHUALA-INOCENTE et al., 2009),

e com frutos (HARMAN, 1987). Contudo, não são conhecidas as demandas estacionais de carboidratos nos ramos de *A. sellowiana*.

Além da ausência de estudos sobre carboidratos, tampouco foram encontrados na literatura estudos sobre hormônios em ramos da goiabeira-serrana. Os fitohormônios são apresentam baixo peso molecular, que sinalizam para diferentes processos fisiológicos, tais como a floração, ou às condições de estresses bióticos ou abióticos (TAIZ; ZEIGER, 2009), estando também envolvidos na translocação dos carboidratos (MONSELISE; GOLDSCHMIDT, 1982). Há fitohormônios relacionados com a floração, tais como as citocininas, entre as quais estão a Zeatina (Z) e a trans-Zeatin-Riboside (t-Z-R) (ZHANG et al., 2016).

Árvores frutíferas perenifólias passam por estresses ambientais para induzir a floração (ZOU et al., 2014). Partindo da premissa de que as gemas de plantas frutíferas perenifólias se diferenciam na primavera e não antes da dormência (MESEJO et al., 2019), o objetivo deste trabalho foi estudar a dinâmica do carbono e dos fitohormônios envolvidos na floração, para assim elucidar os processos que possam orientar práticas manejo para esta espécie. A hipótese deste trabalho é que diferenças entre os teores de carboidratos totais, específicos e de amido nos ramos e gemas, bem como entre os fitohormônios podem influenciar o desenvolvimento floral da *A. sellowiana*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Material vegetal

Para realizar as análises de carboidratos solúveis totais e específicos e amido, os ramos foram coletados mensalmente no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) na Estação Experimental de São Joaquim (EESJ), Epagri, SC. Foram feitas 16 coletas de ramos nas cultivar Mattos entre os meses de setembro de 2017 até março de 2019) (Tabela 4-1). As amostras, após coletadas, foram imediatamente acondicionadas em tubos tipo Falcon, congeladas em nitrogênio líquido, transportadas ao laboratório e armazenadas em freezer (-80°C), até o momento das análises.

Tabela 0-1. Número de coletas realizadas em campo durante as diferentes estações nos anos de *A. sellowiana* durante 2017-2019. São Joaquim, SC. \*Nc=Não acompanhado.

Ano/Estação	Verão	Outono	Inverno	Primavera
2017	Nc*	Nc	1	2
2018	2	3	3	3
2019	2	Nc	Nc	Nc

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

### **Variáveis climáticas**

Os dados climáticos obtidos foram coletados na estação meteorológica automática EESJ, localizada a 1376 msnm (28°18'00"S, 49°56'00"W), e a aproximadamente 200 m do BAG. Esta estação é monitorada pelo CIRAM (Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidro-Meteorologia de Santa Catarina), vinculado a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). Foram utilizados os dados dos 30 dias anteriores à coleta de amostras para as análises. No presente estudo, foram utilizadas as seguintes variáveis climáticas: temperatura máxima, mínima e média (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação (mm), insolação (horas), horas frio, e dias de geada, granizo, chuva e neve.

### **Carboidratos (Açúcares) solúveis totais**

Foram retiradas e pesadas 300 mg dos ramos de ano e de gemas do ano coletados e armazenados a -80°C, adicionados a solução contendo com 0,03 g de Polivinilpolipirrolidona (PVPP) e 50 mM (0,009 g) de ácido ascórbico com álcool 80% gelado (preparado na hora) e macerado em um homogeneizador de tecidos (Precellys). Foram utilizadas alíquotas de 50 µL das frações solúveis em etanol, com adição de 450 µL de água destilada, 0,5 mL de fenol e 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado, e realizada a leitura no leitor de microplacas (SpectraMax®. Paradigm® Multi-Mode Microplate Reader) em absorvância de 490 nm. Posteriormente, foi estimado o conteúdo de carboidratos solúveis totais em equivalente de glicose, por grama de matéria fresca de material vegetal. Nas análises foram utilizadas duas replicatas biológicas e três repetições técnicas.

### **Amido**

Na determinação dos teores de amido foram utilizados os pellets sobranes (300 mg) da extração dos carboidratos solúveis totais, com o emprego da metodologia Mc Cready et al. (1950) como descrita no Apêndice B.

As análises de Carboidratos e amido foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal, LFDGV/CCA/UFSC, e as leituras no laboratório de Fitopatologia LAFIT/CCA/UFSC.

### **Carboidratos específicos**

A quantificação dos carboidratos específicos foi realizada pelo método de Filson et al. (2009) com modificações (Anexo 4.1), utilizando parte do sobrenadante proveniente da

extração dos carboidratos solúveis totais. Alíquotas de amostra de 5 µl foram injetadas em um HPLC com um detector de espalhamento de luz evaporativo (ELSD-LT II, Shimadzu) a uma taxa de fluxo de 1 ml min<sup>-1</sup>. Os carboidratos foram fracionados usando duas colunas separadas: um Prevail Carbohydrate ES 5 µm (250 x 4,6 mm) e um Prevail Carbohydrate ES 5 µm (7,5 x 4,6 mm) mantido a 25 °C. Os carboidratos foram separados sob o seguinte programa de gradiente: 20% de Solução A (água MilliQ) e 80% de Solução B (100% de acetonitrila, filtrada) por 16 min, de 80 a 70% de Solução B por 16 a 16,5 min, e então 16: 30 a 23 min. O detector ELSD apresentava uma temperatura de tubo de derivação de 40 °C e uma pressão de nitrogênio de 350 mPa. Concentrações padrão de ribose, arabinose, xilose, frutose, manose, glicose, sacarose e maltose foram usadas para construir o modelo usado para comparar picos e determinar a concentração de carboidratos. As amostras avaliadas corresponderam ao período inteiro das coletas realizadas durante 16 meses para a cultivar Mattos. As leituras de carboidratos específicos foram realizadas no Laboratório de Proteômica pertencente ao LFDGV/CCA/UFSC.

### **Fitohormônios**

As amostras, coletadas durante 16 coletas entre os meses de setembro de 2017 até março de 2019, consistiram de 10 gemas e a área do ramo mais próxima por planta, e da folha mais próxima das gemas, de três plantas da cultivar Mattos (Tipo Brasil) consistentes e chamados para este estudo de ramos do ano, e durante as épocas de brotação e floração, 10 gemas com a área mais próxima do ramo por planta, e da folha mais próxima das gemas de ramos de ano, e 10 botões florais nos meses que compreenderam a primavera de 2018.

A quantificação dos hormônios ácido abscísico (ABA), ácido 3-indolacético (AIA), giberelinas (GA), citocininas (CKs), brassinoesteróides (EPLB), trans-Zeatin-Riboside (t.Z.R), jasmonatos (JA) e salicilatos (AS) enquanto que foi feita em equipamento de Cromatografia Líquida de Ultra Performance (UPLC) e Electrospray Ionization Mass Spectrometry/Mass Spectrometry (ESIMS/MS), a partir do uso dos protocolos de extração e quantificação de Hormônios, ajustados para a espécie no Laboratório de Fisiologia Vegetal – Embrapa Uva e Vinho (Anexo 4.2).

Foram realizadas análises estatísticas independentes para as gemas com ramos, folhas e botões. Após a verificação dos pressupostos de homogeneidade e distribuição normal, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), seguida do teste de separação de médias Tukey, ao nível de significância de 5%, por estação dentro do ano de 2018 e entre as duas primaveras (2017 e 2018) e os dois verões (2018 e 2019). As correlações foram feitas

com as quantificações das variáveis bioquímicas de ramos e folhas por estação, considerando a média de cada mês de coleta. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa R (R Core Team, 2018). As Figuras foram editados em Corel Draw® para retirar as correlações entre variáveis climáticas e para a realização de gráficos foram utilizados Sigmaplot e Siemens® Solid Edge 2021.

A relação entre carboidratos (solúveis totais, amido, glicose, frutose e sacarose) para a cultivar Mattos e as variáveis climáticas (temperatura máxima, média e mínima; precipitação; umidade relativa média; insolação; horas de frio; dias de geada; dias de granizo; dias de neve) foram testadas utilizando modelos lineares de efeitos mistos (ZUUR et al., 2009). Antes da aplicação dos modelos, as variáveis climáticas foram avaliadas em relação a colinearidade com base no fator de inflação da variância (*variance inflation factor* – VIF), sendo mantidas apenas as variáveis preditoras com VIF menor do que 4 (temperatura máxima, precipitação, umidade relativa média, insolação; horas de frio dias de geada) consideradas na parte sistemática do modelo, isto é, efeitos fixos (ZUUR et al., 2009). O delineamento de medidas repetidas foi tratado com a adição deste efeito como um intercepto aleatório ao modelo, com a finalidade de lidar com a falta de independência temporal entre as observações.

A partir do modelo mais completo, foi realizada a seleção do modelo mais parcimonioso através do menor AIC (*Akaike Information Criterion*) e análise de deviência (*Likelihood Ratio Test* comparado a uma distribuição de qui-quadrado) onde se retirada cada variável explanatória por vez seguida do teste em sequência.

A análise de deviência testa a hipótese nula de que o parâmetro de regressão da variável retirada não difere de zero ( $\beta=0$ ) e por isso a sua retirada não acarretará perda significativa para o balanço entre a precisão e a explicação do modelo, medido pelo AIC. A significância dos parâmetros estimados foi obtida pelo método de Satterthwaite (KUZNETSOVA et al., 2017). O modelo mais parcimonioso foi validado através da avaliação gráfica da análise dos resíduos do modelo versus os valores ajustados (ZUUR et al., 2009). A remoção da autocorrelação temporal foi avaliada através da função de autocorrelação. Foram utilizados os softwares HH (HEIBERGER e ROBBINS, 2014), lme4 (BATES et al., 2015) e lmerTest (KUZNETSOVA et al., 2017) em linguagem R (R Core Team, 2018).

### **Análise de correlação**

O grau de associação entre as características avaliadas foi estimado pelo coeficiente de correlação de Pearson ( $P<0,05$ ). Os coeficientes de correlação de Pearson, estimados pelo programa R (R Core Team, 2018) foram classificados de acordo com Mukaka (2012) em:

muito forte ( $>0,9$ ), forte ( $0,7 - 0,9$ ), moderada ( $0,5 - 0,7$ ), fraca ( $0,3 - 0,5$ ) e muito fraca ( $<0,3$ ).

## RESULTADOS

### Carboidratos solúveis totais (CST) e Amido

#### *Segundo a idade de Ramo*

Houve interação estatisticamente significativa entre as estações e o tipo do ramo e os teores dos carboidratos solúveis totais (CST) ocorreram nas estações de outono e inverno e menores na primavera e o verão. Nos ramos de ano (ramos velhos) o acúmulo de CST foi maior do que nos ramos do ano (ramos novos). No outono e inverno de 2018 foi quando se observaram as maiores diferenças dos teores de CST entre os tipos de ramos, e para este tipo de ramos as maiores diferenças foram observadas no inverno de 2018 quando comparado com a primavera de 2017 e o verão de 2018 (Tabela 4-2).

**Tabela 0-2.** Médias dos teores de carboidratos solúveis totais por grama de massa fresca (mg glicose.g MF<sup>-1</sup>) por estação em ramos de ano e do ano, da cultivar ‘Mattos’ (TB) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. TB – Tipo Brasil

\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,005$ ) (Anova no Anexo C)

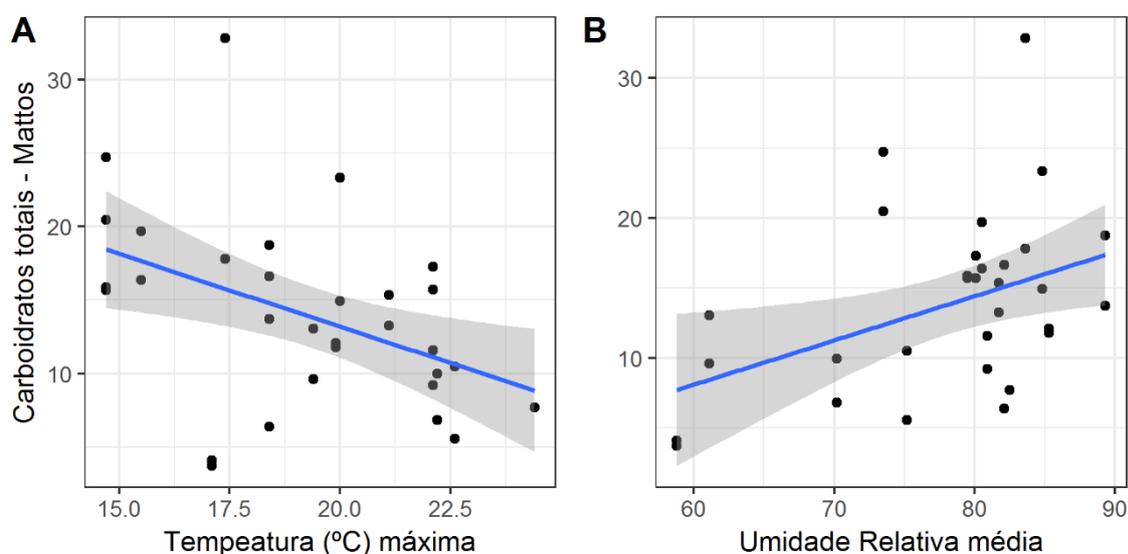
<b>Tipo de ramo</b>	<b>Primavera 2017</b>	<b>Verão 2018</b>	<b>Outono 2018</b>	<b>Inverno 2018</b>
Ramo do ano	5,39 aA	6,07 aA	7,88 bA	5,30 bA
Ramo de ano	6,66 aC	8,02 aBC	13,27 aAB	17,301 aA

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

#### *Ramos do ano*

O modelo mais parcimonioso para carboidratos totais da cultivar Mattos considerou a temperatura máxima e a umidade relativa média (AIC=68,73). Os carboidratos totais responderam negativamente ao aumento da temperatura máxima (coef.=-1,102±0,370, F=8,842, Pr(>F)=0,0108), e positivamente ao aumento da umidade relativa média (coef.=0,359±0,130, F=7,629, Pr(>F)=0,0162) (Figura 4-1). A validação do modelo demonstrou ausência de padrões relacionados à heterogeneidade das variâncias dos resíduos e autocorrelação temporal (Anexo B).

Figura 0-1. Ajuste linear entre carboidratos total (expressos em mg equivalente glicose por g Massa fresca) do Cultivar ‘Mattos’ e temperatura máxima e umidade relativa média. São Joaquim, SC.



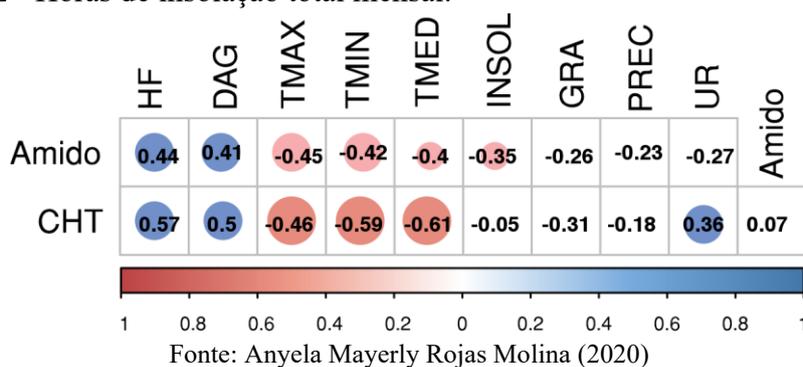
#### *CST e variáveis Climáticas*

As *temperaturas* estão altamente relacionadas com a produção de carboidratos solúveis totais nas plantas de *A. sellowiana*. Para ramos de ano, os coeficientes de correlação foram moderados e negativos entre carboidratos totais e insolação, e fracos e negativos foram entre os carboidratos solúveis totais e a precipitação, temperatura máxima e média (Figura 4-2), indicando que as menores temperaturas máxima e média e insolação podem estar associados ao maior acúmulo de açúcares totais nos ramos do ano.

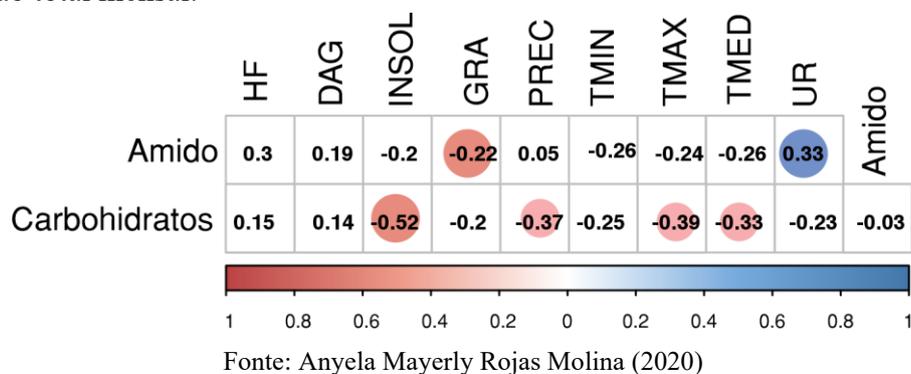
Para os ramos do ano, os coeficientes de correlação moderados negativos foram encontradas entre as temperaturas médias e mínimas por mês e os açúcares totais ( $p < 0,5$ ) (Figura 4-3), o que explica que à medida que as temperaturas médias e mínimas diminuem, o teor de açúcares totais aumenta. Os coeficientes de correlação foram moderados e positivos foram entre as horas frio acumuladas por mês e os açúcares totais (Figura 4-3); assim, à medida que as horas de frio abaixo de  $7^{\circ}\text{C}$  se acumulam, ocorre um aumento do teor de açúcares totais.

**Figura 0-2.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos carboidratos solúveis totais e amido de ramos de ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* e variáveis climáticas durante os meses de setembro de 2017 e março de 2019. São Joaquim, SC. TMAX – média das temperaturas máximas em  $^{\circ}\text{C}$ ; TMIN – média das temperaturas mínimas em  $^{\circ}\text{C}$ ; TMED – média das temperaturas médias em  $^{\circ}\text{C}$ ; GRA – Dias de Granizo; DAG - Dias de

Geadas; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.



**Figura 0-3.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos carboidratos solúveis totais e amido de ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* e variáveis climáticas durante os meses de setembro de 2017 e março de 2019. São Joaquim, SC. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN – média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA – (Dias de Geadas); PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.



### Amido

Não houve diferenças significativas entre os teores de amido e idade do ramo e estações do ano (média 6,68, CV 13,8%) (Anexo C, Planilha B). O valor do coeficiente de correlação foi classificado como fraco, mas positivo, entre o acúmulo de amido e a umidade relativa média (Figura 4-2). Assim, a maior umidade relativa média pode promover maior acúmulo de amido.

*Carboidratos Solúveis totais e teor de amido comparados  
entre estações de diferentes anos e idade dos ramos*

Foram observadas diferenças entre teores de carboidratos, mas não para teor amido e para a idade do ramo nas primaveras de 2017 e 2018 (Tabela 4-3).

Tabela 0-3. Médias dos teores de carboidratos solúveis totais por grama de massa fresca (mg glicose.g MF<sup>-1</sup>) e Amido (mg glicose.g MF<sup>-1</sup>) em duas primaveras em gemas de ano (ramos velhos) e do ano (ramos novos) da cultivar ‘Mattos’ (Tipo Brasil) de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). <sup>ns</sup>=não significativo (Anexo C).

<b>Partes da planta</b>	<b>Carboidratos</b>	<b>Amido</b>
Ramo do ano	5,39 a*	5,97 <sup>ns</sup>
Ramo de ano	8,23 a	6,61
<b>Estação</b>		
Primavera 2017	6,06 b	6,01 <sup>ns</sup>
Primavera 2018	10,35 a	6,47
Média	8,51	6,26

### **Carboidratos solúveis específicos**

Os carboidratos solúveis específicos encontrados para as gemas e os ramos do ano foram frutose, glicose e sacarose, sendo detectada também manose em alguns meses durante a primavera e verão (dezembro de 2017, janeiro e fevereiro de 2018). Foram registradas diferenças significativas para a frutose e glicose entre as estações de inverno e primavera, e para a sacarose entre inverno e verão (Tabela 4-4). No início da primavera de 2018 foi observado o pico de frutose (dados não mostrados). Quando comparadas as estações de primavera e verão dos dois anos não foram observadas diferenças para nenhum dos carboidratos específicos (dados não mostrados).

Tabela 0-4. Teores de frutose, glicose e sacarose durante diferentes meses em gemas e ramo da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana*, São Joaquim, SC.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,001).

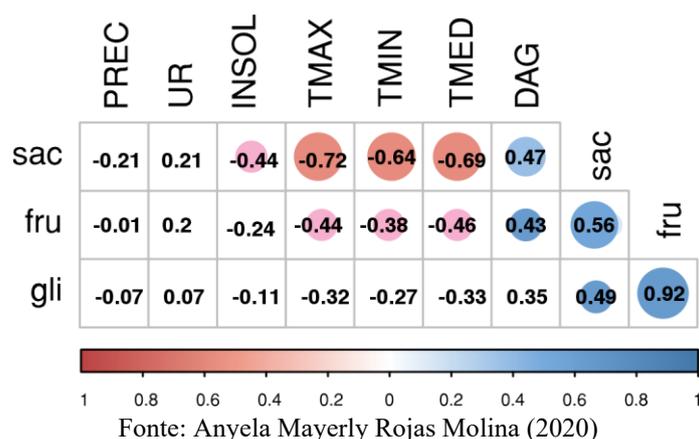
<b>Ano</b>	<b>Estação</b>	<b>Carboidratos específicos (mg.g<sup>-1</sup>MF)</b>		
		<b>Frutose</b>	<b>Glicose</b>	<b>Sacarose</b>
2018	Verão	4,07 ab*	1,68 ab*	10,28 b*
	Outono	5,38 ab	2,20 ab	15,65 ab

Inverno	7,40 a	2,54 a	18,2 a
Primavera	2,58 b	1,13 b	14,19 ab
Media	5,06	1,96	14,61
DP	2,68	0,85	5,02

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

No presente estudo, foram encontradas correlações moderadas e positivas entre os teores de sacarose e de frutose e a sacarose com a glicose, e correlação muito forte e positiva entre a frutose e a glicose (Figura 4-4). A análise que envolveu os teores de açúcares específicos e as variáveis climáticas revelaram que a sacarose tem uma correlação forte e negativa com a temperatura máxima e média, moderada e negativa com a temperatura mínima e fraca e negativa com a insolação, e moderada e positiva com os dias de geada (Figura 4-4).

**Figura 0-4.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos carboidratos solúveis específicos em gemas da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* e variáveis climáticas durante diferentes meses em São Joaquim, SC. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA– (Dias de Geada); PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.



## Fitohormônios

### Zeatina (Z)

Diferenças estatísticas entre os teores de Zeatina foram constatadas entre gemas de ramos de ano e folhas, mas não entre as estações do ano (Tabela 4-5; Figura 4-5).

Tabela 0-5. Teores ( $\text{ng.g}^{-1}$ ) de Zeatina, trans-Zeatina, IAA, EPI.B, ABA, AS, AJ, GA3 em folhas e gemas de ramos de ano da cultivar Mattos de *A. sellowiana*, São Joaquim, SC. FV- Folha de ramo de ano, RV-Gema de ramo do ano. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA - ácido jasmônico, e GA3 - ácido giberélico.

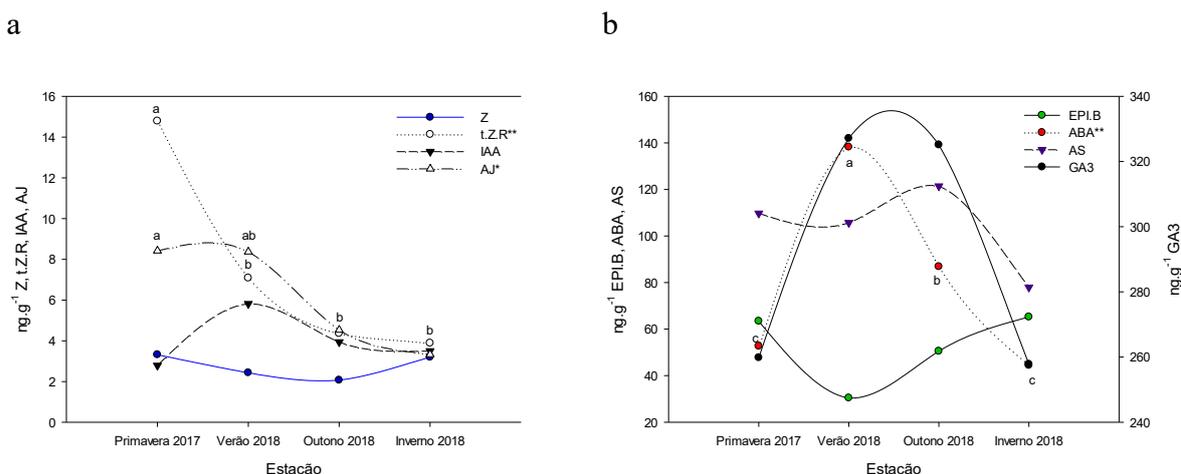
\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,001$ ). \*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). <sup>ns</sup>=não significativo.

Fatores	Z	t.Z.R	IAA	EPI.B	ABA	AS	AJ	GA3
<b>Partes da planta</b>								
FV	1,20 b <sup>0</sup>	1,57 b <sup>***</sup>	1,79 b <sup>**</sup>	30,51 b <sup>***</sup>	72,43	87,80 b <sup>**</sup>	2,43 b <sup>***</sup>	270,7 <sup>ns</sup>
RV	4,17 a	16,16 a	8,52 a	74,57 a	90,67	130,00 a	11,56 a	323,10
Média	2,75	7,99	4,08	53,46	80,20	105,81	6,32	293,05
CV (%)	17,05	36,24	33,69	77,09	36,21	25,60	35,8	48,43

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Figura 0-5. Teores ( $\text{ng.g}^{-1}$ ) de Zeatina, trans-Zeatina, IAA, EPI.B, ABA, AS, AJ, GA3 durante diferentes estações em folhas e gemas de ramos do de ano da cultivar Mattos de A. sellowiana, São Joaquim, SC. FV-Folha de ramo do ano, RV-Gema do de ramo do ano. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA - ácido jasmônico, e GA3 - ácido giberélico.

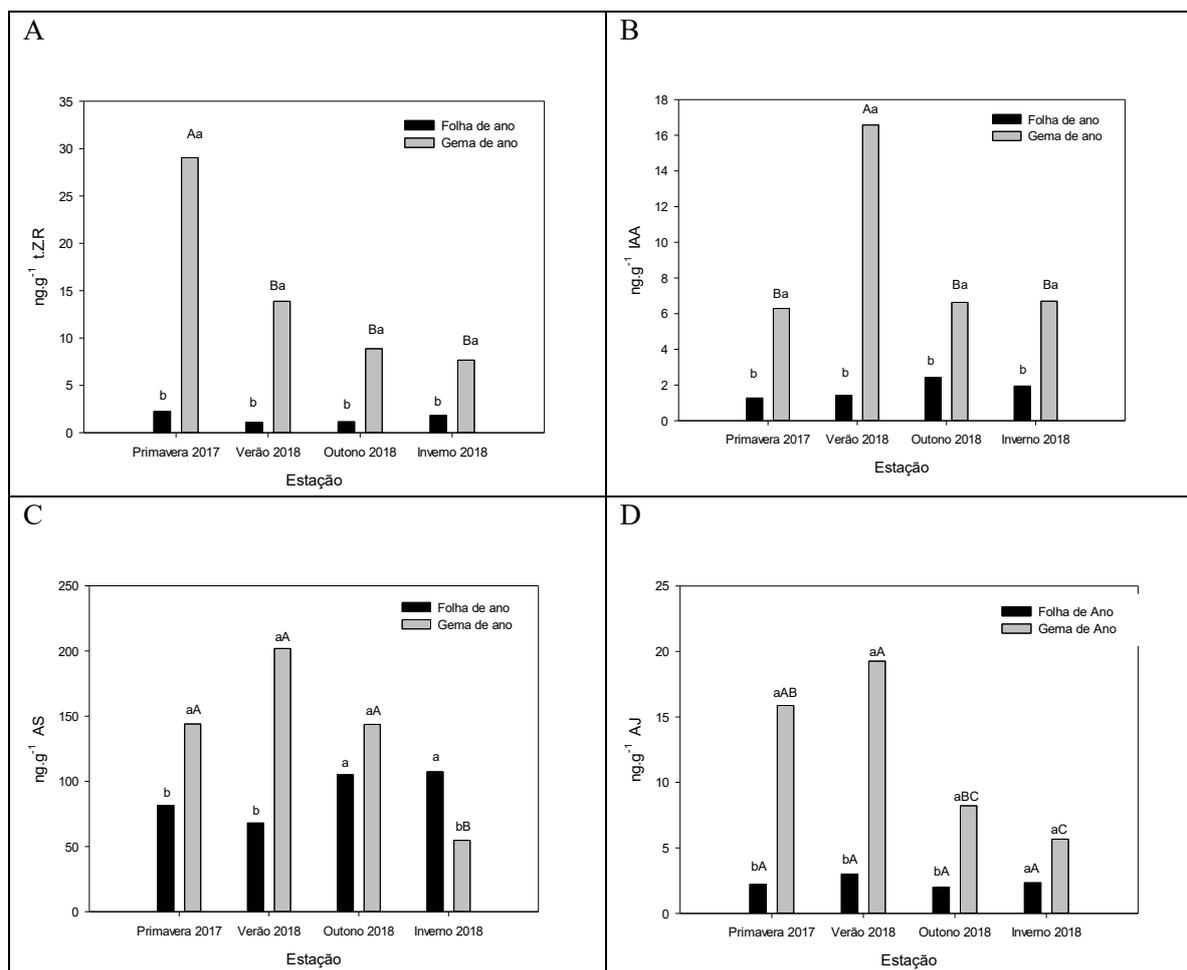
\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,001$ ). \*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). <sup>ns</sup>=não significativo



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Figura 0-6. A) Teores de trans Zeatina R ( $\text{ng.g}^{-1}$ ), B) Teores de IAA ( $\text{ng.g}^{-1}$ ), C) Teores de Acido Salicílico ( $\text{ng.g}^{-1}$ ), D) Teores de Acido Jasmônico ( $\text{ng.g}^{-1}$ ), durante diferentes estações em folhas e gemas de ramos do de ano (ramos velhos) da cultivar Mattos de A. sellowiana, São Joaquim, SC. FV-Folha de ramo do de ano, RV-Gema do ramo do de ano.

\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,001$ ).



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

### *trans-Zeatin-Riboside (t.Z.R)*

Os teores de t.Z.R foram sempre maiores nas gemas quando comparadas com as folhas (Figura 4-6; Tabela 4-6). Houve interação estatisticamente significativa para os teores de t.Z.R entre partes da planta e entre as estações do ano. O menor valor de t.Z.R no ramo ocorreu no inverno, enquanto o menor valor de t.Z.R na folha ocorreu no verão (Figura 4-6; Tabela 4-6). Os maiores teores foram verificados durante a primavera quando comparada com as outras estações do ano, e nas gemas de ramo do ano com valores sempre superiores aos das folhas do mesmo ramo.

Tabela 0-6. Teores de trans-Zeatina ( $\text{ng.g}^{-1}$ ), durante diferentes estações em folhas e gemas de ramos de ano (ramos velhos) da cultivar Mattos de *A. sellowiana*, São Joaquim, SC. FV- Folha de ramo de ano, RV-Gema do ramo de ano.

\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,001$ ).

---

Primavera 2017    Verão 2018    Outono 2018    Inverno 2018

---

FV	2,26 b	1,11 b	1,16 b	1,83 b
RV	29,04 aA	13,88 aB	8,88 aB	7,67 aB

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

#### *IAA - Acido 3- indol acético*

Diferenças na concentração de IAA foram observadas entre as partes da planta analisadas (Figura 4-6; Tabela 4-7) e a interação entre partes de planta e estações do ano foi também estatisticamente significativa. Desta forma, os aumentos ou diminuições nos teores de IAA nas gemas não se comportam da mesma maneira que nas folhas na mudança de estações do ano.

Tabela 0-6. Teores de IAA ( $\text{ng.g}^{-1}$ ), durante diferentes estações em folhas e gemas de ramos de ano (ramos velhos) da cultivar Mattos de *A. sellowiana*, São Joaquim, SC. FV-Folha de ramo do ano, RV-Gema do ramo do ano.

\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

<b>Partes da Planta</b>	<b>Primavera 2017</b>	<b>Verão 2018</b>	<b>Outono 2018</b>	<b>Inverno 2018</b>
FV	1,27 b**	1,42 b	2,42 b	1,94 b
RV	6,29 aB	16,58 aA	6,63 aB	6,70 aB

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

#### *EPI.B -Brassinosteroides*

Além da variação entre os anos, os teores de brassinosteroides nas folhas e nos ramos mostraram uma inversão de ranking (Figura 4-6; Tabela 4-8) entre os anos demonstrando que a interação entre as partes da planta e os anos foi estatisticamente significativa. Quando comparadas as estações de primavera de 2017 e 2018 e o verão de 2018 e 2019 só houve diferença entre os teores de brassinosteroides entre ramos e folhas no verão, sendo maior o teor em 2019 e menor de nessa estação quando comparado com a primavera (Figura 4-6; Tabela 4-9).

Tabela 0-7. Teores de EPI.B ( $\text{ng.g}^{-1}$ ) durante diferentes anos em folhas e gemas de ramos de ano da cultivar Mattos de *A. sellowiana*, São Joaquim, SC.

\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

<b>Parte da planta</b>	<b>2017-2018</b>	<b>2018-2019</b>
Folha de ano	17,29 bB**	59,04 aA

Gemas de ano	80,05 aA	42,10 aB
--------------	----------	----------

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Tabela 0-8. Teores de EPI.B ( $\text{ng.g}^{-1}$ ), durante diferentes estações e anos em folhas e gemas de ramos de ano da cultivar Mattos de *A. sellowiana*, São Joaquim, SC.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Estação	2017-2018	2018-2019
Primavera	65,35 aA*	40,84 aA
Verão	27,57 bB	58,71 aA

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

#### *ABA - Ácido abscísico*

Teores de ABA foram encontrados em maior quantidade nos fragmentos de ramo e gema e em menor quantidade nas folhas. Os valores apresentaram diferenças significativas na interação partes de planta e estação, sendo maiores nos ramos e gemas e entre as estações, sendo que no verão ocorreram os maiores teores de ABA (282,65) (Figura 4-6; Tabela 4-10). Os valores de ABA nas folhas foram maiores no inverno comparativamente aos do ramo, enquanto o inverso ocorreu nas outras três estações do ano.

**Tabela 0-9.** Teores de ABA ( $\text{ng.g}^{-1}$ ) em ramos com gemas e folhas de ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* diferentes estações em São Joaquim, SC.

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,0001$ )

Parte da planta	Primavera 2017	Verão 2018	Outono 2018	Inverno 2018
Folha do ano	46,72 a***	93,84 b	77,15 a	64,68 a
Gema do ano	61,35 aB	282,65 aA	99,47 aB	26,90 aB

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

#### *SA – Ácido salicílico*

Houve interação significativa dos teores de SA entre as partes da planta e as estações do ano (Figura 4-6; Tabela 4-11), sendo menor para as gemas e ramos durante o inverno, e tendo um pico durante o verão para o verão. Da mesma forma que o ABA, os valores de ácido salicílico. nas folhas foram maiores no inverno comparativamente aos do ramo, enquanto o inverso ocorreu nas outras três estações do ano.

**Tabela 0-10.** Teores de AS ( $\text{ng.g}^{-1}$ ) em ramos com gemas e folhas de ramos de ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* diferentes estações em São Joaquim, SC.

\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,0001$ )

Parte da planta	Primavera 2017	Verão 2018	Outono 2018	Inverno 2018
Folha do ano	81,61 b***	68,05 b	105,10 a	107,34 a
Ramo do ano	144,08 aA	201,93 aA	143,73 aA	54,81 bB

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

#### *JA – ácido jasmônico*

Os teores de JA foram maiores nos ramos para todas as estações do ano, principalmente na primavera e no verão, comparativamente aos teores nas folhas (Figura 4-6; Tabela 4-12).

**Tabela 0-11.** Teores de JA ( $\text{ng.g}^{-1}$ ) em ramos com gemas e folhas de ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* diferentes estações em São Joaquim, SC.

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Parte da planta	Primavera 2017	Verão 2018	Outono 2018	Inverno 2018
Folha do ano	2,22 bA*	3,00 bA	2,01 bA	2,34 aA
Ramo do ano	15,87 aAB	19,26 aA	8,22 aBC	5,67 aC

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

#### *GA<sub>3</sub>- Ácido giberélico*

Não houve diferenças significativas entre os teores de ramos e folhas, nem entre estações sendo os teores em média 293,05  $\text{ng.g}^{-1}$ .

#### *Hormônios por tipo de tecido*

Na Tabela 4-13 e a figura 4-13 observa-se que o botão floral apresentou os maiores teores de Z, IAA, ABA, AS e JA. As folhas e gemas dos ramos do ano tiveram os maiores teores de GA<sub>3</sub>. Os maiores teores de EPI-B foram de gemas de ramo de ano e os teores de tZR nas gemas de ramos de ano.

Tabela 0-12. Quantificações de fitohormônios ( $\text{ng.g}^{-1}$ ) por tipo de tecido das avaliações em ramos da cultivar Mattos, de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. BT-Botão, FN-Folha de ramo do ano, FV-Folha de ramo de ano, RN-Gemas de ramos do ano, RV- Gemas de ramos de ano. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B -

brassinosteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico e GA<sub>3</sub> – ácido giberélico.

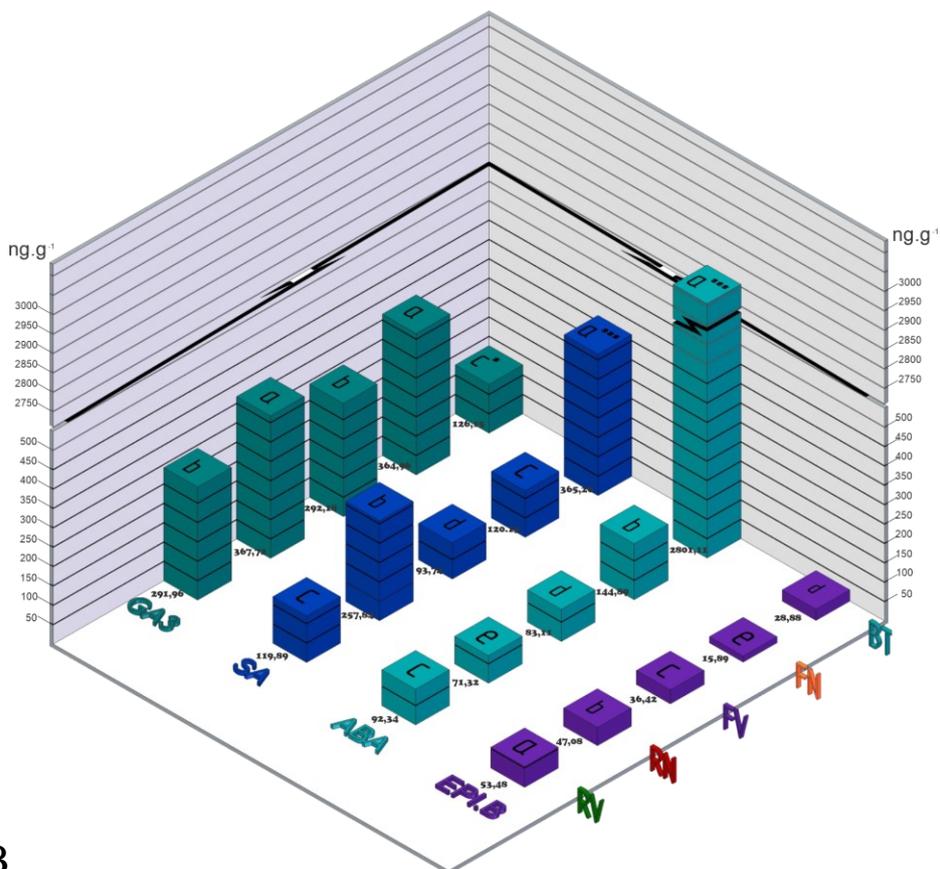
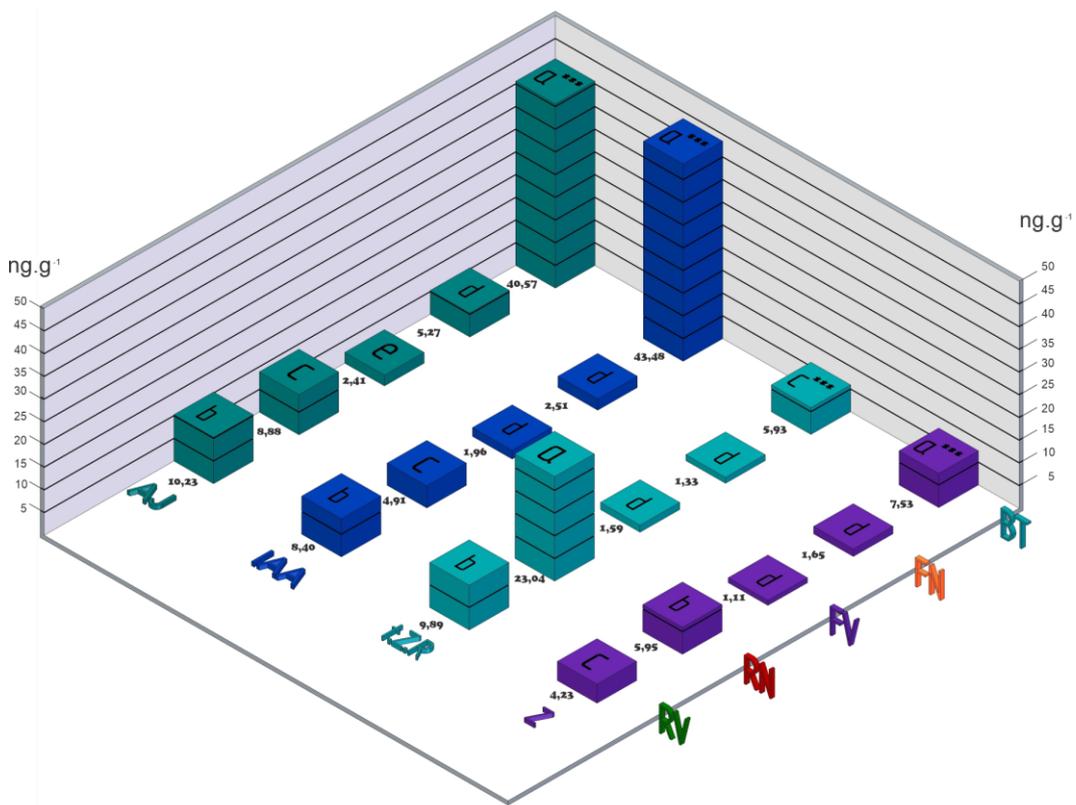
\*\*\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,001). \*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).<sup>ns</sup>=não significativo.

Parte do ramo	Z	t.Z.R	IAA	EPI.B	ABA	SA	JA	GA3
Botão	7,53 a***	5,93 c***	43,48 a***	28,88 d	2801,11 a***	365,26 a***	40,57 a***	126,15 c*
FN	1,65 d	1,33 d	2,51 d	15,89 e	144,89 b	120,15 c	5,27 d	364,96 a
FV	1,11 d	1,59 d	1,96 d	36,42 c	83,11 d	93,74 d	2,41 e	292,18 b
RN	5,95 b	23,04 a	4,91 c	47,08 b	71,32 e	257,84 b	8,88 c	367,72 a
RV	4,23 c	9,89 b	8,40 b	53,58 a	92,34 c	119,89 c	10,23 b	291,96 b
<i>Media</i>	<i>3,62</i>	<i>5,89</i>	<i>6,5</i>	<i>43,34</i>	<i>356,19</i>	<i>136,34</i>	<i>9,14</i>	<i>282,41</i>
<i>SD</i>	<i>3,13</i>	<i>6,91</i>	<i>10,7</i>	<i>37,36</i>	<i>956,50</i>	<i>118,28</i>	<i>16,32</i>	<i>151,71</i>

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

**Figura 0-7.** Quantificações de fitohormônios (ng.g<sup>-1</sup>) por tipo de tecido das avaliações em ramos da cultivar Mattos, de *A. sellowiana*. São Joaquim, SC. BT-Botão, FN-Folha de ramo de ano, FV-Folha de ramo do ano, RN-Gemas e área circundante à gema de ramos de ano, RN-Gemas de ramos de ano, RV- Gemas e área circundante à gema de ramos de ano. A) Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), e JA – ácido jasmônico. B) EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, e GA<sub>3</sub> – ácido giberélico

A



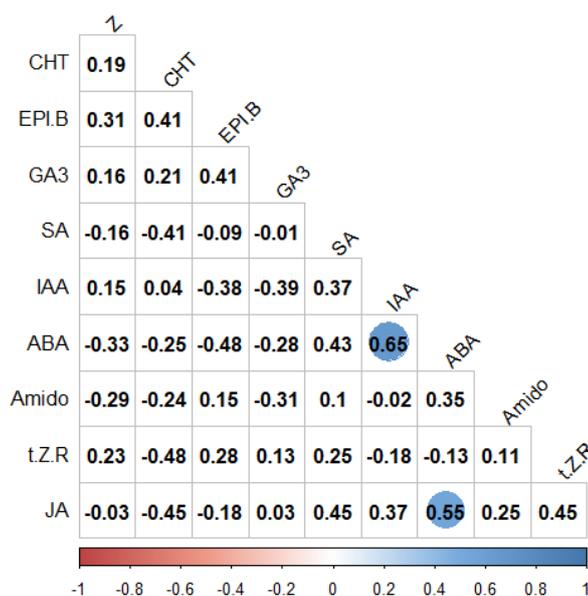
B

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

*Correlações entre as variáveis bioquímicas e as variáveis climáticas*

Entre os hormônios, praticamente a metade dos coeficientes de correlação de Pearson apresentaram valores menores do que 0,2. No entanto, valores moderados e positivos dos coeficientes de correlação foram verificados entre o IAA e o ABA e entre o ABA e o JA (Figura 4-8).

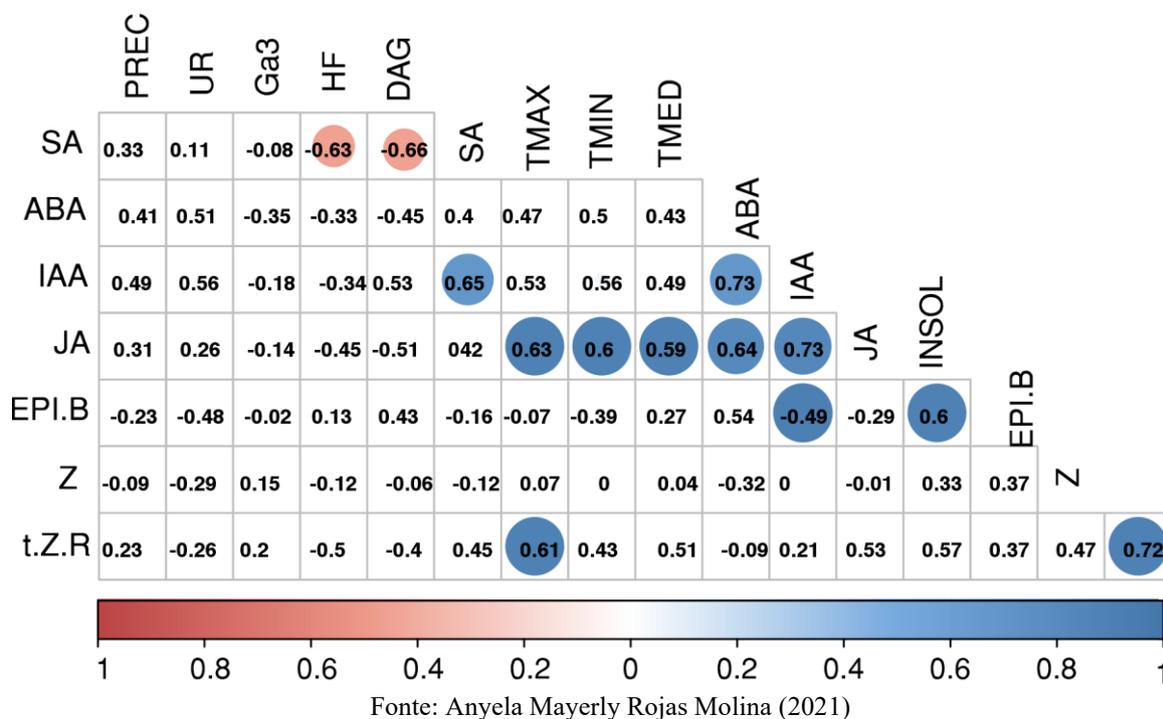
**Figura 0-8.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias das variáveis bioquímicas e os hormônios em gemas da cultivar Mattos (TB) de *A. sellowiana* durante diferentes meses em São Joaquim, SC. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico e GA<sub>3</sub> – ácido giberélico.



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

Os coeficientes de correlação foram moderados e positivos para a temperatura máxima e tZR ( $r=0,61$ ), entre a temperatura máxima e o JA ( $r=0,63$ ), entre a temperatura mínima e JA ( $r=0,60$ ), entre a temperatura média e o JA ( $r=0,59$ ), entre a insolação e o EPI.B ( $r=0,60$ ) e EPI.B e o Granizo ( $R=0,62$ ). No entanto, os coeficientes de correlação foram moderados e negativos entre o AS e as horas de frio ( $r=-0,63$ ), e o AS e o número de dias de geada ( $r=-0,66$ ). Por fim, os coeficientes de correlação foram fortes e positivos entre o IAA e ABA e o IAA e JA ( $r=0,73$ ) (Figura 4-6).

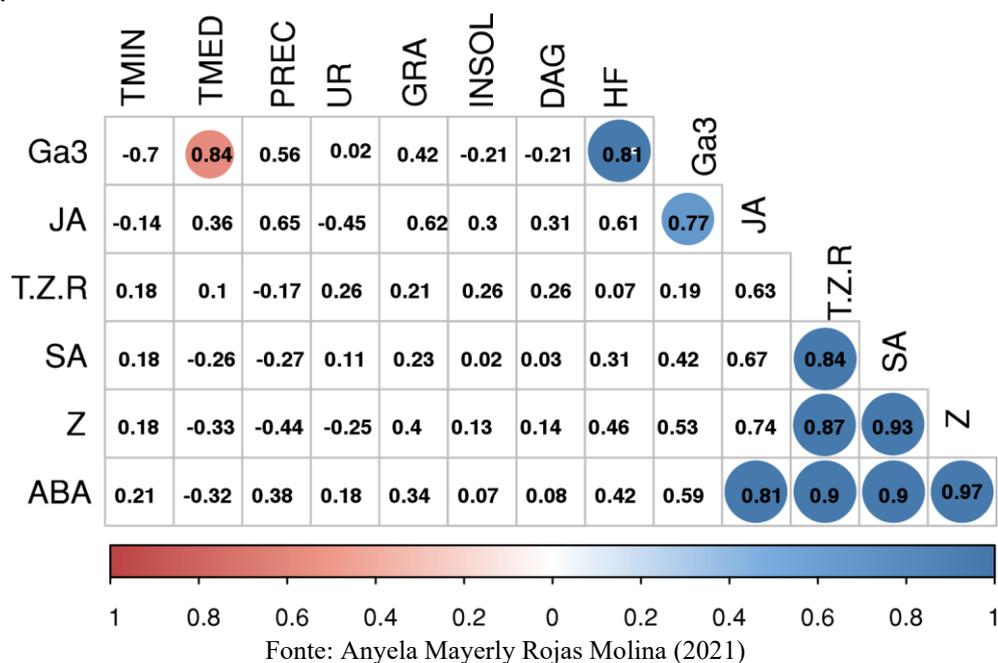
**Figura 0-9.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos teores de hormônios em ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* e variáveis climáticas durante diferentes meses em São Joaquim, SC. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico e GA<sub>3</sub> – ácido giberélico. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA– Dias de Geadas; PREC (mm) – milímetros de chuva no mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.



Os coeficientes de correlação entre os valores dos teores de hormônios e as variáveis climáticas encontrados nos botões florais foram: muito forte entre Z e ABA, Z e AS, forte e positivo entre AS e ABA, t.ZR e ABA, t ZR e Z, tZR e AS, JA e ABA, e GA<sub>3</sub> e JA. Em relação às variáveis climáticas houve correlação forte e positiva entre teores de GA<sub>3</sub> e número de horas frio e forte e negativo entre teores de GA<sub>3</sub> e o valor da temperatura média (Figura 4-7).

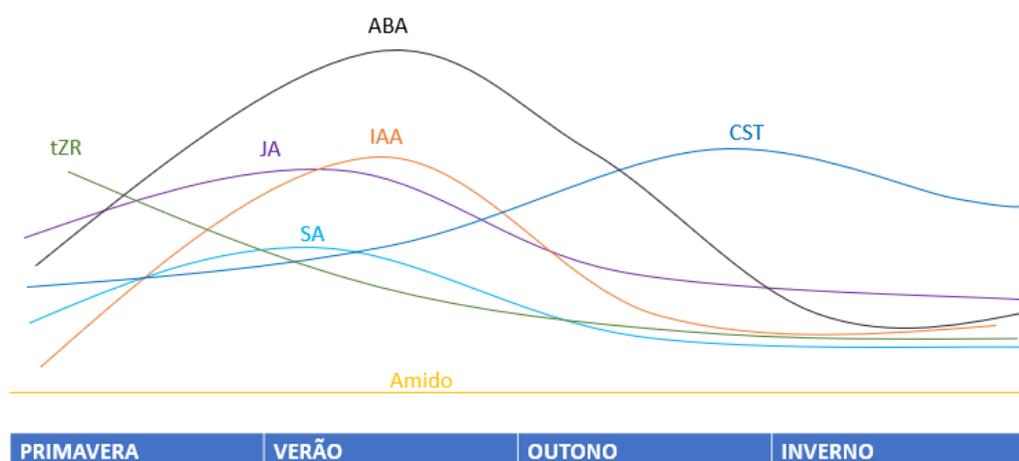
**Figura 0-10.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as médias dos teores de hormônios em botões florais da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* e variáveis climáticas durante diferentes meses em São Joaquim, SC. Z- Zeatina, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), EPI.B - brassinoesteróides, ABA - ácido abscísico, AS - ácido salicílico, JA – ácido jasmônico e GA<sub>3</sub> – ácido giberélico. TMAX – média das temperaturas máximas em °C; TMIN– média das temperaturas mínimas em °C; TMED – média das temperaturas médias em °C; GRA– Dias de Geadas; PREC (mm) – milímetros de chuva no

mês; UR: Umidade Relativa (%); HF – Horas de frio; INSOL - Horas de insolação total mensal.



Nas gemas e nos ramos os teores de hormônios e das características bioquímicas estudadas exibiram valores maiores na primavera para a tZR, diminuindo com o decorrer das estações, um pico forte no verão para ABA, IAA, um pico moderado no verão para JA e AS, um pico no outono para os carboidratos solúveis totais, e relativamente constantes para o amido (Figura 4-8)

**Figura 0-11.** Esquema da dinâmica das características bioquímicas e dos teores de hormônios em gemas e ramos do ano da cultivar Mattos (Tipo Brasil) de *A. sellowiana* entre as estações do ano. São Joaquim, SC. Abreviaturas: CST - Carboidratos Solúveis Totais, t.Z.R - trans-Zeatin-Riboside, ácido 3-indolacético (IAA), ABA - ácido abscísico, SA - ácido salicílico, JA - ácido jasmônico.



Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2021)

## DISCUSSÃO

### Carboidratos solúveis totais (CST) e Amido

Os carboidratos podem ser translocados de maneira mais rápida para atender as demandas da planta, representando não só as relações diárias ou da estação reprodutiva atual (HARTMANN; TRUMBORE, 2016). No presente estudo foi constatada a presença de teores de carboidratos solúveis totais (CST) mais baixos na primavera e no verão, comparativamente a outono e inverno. O declínio de carboidratos durante estações de primavera e verão são decorrentes da demanda durante o fluxo de crescimento, desenvolvimento floral e antese (ZAMSKI, 1996). Estudos anteriores já indicaram que as condições climáticas influenciam diretamente os teores de carboidratos em árvores (MAGEL; EINIG; HAMPP, 2000). No presente estudo, os carboidratos solúveis totais foram mais altos nos meses mais frios, em comparação aos meses com temperaturas mais quentes. Resultados similares foram também reportados em *Quercus petraea*, a qual armazena carbono em forma de açúcares solúveis durante os meses mais frios (GILSON et al 2014). Em citrus o teor de açúcares foi determinante para a intensidade da indução floral quando foi realizado o anelamento (ALBRIGO; SAÚCO, 2004; IGLESIAS et al., 2007). Em manga, a indução floral é caracterizada por aumento nos carboidratos solúveis (TIWARI et al., 2018).

Em frutíferas caducifólias, como a macieira, genes expressados diferencialmente durante a repressão e indução floral para a síntese de carboidratos e fitohormônios foram estudados, demonstrando a existência de diferenças em anos de alta e baixa carga de frutos (GUITTON et al., 2016). Entretanto, em frutíferas perenifólias, tais como oliveira e citrus as respostas têm sido diferentes uma vez pois não houve diferenças nos teores de carboidratos entre anos de alta carga de frutos daqueles que tem baixa carga de frutos (BUSTAN et al., 2011; STANDER et al., 2018). A retirada das folhas não causou diferenças nos teores de açúcares e amido nos ramos de kiwi, afetando mais a maturação dos frutos (SRISOOK et al., 2016). No presente estudo, na primavera de 2017 houve uma alta carga de frutos e baixos teores de CST, enquanto para na primavera de 2018 ocorreram altos teores de CST e baixa produção, resultados que sugerem a ocorrência de alternância de produção.

Várias rotas para o florescimento são importantes nas angiospermas, pois permitem maior flexibilidade na sua reprodução. A temperatura é considerada um dos fatores ambientais mais importante para a floração (TAIZ; ZEIGER, 2009), o que foi comprovado para como o cafeeiro (DRINNAN; MENZEL, 1995). Incrementos nos teores de carboidratos totais no inverno foram observados também em árvores adultas caducifólias do gênero *Fagus* (BARBAROUX; BREDA, 2002).

O amido é o principal carboidrato de reserva sendo seu local de síntese o cloroplasto (TAIZ; ZEIGER, 2009). As relações entre carboidratos solúveis totais e o amido podem indicar quando as plantas florescerão (SPERLING et al., 2019). Tratamentos para superação de dormência coincidem com a hidrólise de amido, junto com o aumento de açúcares solúveis totais (MOHAMED et al., 2012). Em cerejeira doce por exemplo, foi observado que durante o inverno houve acumulação de amido atingindo os teores máximos nos botões florais ao completar as horas frio necessárias (FADÓN; HERRERO; RODRIGO, 2018).

No presente trabalho no mês de setembro dos dois anos avaliados foram verificados baixos valores de carboidratos, o que está relacionado com o crescimento dos ramos, sugerindo seu consumo durante a brotação e floração (Tabela 4.3). Segundo Beauvieux et al. (2018) o metabolismo de carboidratos parece essencial na transição da dormência para o crescimento ativo de brotos em frutíferas perenes.

Quando há perda de gemas terminais em ameixa, há uma redistribuição de açúcares a longas distâncias, que é acumulado nas gemas axilares dentro de um prazo que correlata com a liberação da dormência (ZHUANG et al., 2015). Além de seu papel crucial na resposta ao frio, o metabolismo de carboidratos parece essencial na transição da dormência para o crescimento ativo de brotos (BEAUVIEUX; WENDEN; DIRLEWANGER, 2018).

A partir de modelagens baseadas em dados históricos observou-se que as dinâmicas dos carboidratos solúveis totais (CST) e o amido em plantas caducifólias apresentaram um comportamento que permite pré-indicar a floração, quando baixa a concentração de CST e aumenta as de amido (SPERLING et al., 2019). Tendo-se em conta que a *A. sellowiana*, por ser uma planta perenifólia, o seu comportamento na dinâmica da utilização das reservas pode ser diferente ao das plantas caducifólias. Assim, é necessário estudar estas dinâmicas por um longo período de tempo, para poder assim entender a cinética das reservas e sua relação com a formação de estruturas da prefloração. Embora sem diferenças entre idade dos ramos e estação, observou-se no presente trabalho que os teores de amido foram menores nos meses em que a *A. sellowiana* apresenta maior crescimento, como também constatado nas gemas de oliveira (*Olea europea* L.) por La Rosa, Rallo e Rapoport (2000).

Da observação conjunta das *temperaturas* e a dinâmica dos CST emerge o padrão que, à medida que inicia a primavera e aumentam as temperaturas, os teores de CST diminuem, devido à respiração elevada e à síntese de amido, como observado por Sperling et al. (2017; 2019). A hidrólise de amido pode estar relacionada com a redução gradual de temperatura no outono e não ao frio intenso e constante (FOSTER et al., 2007). O amido é convertido em

açúcares solúveis usados para a respiração, regulados pelas temperaturas (CHARRIER e AMÉGLIO, 2011; GILSON et al., 2014).

Os coeficientes de correlações positivos entre teores de amido e número de horas de frio e número de dias de geada ( $p < 0,05$ ) constatadas no presente estudo, coincidem com o que também foi observado por Sperling et al. (2019). Em estudos com folhas de diferentes espécies verificou-se que as vias metabólicas da cinética da temperatura na conversão de carboidratos solúveis para amido das células do parênquima dos ramos foram muito diferentes, devido ao fato da síntese de amido ser altamente resistente às mudanças de temperatura, diferentemente da sua degradação (POLLOCK; LLOYD, 1987).

É importante considerar a importância da presença das folhas em todas as estações do ano, pois como outras plantas perenifolias as plantas de *A. sellowiana* utilizam as suas reservas energéticas durante a brotação. Considera-se que esse fato é adaptativo para locais rústicos e que garante sua sobrevivência nos locais de ocorrência natural. Neste contexto, Ramírez e Kallarackal (2018) constataram em duas cultivares de *A. sellowiana* nas condições tropicais da Colômbia, que o crescimento vegetativo e reprodutivo ocorreu em ramos com folhas maduras. Este comportamento não ocorreu no presente estudo, no qual observou-se a floração em ramos sem folhas. É necessário, porém, estudar se esse comportamento pode levar os frutos até a colheita.

### **Carboidratos solúveis específicos (CSE)**

A sacarose é sintetizada no citoplasma (TAIZ; ZEIGER, 2009). A diminuição nos teores de sacarose, glicose e frutose durante a brotação foram reportados para videira (MOHAMED et al., 2012). Estudos em noqueira indicam que estes açúcares representaram 90% dos açúcares solúveis no inverno, e existe relação do teor dos carboidratos específicos com o conteúdo de água da planta, bem como a relação destes açúcares com a resistência das árvores ao frio extremo no inverno (CHARRIER; AMEGLIO, 2011). Os principais açúcares encontrados nos frutos de *A. sellowiana* são sacarose, frutose e glicose (HARMAN, 1987), o que coincide com os resultados do presente estudo para os ramos. Foi observado que nas condições tropicais, nos frutos de feijoa das cultivares Quimba e 8-1, os açúcares mais abundantes para a maturação foram a frutose e a sacarose e em menor medida, a glicose (RODRIGUEZ ET AL., 2006). No presente estudo há evidência de que em ramos a sacarose foi em maior quantidade que frutose e glicose, com valores médios de 14,61, 5,06 e 1,96 mg.g<sup>-1</sup>MF respectivamente.

Também foi detectado um pico de frutose durante o início de floração (Tabela 4-4). No período avaliado no presente estudo não houve diferenças significativas para a sacarose ao longo das estações do ano, o que também foi reportado na pera japonesa (*Pyrus pyrifolia*) por Ito et al. (2004).

A indução floral em plantas de *A. sellowiana* ainda é pouco conhecida comparativamente às demais espécies frutíferas. Em mangueira, a indução floral é acompanhada pelo aumento de nível de carboidratos solúveis, principalmente sacarose (TIWARI et al., 2018). Em videira o crescimento foi associado ao declínio dos açúcares após a superação de dormência artificial, feita com cianamida hidrogenada (MOHAMED et al., 2012). Metabólitos associados com a galactose, o amido, a sacarose, a frutose e a manose podem contribuir com o fornecimento da energia necessária para a liberação da dormência, junto com a fixação do carbono, metabolismo do nitrogênio e a digestão dos carboidratos e sua absorção (ZHUANG et al., 2015; FERNANDEZ, CUNEO, LUEDELING, E. et al. 2019) em *Prunus*. Aumentos nos teores de sacarose nos meses de outono e inverno e os coeficientes de correlações negativos com a temperatura encontradas no presente estudo podem sugerir que a indução floral em plantas de *A. sellowiana* acontece no outono e inverno. A glicose foi o açúcar específico em menor quantidade nas gemas e ramos.

O presente estudo apresenta os primeiros resultados de referência para *A. sellowiana* no que concerne à quantificação bioquímica de ramos e folhas em campo e fornece bases para futuros estudos e práticas de manejo que possam contribuir para a melhoria dos sistemas produtivos atuais desta espécie.

## **Fitohormônios**

### *Citocininas (Zeatina e trans-Zeatin-Riboside (t.Z.R))*

Em álamo os teores de Zeatina e Zeatin-Riboside se acumulam nas gemas na época de saída da dormência, estando relacionados com a brotação (ZHANG et al., 2016)). No presente estudo, os valores mais altos de Zeatin-Riboside ocorreram na primavera (Tabela 4-8). Além disso, a t-Z-R está relacionada com a floração e a diminuição dos teores de t-Z-R afeta a quantidade de flores, como também foi observado por Zhang et al. (2016). Aplicações exógenas de trans-Zeatin-Riboside apresentaram resultados positivos na mudança de meristema vegetativo para reprodutivo na variedade de bananeira Williams (SCHILLER, 2018).

### *Acido 3- indol acético - IAA*

Os altos teores de IAA verificados no verão em *A. sellowiana* podem revelar indução floral sob condições estressantes. Em citrus, o IAA está relacionado à floração normalmente é constatado em condições de estresse sendo observados maiores teores em folhas dos ramos que apresentaram maior floração (KOSHITA; TAKAHARA, 2004).

### *EPI.B*

Aos brassinoesteroides, recentemente reconhecidos como fitohormônios, tem sido atribuído a função de promotor da transição floral, com base em sua atuação na regulação da cromatina no *Flowering Locus C* (ZHU; SAE-SEAW; WANG, 2013). No presente estudo, embora os resultados demonstraram que a interação entre os teores de ramos e folhas e os anos foi estatisticamente significativa, houve uma expressiva variação nos seus teores, o que impediu emitir inferências mais específicas.

### *ABA*

Li et al. (2017) estudaram a dinâmica hormonal durante o déficit hídrico nas gemas em limão tahiti e verificaram níveis elevados de ABA durante os déficits hídricos indutivos florais. Também foi constatado que altos níveis de GA e IAA nas gemas mantiveram as mesmas em fase vegetativa sem formar flores. No início do estresse hídrico, há diminuição de GA e IAA e aumento dos níveis de ABA, bem como a proteína GIGANTEA (GI), a qual se liga ao promotor FT, que se tornam parte da cadeia que regula a diferenciação das gemas florais e, posteriormente, a floração. No presente estudo, os maiores teores de ABA, tanto em ramos quanto em folhas, ocorreram no verão e outono, e sofre uma queda no inverno. comparativamente as demais estações do ano. Assim, os resultados obtidos em *A. sellowiana* concordam com os obtido por Li et al., (2017, pois o aumento do ABA no verão não induziu a floração, que ocorre na primavera.

### *Fitohormônios por tipo de tecido*

Embora o local de produção de um fitohormônio pode ser em uma parte da planta, seu papel como sinalizadores exige que os hormônios sejam transportados para outro lugar para cumprir sua função fisiológica. Os altos teores de GA<sub>3</sub> nos ramos novos são evidência da sua função na planta, pois nos ramos novos há um aumento na taxa de divisão celular, quando há saída da dormência e inibição da floração, embora o GA<sub>3</sub> atua preferencialmente no alongamento celular (PETRI, 2016; BEAUVIEUX; WENDEN; DIRLEWANGER, 2018). Nos tecidos, os hormônios ABA e GA<sub>3</sub> têm comportamento opostos, pois, o primeiro cumpre um papel sob condição de estresses abióticos durante a transição floral, por vias autônomas

ainda não totalmente esclarecidas (MCCOURT e CREELMAN, 2008). Os altos teores de AS nos botões florais são mais uma evidência que esse fitohormônio e o AJ exercem um papel muito importante na floração, como citado por DAVIS (2009).

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos possibilitam avançar no conhecimento da fisiologia de plantas de *A. sellowiana*, por meio da cinética bioquímica das plantas adultas em condições de desenvolvimento na sua área de ocorrência natural, que por sua vez, poderão servir de base para futuros estudos sob diferentes condições de manejo. Nas condições ambientais no subtropical, a antese ocorre de maneira sincronizada diferentemente do ambiente tropical. A dinâmica dos carboidratos solúveis totais pode proporcionar as bases para identificação das datas prévias à antese na feijoa, como observado no presente estudo, onde as baixas concentrações foram constatadas nas épocas pré-antese.

A caracterização bioquímica partes da planta de *A. sellowiana* elucidou lacunas científicas importantes: a principal fonte de reserva dos ramos é na forma de carboidratos, os quais aumentam nos meses de outono e inverno; o amido permanece estável entre as estações; dentre os açúcares específicos, os mais abundantes são a sacarose, a frutose, a glicose e, em alguns meses, a manose e, por fim, a frutose, a qual apresenta um pico no início da primavera, está relacionado com a mobilização de reservas para a floração.

A dinâmica dos fitohormônios evidenciou diferenças entre as partes da planta estudadas, como também entre estações do ano e suas respectivas interações. Com relação à parte da planta, os botões florais revelaram os maiores teores de Zeatina, IAA, ABA, AS, JÁ, enquanto, os menores valores foram quantificados para o GA<sub>3</sub>. Enquanto os maiores teores de GA<sub>3</sub> foram encontrados em folhas e ramos de ano, o EPI.B (brassinosteroides) ocorreu em altas concentrações nos ramos do ano.

### REFERÊNCIAS

ALBRIGO, GENE L.; SAÚCO, V GALÁN. Flower Bud Induction, Flowering And Fruit-Set Of Some Tropical And Subtropical Fruit Tree Crops With Special Reference To Citrus. **Acta Horticulturae**, [s. l.], n. 632, p. 81–90, 2004.

ALMEIDA, J.S.O.; DIAS, C.O.; ARRIOLA, N.D.A.; DE FREITAS, B. S.M.; DE FRANCISCO, A.; PETKOWICZ, C.L.O.; ARAUJO, L.; Guerra, M.P.; Nodari, R.O.; AMBONI, R.D.M.C. Feijoa (*Acca sellowiana*) peel flours: A source of dietary fibers and bioactive compounds. *Food Bioscience*, v. 38, p. 100789, 2020. Doi: 10.1016/j.fbio.2020.100789

BARBAROUX, C.; BREDA, N. Contrasting distribution and seasonal dynamics of carbohydrate reserves in stem wood of adult ring-porous sessile oak and diffuse-porous beech trees. *Tree Physiology*, v. 22, n. 17, p. 1201–1210, 1 dez. 2002.

BATES D., MAECHLER M., BOLKER B., WALKER S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1): 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01.

BEAUVIEUX, R.; WENDEN, B.; DIRLEWANGER, E.. Bud Dormancy in Perennial Fruit Tree Species: A Pivotal Role for Oxidative Cues. *Frontiers in Plant Science*, [s. l.], v. 9, 2018.

BEYHAN, Ö., ELMASTAS, M., & GEDIKLI, F. (2010). Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(11), 1065–1072.

BUSTAN, A. et al. Role of carbohydrate reserves in yield production of intensively cultivated oil olive (*Olea europaea* L.) trees. *Tree Physiology*, v. 31, n. 5, p. 519–530, 1 maio 2011

CANGAHUALA-INOCENTE, G.C. et al. Patterns of protein and carbohydrate accumulation during somatic embryogenesis of *Acca sellowiana*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [s.l.], v. 44, n. 3, p.217-224, mar. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2009000300001>.

CHARRIER G.; AMÉGLIO, T. The timing of leaf fall affects cold acclimation by interactions with air temperature through water and carbohydrate contents. *Environmental and Experimental Botany* 72, 351-357. 2011.

DAVIS, S.J. Integrating hormones into the floral-transition pathway of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Environ* 32:1201–121. 2009.

DRINNAN, J. E.; MENZEL, C. M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). *Journal Of Horticultural Science*, [s.l.], v. 70, n. 1, p.25-34, jan. 1995. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.1995.11515269>.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, v. 28, n. 3, p. 350–356, 1956.

DUCROQUET, J.P.H.J., HICKEL, E., R., NODARI, R. O. *Goiabeira serrana (Feijoa sellowiana)*. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 66p. (Série Frutas Nativas, 5).

ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. Tradução Berta Lange de Morretes. São Paulo. Edgar Blucher, 1974, 1976.

FADÓN, E.; HERRERO, M.; RODRIGO, J. Dormant Flower Buds Actively Accumulate Starch over Winter in Sweet Cherry. *Frontiers In Plant Science*, [s.l.], v. 9, p.1-10, 15 fev. 2018. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.00171>.

FERNANDEZ, E.; CUNEO, I.F.; LUEDELING; E. et al. Starch and hexoses concentrations as physiological markers in dormancy progression of sweet cherry twigs. *Trees* (2019). <https://doi.org/10.1007/s00468-019-01855-0>

FILSON, P.B.; DAWSON-ANDOH, B.E. Characterization of sugars from model and enzyme-mediated pulp hydrolyzates using high-performance liquid chromatography coupled to evaporative

light scattering detection. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 100, n. 24, p. 6661-6664, dez. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.067>.

FISCHER, G. Ecofisiología, crecimiento y desarrollo de la feijoa. In: FISCHER, G.; D. MIRANDA; G. CAYÓN; M. MAZORRA, M. (eds.). Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg.). Produmedios, Bogotá, p. 9-26. 2003.

FOSTER, T. M.; SELEZNYOVA, A. N.; BARNETT, A. M.. Independent Control of Organogenesis and Shoot Tip Abortion are Key Factors to Developmental Plasticity in Kiwifruit (Actinidia). **Annals Of Botany**, [s.l.], v. 100, n. 3, p.471-481, 8 ago. 2007. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcm140>.

GILSON, A. et al. Seasonal changes in carbon and nitrogen compound concentrations in a *Quercus petraea* chronosequence. **Tree Physiology**, [s.l.], v. 34, n. 7, p.716-729, 1 jul. 2014. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/tpu060>.

GOLDSCHMIDT, E. E. Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity. **HortScience**, [s. l.], v. 34, n. 6, p. 1020–1024, 1999.

GUITTON, B. et al. Analysis of transcripts differentially expressed between fruited and deflowered ‘Gala’ adult trees: a contribution to biennial bearing understanding in apple. **Bmc Plant Biology**, [s.l.], v. 16, n. 1, p.1-22, 29 fev. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1186/s12870-016-0739-y>.

HARMAN J. E. Feijoa fruit: Growth and chemical composition during development, **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, 15:2, 209-215, 1987. DOI: 10.1080/03015521.1987.10425561

HEIBERGER, R.M.; ROBBINS, N.B. Design of Diverging Stacked Bar Charts for Likert Scales and Other Applications. *Journal of Statistical Software*, 57(5), 1-32. 2014.

IGLESIAS, D. J. et al. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal Of Plant Physiology**, [s.l.], v. 19, n. 4, p.333-362, dez. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1677-04202007000400006>.

ITO, A.; HAYAMA, H.; KASHIMURA, Y. POSSIBLE ROLES OF SUGAR CONCENTRATION AND ITS METABOLISM IN THE REGULATION OF FLOWER BUD INFORMATION IN JAPANESE PEAR (*PYRUS PYRIFOLIA*). **Acta Horticulturae**, [s.l.], n. 636, p.365-373, abr. 2004. International Society for Horticultural Science (ISHS). <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2004.636.44>.

KAUFMANN, H.; BLANKE, H.. Changes in carbohydrate levels and relative water content (RWC) to distinguish dormancy phases in sweet cherry. **Journal Of Plant Physiology**, [S.L.], v. 218, p. 1-5, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2017.07.004>.

KLOEKE, A. E. E. O.; DOUMA, J. C.; ORDONˆEZ, J. C.; REICH, P. B.; VAN BODEGOM, P. M. Global quantification of contrasting leaf life span strategies for deciduous and evergreen species in response to environmental conditions. **Global Ecol. Biogeogr.** 21, 224–235 (2012).

KOSHITA, Y.; TAKAHARA, T. Effect of water stress on flower-bud formation and plant hormone content of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 99, n. 3-4, p. 301-307, fev. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0304-4238\(03\)00113-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0304-4238(03)00113-4).

KOSHIO, A.; HASEGAWA, T.; OKADA, R.; TAKENOA, K. Physiology Endogenous factors regulating poor-nutrition stress-induced flowering in pharbitis: The involvement of metabolic pathways regulated by amino oxyacetic acid. *Journal of Plant Physiology*, n. 173, p. 82–88. 2015.

KUZNETSOVA A., BROCKHO P. B., CHRISTENSEN R. H. B. lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software*, 85(13), 1-26. 2017. doi: 10.18637/jss.v082.i13.

LAROSA, R.; RALLO, L.; RAPOPORT, H. F. Olive Floral Bud Growth and Starch Content During Winter Rest and Spring Budbreak. *Hortscience*, [s.l.], v. 35, n. 7, p.1223-1227, dez. 2000. American Society for Horticultural Science. <http://dx.doi.org/10.21273/hortsci.35.7.1223>

LI, J-X., et al. Identification of Genes Associated with Lemon Floral Transition and Flower Development during Floral Inductive Water Deficits: A Hypothetical Model. *Frontiers In Plant Science*, [s.l.], v. 8, p.1-17, 13 jun. 2017. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2017.01013>.

MAGEL, E.; EINIG, W.; HAMPP, R. Carbohydrates in trees. *Developments In Crop Science*, [S.L.], p. 317-336, 2000. Elsevier. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-519x\(00\)80016-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-519x(00)80016-1).

MAHMOUDI, M.; EBRAHIMZADE, M.A.; ABDI, M.; ARIMI, Y.; FATHI, H. . Antidepressant activities of *Feijoa sellowiana* fruit. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, v. 19 p.2510-2513, 2015

MAUREL, K. et al. Sorbitol uptake is regulated by glucose through the hexokinase pathway in vegetative peach-tree buds. *Journal Of Experimental Botany*, [s.l.], v. 55, n. 398, p.879-888, 12 mar. 2004. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erh087>.

MCCREADY, R.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H. Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry*, v. V. 22, p. 1156–1158, 1950.

MESEJO, C. et al. The flower to fruit transition in Citrus is partially sustained by autonomous carbohydrate synthesis in the ovary. *Plant Science*, [s.l.], v. 285, p.224-229, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.05.014>.

MOHAMED, H.B. et al. Carbohydrate changes during dormancy release in Superior Seedless grapevine cuttings following hydrogen cyanamide treatment. *Scientia Horticulturae*, [s.l.], v. 140, p.19-25, jun. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.03.019>.

MONSELISE, S.P.; GOLDSCHMIDT, E.E. Alternate bearing in fruit trees. *Hort Ver* 4: 128–173. 1982.

MUÑIZ, A. et al. In Vitro Inhibitory Activity of *Acca sellowiana* Fruit Extract on End Products of Advanced Glycation. *Diabetes Therapy*, [s.l.], v. 9, n. 1, p.67-74, 22 nov. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s13300-017-0335-7>.

O'BRIEN, M. J. et al. Drought survival of tropical tree seedlings enhanced by non-structural carbohydrate levels. *Nature Climate Change*, [s.l.], v. 4, n. 8, p.710-714, 29 jun. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2281>.

PARK, J.-Y.; CANAM, T.; KANG, K.-Y.; UNDA, F.; MANSFIELD, S. D. Sucrose phosphate synthase expression influences poplar phenology. *Tree Physiology*, [S.L.], v. 29, n. 7, p. 937-946, 8 maio 2009. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/tp028>.

PESCADOR, R.; KERBAUY, G.B.; KRAUS, J.E.; FERREIRA, W. de M.; GUERRA, M.P.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. de C. Changes in soluble carbohydrates and starch amounts during somatic and zygotic embryogenesis of *Acca sellowiana* (Myrtaceae). **In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant**, v.44, p.289-299, 2008.

PHAN, A.D.T., et al. Nutritional Characteristics and Antimicrobial Activity of Australian Grown Feijoa (*Acca sellowiana*). **Foods**, [s. l.], v. 8, n. 9, p. 376, 2019.

POLLOCK, C.; LLOYD, E. The Effect of Low Temperature upon Starch, Sucrose and Fructan Synthesis in Leaves. *Annals of Botany*, 60(2), 231-235. (1987)

R Core Team (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RAMÍREZ, F; KALLARACKAL, J. Phenological growth stages of Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] according to the BBCH scale under tropical Andean conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 232, p.184-190, 2018.

RODRIGUEZ, M.; ARJONA, H.E.; GALVIS, J.A. Maduración del fruto de feijoa (*Acca sellowiana* Berg) en los clones 41 (Quimba) y 8-4 a temperatura ambiente en condiciones de la Sabana de Bogotá. **Agron. colomb.**, Bogotá, v. 24, n. 1, p. 68-76, Jan. 2006.

ROY, K.L.; VERGAUWEN, R.; CAMMAER, V.; YOSHIDA, M.; KAWAKAMI, A.; VAN LAERE, A.; ENDE, W.V.D. Fructan 1-exohydrolase is associated with flower opening in *Campanula rapunculoides*. **Functional Plant Biology**, [S.L.], v. 34, n. 11, p. 972, 2007.

SCHILLER L.G.F. Efecto De La Aplicación De trans Zeatina Ribosidó Sobre El Crecimiento Y La Diferenciación Floral En Banano (*Musa* sp.) Variedad Williams. Dissertação de Mestrado em Ciências Agrarias, Linha de Pesquisa Fisiologia de Cultivos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. 2018

SPERLING, O.; et al. Temperature gradients assist carbohydrate allocation within trees. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.1-10, 12 jun. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-03608-w>.

SPERLING, O.; KAMAI, T.; TIXIER, A.; DAVIDSON, A.; JARVIS-SHEAN, K.; RAVEH, E.; DEJONG, T. M.; ZWIENIECKI, M. A. Predicting bloom dates by temperature mediated kinetics of carbohydrate metabolism in deciduous trees. **Agricultural And Forest Meteorology**, [S.L.], v. 276-277, p. 107643-107643, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107643>.

SRISOOK, W.; et al. Defoliation time influences vine regrowth, off-season flowering, and fruit quality in 'Jecy Gold' kiwifruit vines. **Horticulture, Environment, And Biotechnology**, [s.l.], v. 57, n. 3, p.219-224, jun. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s13580-016-0029-5>.

STANDER, O.P.J.; BARRY, G.H.; CRONJÉ, P.J.R. Fruit Load Limits Root Growth, Summer Vegetative Shoot Development, and Flowering in Alternate-bearing 'Nadorcott' Mandarin Trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 143:213-225. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 Edition, Artmed, Porto Alegre, 848 p. 2009.

THORP, G. Feijoa *Acca sellowiana* (Berg) Burret, Myrtaceae. In: Janick, J. and Paull, R.E. (eds) *Encyclopedia of Fruit and Nuts*. CAB International. 2008

THORP, T.G.; BIELESKI, R.L. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. New Zealand: David Bateman Publishing. p.87, 2002.

TIWARI, D.K.; PATEL, V.B.; PANDEY, A.K. Floral induction in mango: Physiological, biochemical and molecular basis. **International Journal of Chemical Studies** 6(1): 252-259. 2018.

VILLAR-SALVADOR, P.; USCOLA, M.; JACOBS, D.F. The role of stored carbohydrates and nitrogen in the growth and stress tolerance of planted forest trees. **New Forests**, [S.L.], v. 46, n. 5-6, p. 813-839, 2 jul. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-015-9499-z>.

XING, L-B.; ZHANG, D.; LI, Y-M.; SHEN, Y-W.; ZHAO, C-P.; MA, J.-J.; AN, N.; HAN, M-Y. Transcription Profiles Reveal Sugar and Hormone Signaling Pathways Mediating Flower Induction in Apple (*Malus domestica* Borkh.). **Plant And Cell Physiology**, [S.L.], v. 56, n. 10, p. 2052-2068, 26 set. 2015. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/pcp/pcv124>.

ZAMSKI, **Photoassimilate Distribution Plants and Crops Source-Sink Relationships**. New York. Routledge. 1996.

ZHANG, S.; et al. Effect of exogenous GA 3 and its inhibitor paclobutrazol on floral formation, endogenous hormones, and flowering-associated genes in 'Fuji' apple (*Malus domestica* Borkh.). **Plant Physiology and Biochemistry**, [s.l.], v. 107, p.178-186, out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.06.005>.

ZHU, F. Chemical and biological properties of feijoa (*Acca sellowiana*). **Trends In Food Science & Technology**, [s.l.], v. 81, p.121-131, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.008>.

ZHU, J-Y.; SAE-SEAW, J.; WANG, Z-Y. Brassinosteroid signalling. **Development**, [S.L.], v. 140, n. 8, p. 1615-1620, 15 abr. 2013. The Company of Biologists. <http://dx.doi.org/10.1242/dev.060590>.

ZHUANG, W.; et al. Metabolic changes upon flower bud break in Japanese apricot are enhanced by exogenous GA4. **Horticulture Research**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.1-10, 30 set. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/hortres.2015.46>

ZOU, F.; CHEN, S.L.; YUAN, D.Y.; ZHANG, R.Q.; ZHANG, L.; XIONG, H., Microsporogenesis, megasporogenesis and male and female gametophyte development in *Feijoa sellowiana* (Myrtaceae). **Int. J. Agric. Biol.** 18, 637-642. 2016.

ZUUR A.F.; IENO, E.N.; WALKER, N.J.; SVALIEV, A.A.; SMITH, G.M. **Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R**. Springer, Nova York. 2009.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

Com base nas análises morfoanatômicas, feitas no Capítulo 2, foram constatadas interações entre plantas com fungos e insetos, que devido ao escopo deste estudo, não puderam ser estudadas com a profundidade necessária, mas que devem ser abordadas em futuros estudos. Interações das gemas com fungos e tricomas precisam ser estudadas nas condições subtropicais, para averiguar a hipótese de trabalho, de que as hifas encontradas no presente estudo podem ser de fato *Colletotrichum* spp. Da mesma forma, foram encontradas larvas de insetos e insetos adultos no local das gemas, que estão afetando o desenvolvimento das gemas, os quais precisam ser identificados e estudados no futuro.

Mesmo com os avanços obtidos, ainda não é nítida a influência das folhas no desenvolvimento das flores, dos nós na floração e da poda e arqueamentos na indução de gemas de inflorescências em *A. sellowiana*. Assim, há oportunidades de novos estudos para o preenchimento destas lacunas.

Como estudos futuros originados a partir do Capítulo 3 correspondentes ao crescimento e desenvolvimento dos ramos, espera-se poder estudar o efeito nos hábitos de frutificação nos anos com alta e baixa carga de frutos e estudar o efeito das podas, raleio e arqueamento no crescimento e frutificação dos ramos.

Com base nos resultados obtidos no Capítulo 4, que correspondente às análises bioquímicas, seria muito importante realizar ensaios com diferentes idades da planta, de ramos, arqueamento, poda a campo. Particularmente é relevante realizar coletas dos ramos dos estudos a campos e forçar a brotação em câmaras de crescimento.

Por fim, como ainda não é conhecido se ocorre ou não a alternância de produção de frutos em *A. sellowiana*, como constatado em outras espécies frutíferas, este é também um desafio importante que os fruticultores desejam conhecer.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – VARIÁVEIS E ESTAÇÕES CLIMÁTICAS E ANOS CONSIDERADOS PARA AS MÉDIAS HISTÓRICAS

Planilha 1 - Variáveis e estações climáticas e anos considerados para as médias históricas em Condições Tropicais em Tenjo, Cundinamarca, Colômbia

<sup>1</sup> os dados de 2017 foram registrados até setembro

variável	Estação	Intervalo de anos registrados		
		Início	Fim	Total anos
Insolação	Providencia	1981	2015	31
Umidade Relativa	Providencia	1986	2015	29
Precipitação	El Hato	1978	2017 <sup>1</sup>	39
Temp. Média	Providencia	1986	2015	30
Temp. Máxima	Providencia	1986	2015	30
Temp. Mínima	Providencia	1977	2015	39
Temp. Máx. Absoluta	Providencia	1986	2015	30
Temp. Mín. Absoluta	Providencia	1977	2015	39

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

Planilha 2 - Variáveis, estação climática e anos considerados para as médias históricas em Condições Tropicais na Vereda Sabaneta, Cundinamarca, Colômbia

variável	Estação	Intervalo de anos registrados		
		Início	Fim	Total anos
Insolação	Sabaneta, San Francisco,	1986	2016	31
Umidade Relativa	Cundinamarca, Colômbia	1987	2012	22
Precipitação		1987	2016	30
Temp. Média		1987	2016	30
Temp. Máxima		1987	2016	30
Temp. Mínima		1987	2016	30
Temp. Máx. Absoluta		1987	2016	30
Temp. Mín. Absoluta		1987	2016	30

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

Planilha 3 - Variáveis climáticas e anos considerados para as médias históricas em Condições Subtropicais em São Joaquim, Santa Catarina, Brasil. EESJ

variável	Intervalo de anos registrados		
	Início	Fim	Total anos
Insolação	1971	2018	48
Umidade Relativa	1955	2018	64
Precipitação	1955	2018	63
Temp. Média	1955	2018	64
Temp. Máxima	1955	2018	64
Temp. Mínima	1955	2018	64
Temp. Máx. Absoluta	1955	2018	64
Temp. Mín. Absoluta	1955	2018	64
Geadas	1955	2018	64
Granizo	1993	2018	26
Horas Frio	1978	2018	41

Fonte: Anyela Mayerly Rojas Molina (2020)

## APENDICE B - PROTOCOLOS PARA DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS ESPECÍFICOS, HORMÔNIOS,

### PROTOCOLO A - DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS

#### – ESPECIFICOS (HPLC-FENOL SULFURICO)

#### 1. Introdução

A metodologia para a determinação de carboidratos no protocolo a seguir foi baseada na proposta por Filson et al. (2009), com modificações.

#### 2. Material vegetal

##### 2.1- Preparo da amostra

- 1) Preparar tampão de extração na proporção polivinilpirrolidona (PVPP) a 10% (p/v) (0,03g) e ácido ascórbico 50 mM (0,009 g) para 1 mL de etanol (ETOH) 80%;
- 2) Pesar 300 mg de material vegetal de forma individualizada dentro do tubo precellys com três beds;
- 3) Para maceração adicionar ao tubo precellys, com o material vegetal pesado, 1 mL de tampão de extração;
- 4) Macerar no precellys no programa número 1;

- 5) Retirar as beds;
- 6) Vortexar os microtubos de precellys brevemente
- 7) Levar os microtubos ao banho-maria a 70 °C por 90 minutos;
- 8) Retirar os microtubos do banho-maria, centrifugar a 13000 rpm (ou o máximo possível) por 10 minutos.
- 9) Coletar e armazenar o sobrenadante<sup>5</sup> após a centrifugação (sobrenadante 1);
- 10) Ressuspender o pellet em 1 mL de ETOH 80% e centrifugar novamente, nas condições anteriores;
- 11) Coletar o sobrenadante (sobrenadante 2);
- 12) Juntar os sobrenadantes 1 e 2 provenientes das duas centrifugações e filtrar em 0,2 µm;
- 13) Armazenar as amostras a -20 °C até a determinação de carboidratos.

Foi retirada uma alíquota para a determinação dos açúcares específicos no HPLC e o restante dos sobrenadantes foi utilizada para a determinação de carboidratos solúveis totais pelo método fenol-sulfúrico (Dubois et al. 1956). Todas as quantidades de reagentes foram ajustadas para 300mg, a exceção da quantificação.

Laboratório de Fisiologia Vegetal – Embrapa Uva e Vinho

### **PROTOCOLO B- Protocolo de extração e quantificação de hormônios UPLC-MS**

(Gemmas de *Vitis vinifera* L.)

#### **Preparo da amostra**

---

<sup>5</sup> No protocolo de determinação de carboidratos totais pelo método fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956), realizava-se extração tripla, e menor tempo de banho maria, a diferença da dupla extração com a metodologia de Filson et al (2009). Se manteve a filtração em microfibra de vidro. Da combinação dos dois extratos alcoólicos foi ajustado o volume com água destilada, mantendo as proporções para 300mg.

- As amostras devem ser coletadas em nitrogênio líquido e estocadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , no mínimo;
- As amostras devem ser previamente moídas em nitrogênio líquido, para evitar oxidação e atingir a menor granulometria possível (padrão maisena). Recomenda-se que essa moagem seja feita o mais próximo do momento da fase de extração

### Extração

- Solução de extração (acetonitrila:metanol:ácido fórmico 50:45:5 v/v/v). Calcular o volume necessário em função da quantidade de amostras e preparar a solução próximo ao momento de uso, devido a volatilidade do ácido fórmico. A solução de extração em freezer  $-20^{\circ}\text{C}$ ;
- Em tubo de 15 mL, adicionar de 500 a 1000 mg de amostra (dependendo da disponibilidade), registrando a massa exata para cada amostra (2 casas decimais, escala em mg). Utilizar pelo menos 3 repetições técnicas;
- Utilizando um funil de pesagem, pesar 100 mg da mistura de sais para extração ( $\text{MgSO}_4$ , NaCl,  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_7 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$ , 4:1:1:0,5) e transferir a cada tubo com amostra;
- Adicionar 4 mL da solução de extração a cada tubo com amostra. **Certificar-se da perfeita vedação dos tubos, para evitar perdas de extrato em cada etapa;**
- Em uma das repetições de amostra, adicionar 1000 ng de *spike* (hormônios e AIA deuterado);
- **Para cada conjunto de amostras, preparar dois tubos de referência: 1) sem amostra (branco), no qual será adicionado todos os reagentes sem a presença da amostra; 2) somente o padrão (1000 ng de *spike*, hormônios e AIA deuterado), sem a presença da matriz da amostra;**
- Agitar em vortex (1);
- Programar a temperatura do refrigerador para 5 (super frio) e colocar dentro dele o agitador pendular (Labnet Rocker 25, localizado no LGMV);
- Com auxílio de uma extensão elétrica, conectar o agitador à tomada do no-break;
- Colocar os tubos com amostras em posição horizontal sobre o agitador pendular, programá-lo para a máxima agitação e deixar em extração por 24 horas;
- Agitar em vortex (2);
- Centrifugar a  $3026 \times g$  por 30 minutos a  $4^{\circ}\text{C}$  -> programar para 4100 rpm na centrífuga Jouan BR4i do LGMV;

- Transferir o sobrenadante para outro tubo de 15 mL (previamente identificado com o código da amostra correspondente) e mantê-lo em freezer -20°C;
- Adicionar 3 mL da solução de extração ao tubo de 15 mL com o precipitado da primeira extração;
- Agitar em vortex;
- Retornar os tubos para extração sobre o agitador pendular dentro do refrigerador e deixar por 24 h;
- Agitar em vortex;
- Centrifugar a 3026 x g por 30 minutos a 4°C -> programar para 4100 rpm na centrífuga Jouan BR4i do LGMV;
- Juntar o sobrenadante desta extração ao tubo com o sobrenadante da primeira extração, mantendo-o em freezer -20°C;
- Adicionar 3 mL da solução de extração ao tubo de 15 mL com o precipitado da segunda extração;
- Agitar em vortex;
- Retornar os tubos para extração sobre o agitador pendular dentro do refrigerador e deixar por 24 horas;
- Agitar em vortex;
- Centrifugar a 3026 x g por 30 minutos a 4°C -> programar para 4100 rpm na centrífuga Jouan BR4i do LGMV;
- Juntar o sobrenadante desta extração ao tubo com o sobrenadante das duas anteriores;
- Deixar os tubos com os três extratos no freezer, estabilizando a solução e permitindo a ocorrência de precipitação de contaminantes;
- Adicionar 150 mg de PVPP em cada tubo com o extrato;
- Agitar em vortex;
- Centrifugar a 3026 x g por 30 minutos a 4°C -> programar para 4100 rpm na centrífuga Jouan BR4i do LGMV, eliminando o PVPP precipitado;
- Transferir a um novo tubo falcon o sobrenadante
- Concentrar os sobrenadantes em concentrador à vácuo (configurações: 30°C, rotor para 8 tubos de 15 mL e programa V-AL no concentrador Eppendorf Concentrator Plus);
- Ressuspender as amostras concentradas em 1 mL de ácido fórmico 1 mol L<sup>-1</sup> (em água);
- Agitar em vortex;

- Centrifugar em modo pulse, apenas para fazer o líquido sair da parte superior e se juntar ao restante no fundo do tubo

### **Purificação em colunas SPE**

- Montar o manifold para SPE (Supelco Visiprep-12) com o suporte interno ajustado para tubos de 15 mL, liners descartáveis e colunas para SPE (Waters Oasis MCX 150 mg) na quantidade necessária a ser processada;
- Identificar tubos de 15 mL para recolhimento das frações de descarte e eluída;
- Colocar tubos de 15 mL para recolhimento de descarte;
- Condicionar e ativar a coluna de SPE com 3 mL de metanol, seguido de 6 mL de água, adicionando 1 mL de cada reagente por vez;
- Aplicar as amostras na coluna em taxa lenta e uniforme, de cerca de 2 gotas por segundo;
- Lavar as colunas com 3 mL de ácido fórmico 1 mol L<sup>-1</sup> (em água), adicionando 1 mL por vez;
- Retirar os tubos de descarte do manifold e descartar o resíduo em frasco apropriado e identificado, no LAFIV;

- ***Eluição 1:***

Colocar tubos de 15 mL para recolhimento da fração eluída;

- Adicionar 3 mL de metanol, adicionando 1 mL por vez;
- Adicionar 1 mL de água Milli-Q;

- ***Eluição 2:***

Adicionar em sequência, recolhendo o eluído no mesmo tubo anterior:

- 1,5 mL de hidróxido de amônio 0,004 M (metanol : água, 4:1 v/v);
- 1,5 mL de hidróxido de amônio 0,04 M (metanol : água, 4:1 v/v);
- 1,5 mL de hidróxido de amônio 0,4 M (metanol : água, 4:1 v/v);

- Concentrar a fração eluída em concentrador à vácuo até aproximadamente 200 µL (configurações: 30°C, rotor para 8 tubos de 15 mL e programa V-AL no concentrador Eppendorf Concentrator Plus);
- Terminar a concentração até a secura na capela de exaustão de gases, em temperatura ambiente e sob fluxo de nitrogênio a 6 mL min<sup>-1</sup>, utilizando o manifold para SPE com suporte interno para microtubos;
- Ressuspender as amostras concentradas em 200 µL de metanol grau LC-MS;

### Filtração

- Para o conjunto de amostras, separar o número necessário de vials numerados em ordem crescente contínua, inserts de vidro de 350 µL, tampas de rosca para vial, septos de silicone/teflon para vial, ponteiros de 200 µL, seringas descartáveis de 1 mL e filtros de seringa de PVDF hidrofílico
- Organizar os vials numerados no rack de 48 posições para UPLC, e em cada vial colocar um insert e um conjunto com septo e tampa de rosca;
- Com auxílio de uma micropipeta, transferir quantitativamente (todo o volume) as amostras para seringas de 1 mL;
- Filtrar em filtro de seringa de PVDF hidrofílico, diâmetro 13 mm, poro 0,22 µm, diretamente no *vial* de UPLC, dentro do *insert* de vidro de 350 µL;
- Colocar um pequeno pedaço de Parafilm entre o vial e a tampa com o septo;
- Em cada conjunto de amostras processadas, adicionar um vial com solução padrão 1000 ng mL<sup>-1</sup> do conjunto de hormônios analisados, e um vial apenas com água Milli-Q;
- Conservar as amostras em freezer -20°C até o momento da análise.

### Observações:

- Manter as amostras sempre no freezer -20°C quando precisar parar em alguma etapa;
- Não expor as amostras a luz solar - a iluminação das lâmpadas fluorescentes não é problemática;
- Preparar um branco (todos os reagentes, menos a amostra) e um branco com *spike* (todos os reagentes, menos a amostra, com adição de *spike*) para cada lote de amostras processadas, como forma de controle de qualidade do processo;

- Preparar pelo menos uma triplicata com as amostras para avaliação da massa seca, por secagem a  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  em estufa com circulação forçada de ar, até massa constante;

#### Preparo das soluções:

##### - Sais para extração

Preparar a mistura dos sais em quantidade de acordo com o que será utilizado para o número de amostras a serem processadas. Devido ao fato do sulfato de magnésio anidro ser higroscópico, o tubo deverá ter boa vedação e ser conservado fechado quando não estiver sendo utilizado.

Com auxílio de funis de pesagem, pesar separadamente cada um dos sais ( $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  e  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_7 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$ ) na proporção 4:1:1:0,5 em massa, adicionando-os ao frasco onde será armazenada a mistura. Agitar em vortex até a homogeneização da mistura.

##### - Ácido fórmico $1 \text{ mol L}^{-1}$

$$d = 1,22 \text{ g mL}^{-1} \quad v = \frac{46,03\text{g}}{1,22\text{g mL}^{-1}} = 37,73\text{mL}$$

Em balão volumétrico, adicionar o ácido em uma quantidade de água e completar com o restante da água até a marca.

##### - Solução de extração

Calcular a quantidade de solução de extração suficiente para a quantidade de amostras processadas. Em uma proveta, medir os volumes dos reagentes, transferi-los a um frasco identificado, homogeneizar por agitação e deixar em freezer  $-20^\circ\text{C}$  até o momento do uso.

##### - Hidróxido de amônio $0,004 \text{ mol L}^{-1}$

##### - Hidróxido de amônio $0,04 \text{ mol L}^{-1}$

##### - Hidróxido de amônio $0,4 \text{ mol L}^{-1}$

##### - Eluente A (Água com 0,1% de ácido fórmico e $1 \text{ mmol L}^{-1}$ de acetato de amônio)

##### - Eluente B (Acetonitrila com 0,1% de ácido fórmico e $1 \text{ mmol L}^{-1}$ de acetato de amônio)

### APENDICE C – ESTAÇÕES PARA CALCULO DE MEDIAS HISTORICAS

Planilha 1 - Estações do Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) utilizadas para os dados das médias históricas da Colômbia.

<b>Município</b>	<b>La Vega</b>	<b>Tenjo</b>
<b>Estação (Município)</b>	<b>Sabaneta (San Francisco)</b>	<b>Providencia Gja (Tenjo)</b>
Latitude	4°54'6"N	4°47'33"N
Longitude	74°18'27"W	74°12'3"W
Altitude(m)	2475	2560

## ANEXOS

## ANEXO A- ANOVA DAS ANÁLISES DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

## Planilha A – Anexo da tabela 3-8. Análise trifatorial (estações, variedades e tipo ramos)

Variável quantidades dos ramos Transformado com Raiz +1

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Estações	6	3,77	0,63	0,55	0,7695	
Cultivares	2	28,30	14,15	12,34	2,57E-05	***
Tipo de ramos	1	1,31	1,31	1,145	0,2883	
Estações:Cultivares	12	8,28	0,69	0,60	0,8337	
Estações:Tipo de ramos	6	15,48	2,58	2,25	0,0482	*
Cultivares:Tipo de ramos	2	1,84	0,92	0,80	0,4524	
Estações:Cultivares:Tipo de ramos	12	6,24	0,52	0,454	0,9345	
Erro experimental	70	80,28	1,15			

## Planilha B – Anexo da tabela 3-6, 3-7, Análise trifatorial (estações, variedades e Tipo de ramos)

Variável quantidades de ramificações dos ramos Transformado com Raiz +1

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Estações	6	2,51	0,42	2,26	0,04784	*
Cultivares	2	23,09	11,55	62,21	2,97E-16	***
Tipo de ramos	1	18,88	18,88	101,74	2,79E-15	***
Estações:Cultivares	12	3,26	0,27	1,47	0,158731	
Estações:Tipo de ramos	6	4,12	0,69	3,70	0,002965	**
Cultivares:Tipo de ramos	2	3,83	1,92	10,32	0,000118	***
Estações:Cultivares:t	12	3,52	0,29	1,58	0,116859	
Erro experimental	70	12,99	0,19			

## Planilha C – Anexo da tabela 3-7 até 3-10. Análise trifatorial (estações, variedades e Tipo de ramos)

Variável comprimento em cm dos ramos Transformado com Raiz +1

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Estações	6	167,60	27,90	2,34	0,0411	*
Cultivares	2	473,50	236,70	19,79	1,54E-07	***
Tipo de ramos	1	1130,30	1130,30	94,48	1,28E-14	***
Estações:Cultivares	12	179,40	15,00	1,25	0,2681	
Estações:Tipo de ramos	6	353,10	58,80	4,92	0,0003	***
Cultivares:Tipo de ramos	2	20,30	10,20	0,85	0,4321	

Estações:Cultivares:Tipo de ramos	12	126,70	10,60	0,88	0,5684
Erro experimental	70	837,40	12		

**Planilha D – Anexo da tabela 3-7 até 3-12. Análise trifatorial (estações, variedades e Tipo de ramos)**

Variável crescimento acumulado (cm) dos ramos Transformado com Raiz +1

Causas da variação	GL	SQ	QM	MÉDIA	F	Nível de significância
Estações	6	618,70	103,10	40,77	<2,00E-16	***
Cultivares	2	425,10	212,60	84,04	<2,00E-16	***
Tipo de ramos	1	475,50	475,50	187,99	<2,00E-16	***
Estações:Cultivares	12	131,10	10,90	4,32	4,22E-05	***
Estações:Tipo de ramos	6	325,70	54,30	21,46	3,93E-14	***
Cultivares:Tipo de ramos	2	118,00	59,00	23,32	1,73E-08	***
Estações:Cultivares:Tipo de ramos	12	59,00	4,90	1,94	0,0433	*
Erro experimental	70	177,00	2,50			

**Planilha E – Anexo da tabela 3-7 e 3-10. Análise trifatorial (estações, variedades e Tipo de ramos)**

Variável crescimento por estação (cm) dos ramos Transformado com Raiz +1

Causas da variação	GL	SQ	QM	MÉDIA	F	Nível de significância
Estações	6	173,85	28,97	12,10	2,78E-09	***
Cultivares	2	82,19	41,09	17,161	8,61E-07	***
Tipo de ramos	1	95,88	95,88	40,04	2,05E-08	***
Estações:Cultivares	12	104,55	8,71	3,64	0,000299	***
Estações:Tipo de ramos	6	96,83	16,14	6,74	1,15E-05	***
Cultivares:Tipo de ramos	2	17,48	8,74	3,65	0,031044	*
Estações:Cultivares:Tipo de ramos	12	44,21	3,68	1,54	0,131186	
Erro experimental	70	167,62	2,39			

**Planilha F – Anexo da tabela 3-12 Análise bifatorial (variedades e Tipo de ramos) sobre a frutificação da safra 2017-2018**

Transformado com raiz quadrada

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Cultivares	2	19,72	9,8659	24,03	0,000152	***
Tipo de ramos	1	0,67	0,67	1,64	0,229135	
Cultivares:Tipo de ramos	2	3,34	1,67	4,07	0,050818	,

Erro experimental	10	4,10	0,41
-------------------	----	------	------

**Planilha G – Anexo da tabela 3-12 Análise bifatorial (variedades e Tipo de ramos) sobre a floração da primavera de 2018**

**Transformado com raiz quadrada**

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)
Cultivares	2	10,50	5,25	2,35	0,146
Tipo de ramos	1	11,05	11,07	4,94	0,0504
Cultivares:Tipo de ramos	2	3,04	1,52	0,68	0,5284
Erro experimental	10	22,36	2,24		

**Planilha H – Anexo da tabela 3-18 y 3-19, Análises bifatorial (variedades e Tipo de ramos) sobre frutificação na primavera 2017**

**Transformado com raiz quadrada**

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Cultivares	2	19,72	9,86	24,03	0,000152	***
Tipo de ramos	1	0,67	0,67	1,64	0,229135	
Cultivares:Tipo de ramos	2	3,34	1,67	4,07	0,050818	,
Erro experimental	10	4,10	0,41			

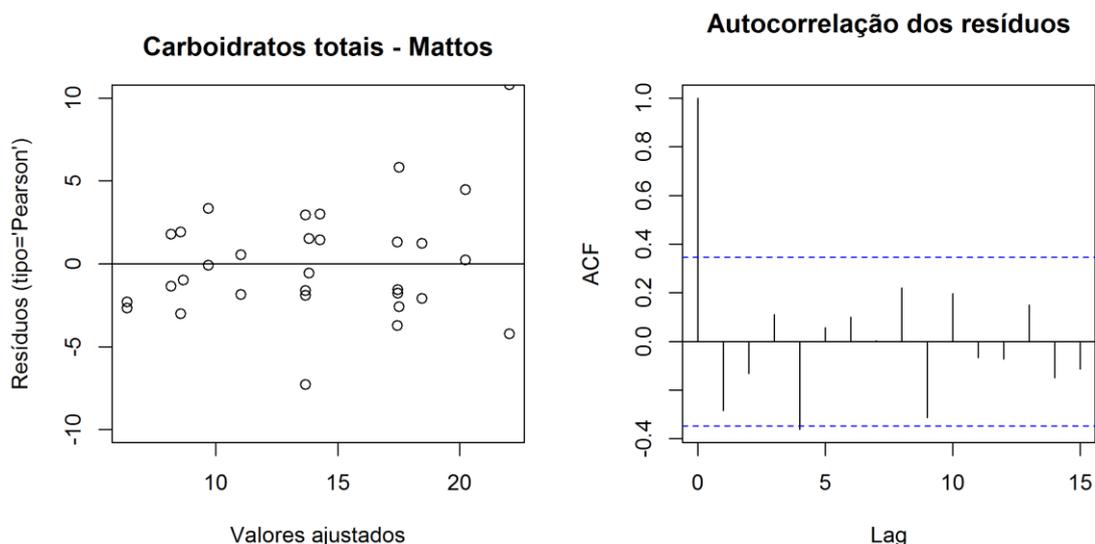
**Planilha I – Anexo da tabela 3-18 y 3-19. Análises bifatorial (variedades e Tipo de ramos) sobre a formação (número) de flores na primavera 2018**

**Transformado com raiz quadrada**

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)
Cultivares	2	10,50	5,25	2,38	0,146
Tipo de ramos	1	11,06	11,06	4,94	0,0504
Cultivares:Tipo de ramos	2	3,04	1,52	0,68	0,5284
Erro experimental	10	22,36	2,24		

## ANEXO B - VALIDAÇÃO DO MODELO DE AJUSTE LINEAR

Figura A – Validação do modelo de ajuste linear entre carboidratos total do Cultivar Mattos e temperatura máxima e umidade relativa média.



## ANEXO C- ANOVA DAS ANÁLISES BIOQUÍMICAS

**Planilha A** - Anexo da Tabela 4.2. Anova bifatorial da concentração de carboidratos solúveis totais (partes da planta: ramo e gema do ano, e folha de ramo do ano nas quatro estações do ano)

(Dados primários transformados para Raiz quadrada)

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Parte da planta	1	265,90	265,87	28,01	6,61E-06	***
Estação	3	166,10	55,37	5,84	0,00242	**
Parte da planta:estações	3	177,20	59,06	6,22	0,00168	**
Resíduo	35	332,10	9,49			

**Planilha B** – Anexo Tabela 4-3. Análise fatorial 2 x 2 (Partes da planta x Primaveras) das concentrações de Amido

(Dados primários transformados para Raiz quadrada)

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)
Parte da planta	1	5,01	5,01	1,71	0,199
Estação	3	7,43	2,48	0,85	0,477
Parte da planta:estação	3	3,93	1,31	0,45	0,72
resíduo	36	105,2	2,92		

**Planilha C** – Anexo da Tabela 4-3 Análise fatorial 2 x 2 (Partes da planta x Primaveras) das concentrações de Carboidratos solúveis totais

(Dados primários transformados para Raiz quadrada)

Causas da variação	GL	SS	QM	F	Pr>Fc	
Parte da planta	1	1,31	1,31		2,92	0,10579
Estação	1	2,81	2,80		6,25	0,02291
Parte da planta:Estação	1	0,19	0,19		0,42	0,528
Residuo	17	7,62	0,45			
Total	20	11,92				

**Planilha D** – Anexo da Tabela 4.4. Delineamento Inteiramente Casualizado da concentração de Frutose (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano)

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Estacoes	3	63,89	21,30	4,41	0,0171	*
Erro experimental	18	86,83	4,82			

**Planilha E** - Anexo da Tabela 4.4. Delineamento Inteiramente Casualizado da concentração de Glicose (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano)

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Estacoes	3	5,58	1,86	3,55	0,0352	*
Erro experimental	18	9,42	0,523			

**Planilha F** - Anexo da Tabela 4.4. Delineamento Inteiramente Casualizado da concentração de Sacarose (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano)

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Estacoes	3	197,40	65,80	3,57	0,0348	*
Erro experimental	18	331,80	18,43			

**Planilha G** - Anexo da Tabela 4.5 Fatorial 2 x 4 (parte da planta x estação) de Z (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano), Transformação dos dados por raiz quadrada

Causas da variação	GL	SS	QM	F	Pr>Fc
Parte da planta	1	4,87	4,87	68,01	0
Estações	3	0,43	0,14	1,98	0,15983
Factor A*Factor	3	0,27	0,09	1,27	0,321
Erro experimental	15	1,07	0,07		
Total	22	6,64			

**Planilha H** - Anexo da Tabela 4.5 Fatorial 2 x 4 (parte da planta x estação) de t.ZR, (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano). Transformação dos dados por raiz quadrada

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Ramo		1	89,03	89,03	127,50	1,75E-15 ***
Estação		3	20,49	6,83	9,78	3,35E-05 ***
Ramo:Estação		3	13,14	4,38	6,27	0,00105 **
Erro experimental		51	35,61	0,70		

**Planilha I** - Anexo da Tabela 4.5 Fatorial 2 x 4 (parte da planta x estação) de IAA, (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano). Transformação dos dados por raiz quadrada

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr>Fc	
Ramo		1	20,56	20,56	57,47	0
Estação		3	1,79	0,60	1,67	0,190731
Ramo:Estação		3	5,79	1,93	5,40	0,003586
Erro experimental		36	12,88	0,36		
Total		43	41,02			

**Planilha J** - Anexo da Tabela 4.5 Fatorial 2 x 4 (parte da planta x estação) de EPI.B, (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano)

Causas da variação	GL	SQ	QM	MÉDIA	F	Nível de significância
Ramo		1	23260	23260	13,70	0,000647 ***
Estação		3	8624	2875	1,69	0,183999
Ramo:Estação		3	8676	2892	1,70	0,181883
Erro experimental		40	67940	1699		

**Planilha K** - Anexo da Tabela 4.5 Fatorial 2 x 4 (parte da planta x estação) de ABA, (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano). Transformação dos dados por raiz quadrada

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Ramo		1	4,80	4,75	0,53	0,4681
Estação		3	155,10	51,69	5,81	0,00165 **
Ramo:Estação		3	122,00	40,68	4,57	0,00639 **
Erro experimental		53	471,50	8,90		

**Planilha L** - Anexo da Tabela 4.5 Fatorial 2 x 4 (parte da planta x estação) de AS, (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano). Transformação dos dados por raiz quadrada

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Ramo	1	46,80	46,75	7,37	0,008952	**
Estação	3	35,90	11,98	1,89	0,142978	
Ramo:Estação	3	127,00	42,33	6,67	0,000666	***
Erro experimental	53	336,40	6,35			

**Planilha M** - Anexo da Tabela 4.5 Fatorial 2 x 4 (parte da planta x estação) de JÁ (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano). Transformação dos dados por raiz quadrada

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Ramo	1	41,47	41,47	66,24	6,72E-11	***
Estação	3	6,29	2,10	3,35	0,0258	*
Ramo:Estação	3	6,73	2,24	3,59	0,0196	*
Erro experimental	53	33,18	0,63			

**Planilha N** - Anexo da Tabela 4,5 Fatorial 2 x 4 (parte da planta x estação) de GA3 (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano)

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)
Ramo	1	40920	40920	2,03	0,16
Estação	3	70139	23380	1,16	0,333
Ramo:Estação	3	120807	40269	2,00	0,125
Erro experimental	53	1067334	20138		

**Planilha O** - Anexo da Tabela 4.8 e 4-9. Delineamento Inteiramente Casualizado da concentração de EPI.B (partes da planta: ramo e gema do ano, nas quatro estações do ano)

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	Nível de significância
Ramo	1	35,30	35,34	4,05	0,05071	,
Estações	1	4,20	4,18	0,48	0,49287	
Ano	1	0,10	0,11	0,01	0,90983	
Ramo:Estações	1	11,40	11,45	1,31	0,25869	
Ramo:Ano	1	94,00	93,99	10,76	0,00209	**
Estações:Ano	1	40,60	40,57	4,65	0,0369	*
Ramo:Estações:Ano	1	0,70	0,73	0,08	0,77407	
Erro experimental	42	366,8	8,73			