

**JOSEANE TURQUETE FERREIRA**

**DIFERENCIAÇÃO FLORAL DA MACIEIRA ‘EVA’ EM DIFERENTES  
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS BRASILEIRAS**

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

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães do Santos

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

F383d  
2023  
Ferreira, Joseane Turquete, 1989-  
Diferenciação floral da macieira 'Eva' em diferentes  
condições climáticas brasileiras / Joseane Turquete Ferreira. –  
Viçosa, MG, 2023.  
1 tese eletrônica (72 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Agronomia, 2023.

Referências bibliográficas: f. 66-70.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.723>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Maçã - Floração. 2. Calor - Efeito fisiológico. I. Santos,  
Carlos Eduardo Magalhães dos, 1980-. II. Universidade Federal  
de Viçosa. Departamento de Agronomia. Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 634.11


**JOSEANE TURQUETE FERREIRA**

**DIFERENCIAÇÃO FLORAL DA MACIEIRA ‘EVA’ EM DIFERENTES  
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS BRASILEIRAS**

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


APROVADA: 03 de agosto de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 JOSEANE TURQUETE FERREIRA  
Data: 17/11/2023 07:31:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Joseane Turquete Ferreira  
Autora

Documento assinado digitalmente  
 CARLOS EDUARDO MAGALHAES DOS SANTOS  
Data: 16/11/2023 20:42:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Carlos Eduardo Magalhães do Santos  
Orientador

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Agronomia, pela oportunidade de realização do curso, e aos seus professores, pelos conhecimentos e ensinamentos repassados.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais Nilson e Luci, pelo exemplo de força, persistência, coragem e dedicação.

Aos meus irmãos, Ana Livia e Geovane, pelo auxílio nas avaliações e apoio nessa jornada.

Ao meu namorado José Henrique Pazutti Magri, pelo auxílio nas coletas, nas avaliações, incentivo, carinho e companheirismo durante todo este longo percurso. Obrigada por sempre acreditar na minha capacidade e por todo o amor e dedicação.

Ao meu orientador, Professor Carlos Eduardo Magalhães dos Santos, por toda orientação e confiança em mim depositada.

Ao Professor Gener Augusto Penso, pela amizade, pelos ensinamentos e pela disponibilidade em me atender todas as vezes que foi necessário.

Ao Professor Edgard Augusto de Toledo Picoli, pela confiança, pelos ensinamentos em anatomia vegetal, pela disponibilidade em me atender sempre que necessário e por disponibilizar o uso de materiais e equipamentos do Laboratório de Anatomia Vegetal.

Aos membros da banca de defesa, professores Idemir e Mateus, pelas sugestões e contribuições.

Aos funcionários do Setor de Fruticultura Hugo e Sabino, e também as técnicas do laboratório de Anatomia Vegetal Aurora e Rosana, sem os quais este trabalho não teria sido concluído.

Aos proprietários da Fazenda São Francisco em Barbacena – MG: Valter, Valdeci, Leleia, Marina, Tobias e Lucas, pelos ensinamentos e apoio às atividades de pesquisa em sua propriedade.

Ao proprietário da Fazenda Chácara em Ervália – MG: Jorge (*in memoriam*) pelos ensinamentos e apoio às atividades de pesquisa em sua propriedade.

Ao professor Idemir, pelo apoio na coleta do material na Fazenda Lovo, Paraná – PR.

Ao professor Mateus, pelo apoio e por disponibilizar o uso dos equipamentos do Laboratório de Análises de Frutas.

Aos amigos Adrielli, Fernando, Josimar, Clara e Hugo pela ajuda no desenvolvimento dos experimentos.

Aos meus amigos Débora, Luanna, Mariana, Daiana, Leonardo, Felipe, Willian, Guilherme, Letícia, Edilson, Gabriel, José Danizete, Camila, Raiane e Hayane que me acompanharam ao longo dessa jornada.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte deste processo, os meus sinceros agradecimentos.

*“O conhecimento não é aquilo que você sabe, mas o que você faz com aquilo que você sabe.”*

Aldous Huxley

## **BIOGRAFIA**

JOSEANE TURQUETE FERREIRA, filha de Nilson Inácio Ferreira e Luci de Sá Turquete Ferreira, nasceu em Barbacena, Minas Gerais, em 9 de julho de 1989. Em 2009, concluiu o curso Técnico em Gestão Empresarial pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial de Barbacena (Senac), Minas Gerais.

Em fevereiro de 2017, graduou-se em Agronomia, pelo Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste), em Barbacena, Minas Gerais.

Em agosto de 2017, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFV, em nível de Mestrado, submetendo-se à defesa da dissertação em 15 de julho de 2019.

Em agosto de 2019, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFV, em nível de Doutorado, submetendo-se à defesa da tese em 03 de agosto de 2023.

Em março de 2023, foi aprovada no concurso para professora substituta na Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal - MG, onde leciona as disciplinas de Fruticultura e Organografia e sistemática das culturas agrônômicas.

## RESUMO

FERREIRA, Joseane Turquete, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2023. **Diferenciação floral da macieira ‘Eva’ em diferentes condições climáticas brasileiras.** Orientador: Carlos Eduardo Magalhães do Santos.

O Brasil ocupa a décima primeira posição na produção mundial de maçãs, com produção de 1,2 milhões de toneladas em 2021. Um dos desafios no cultivo da macieira é a irregularidade na produção, aspecto influenciado por vários fatores como nutrição, irrigação e principalmente as condições climáticas. Dentre estes, a temperatura é o fator determinante, que interfere na diferenciação floral, sendo as altas temperaturas responsáveis por acelerar ou antecipar esse processo, que pode levar à abscisão das gemas. Desta forma, o objetivo do trabalho foi determinar o momento da ocorrência da diferenciação floral da macieira ‘Eva’ em áreas produtoras com diferentes condições climáticas. O experimento foi realizado com a cultivar Eva enxertada em porta-enxerto ‘Marubakaido’ com interenxerto da cultivar M9, simultaneamente em três pomares comerciais, localizados nos municípios de Barbacena (MG), Ervália (MG) e Palmas (PR). As coletas ocorreram nas safras de 2019/20, 2020/21 e 2021/22 entre os meses de agosto a março, realizadas quinzenalmente. Os tratamentos considerados foram tempo (datas de avaliação) x localidade (três municípios). Foram coletadas 30 amostras de cada estrutura (esporão e gema terminal e lateral de brindila) em cada uma das combinações de tempo e localidade, fixadas em FAA 50% e, em seguida, armazenadas em etanol 70%. Para elaboração das lâminas foram utilizadas três repetições para cada estrutura, local e data. Os cortes foram realizados no plano longitudinal, com auxílio de micrótomo rotativo manual Spencer e corados com azul de toluidina em tampão fosfato pH 4,5, com total aproximado de 2.000 lâminas avaliadas. Adicionalmente, lâminas com cortes representativos foram coradas com lugol para a análise histoquímica de detecção de amido nas amostras. Os cortes foram fotografados em Fotomicroscópio Olympus AX70 com sistema de captura de imagem acoplado AxioCam HRc Zeiss. A análise descritiva da histologia e estágio das gemas foram realizadas utilizando como referencial a escala diagramática na interpretação dos resultados. Foi observado que a partir de setembro, já havia gemas de esporões diferenciados em Barbacena – MG, seguido por Ervália - MG, que apresentou gemas de esporões e brindilas diferenciadas a partir de outubro. Em Palmas – PR, as gemas de esporões estavam diferenciadas a partir de dezembro. Existe diferença no período de ocorrência da diferenciação floral da macieira ‘Eva’, nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Há alterações na diferenciação floral, sendo influenciada

pelo tipo de estrutura e local de cultivo. Os esporões apresentaram maior proporção na formação de gemas florais e maior estabilidade durante o período avaliado. O acúmulo de amido no meristema apical foi maior nos locais onde a temperatura média foi menor como Barbacena - MG e Palmas – PR (18,7 °C e 18,2 °C, respectivamente), quando comparado com Ervália que apresentou temperatura média de 20,1 °C. As alterações histométricas e da anatomia das gemas em transição floral foram associadas a diferenças atribuídas à altura e ao ângulo de inclinação do domo meristemático. A partir dos dados de histometria e análise fenológica das gemas, foi possível verificar dois períodos de diferenciação floral e mais de um surto de crescimento em Ervália – MG e Barbacena – MG.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh. Anatomia aplicada. Meristema floral.

## ABSTRACT

FERREIRA, Joseane Turquete, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August 2023. **Floral differentiation of the apple tree 'Eva' in different Brazilian climatic conditions.** Adviser: Carlos Eduardo Magalhães do Santos.

Brazil occupies the eleventh position in world apple production, producing 1.2 million tons in 2021. One of the apple tree cultivation challenges is irregular production influenced by several factors such as nutrition, irrigation, and climate conditions. Temperature is the determining factor in floral differentiation which is responsible for its acceleration or anticipation culminating in the bud abscission. Thus, the aim of this study was to determine the moment of floral differentiation occurrence of the apple tree 'Eva' in producing areas with different climatic conditions. The experiment was conducted with the cultivar Eva grafted on 'Marubakaido' rootstock with inter rootstock of the cultivar M9, simultaneously in three commercial orchards, located in Barbacena (MG), Ervália (MG), and Palmas (PR). Collections were made in 2019/20, 2020/21, and 2021/22 harvests between August and March, carried out fortnightly. The treatments were time (evaluation dates) x location (three municipalities). 30 samples from each structure (spur and brindle terminal and lateral bud) were collected from each time x location combination. The samples were fixed in 50% FAA and then stored in 70% ethanol. To prepare the slides, three replications were used for each structure, location and date. The cuts were made in a longitudinal plane, using a manual Spencer rotary microtome. They were stained with toluidine blue in phosphate buffer pH 4.5, totaling 2,000 slides evaluated. Additionally, slides with representative sections were stained with Lugol for histochemical analysis and starch detection. The sections were photographed using an Olympus AX70 photomicroscope with an AxioCam image capture system. HRc Zeiss. The descriptive analysis of the histology and stage of the buds was carried out using a diagrammatic scale as a reference for interpreting the results. It was observed that in September, spur buds were already differentiated in Barbacena – MG, followed by Ervália - MG, which presented differentiated spur buds and brindles from October. In Palmas – PR the spur buds were differentiated from December. There is a difference in the floral differentiation of the 'Eva' apple tree occurrence, in the Southeast and South regions of Brazil. The difference in floral differentiation is influenced by the structure type and cultivation place. The spurs showed a greater formation proportion of the floral buds and greater stability during the period evaluated. There was greater accumulation of starch in the apical meristem in places where the average temperature was lower, such as Barbacena - MG and Palmas - PR

(18.7 °C and 18.2 °C, respectively), when compared to Ervália - MG, which presented an average temperature of 20.1°C. The histometric and anatomy changes of buds in floral transition were associated with differences attributed to the height and inclination angle of the meristematic dome. From the histometry data and phenological analysis of the buds, it was possible to verify two periods of floral differentiation and more than one growth spurt in Ervália – MG and Barbacena – MG

Keywords: *Malus domestica* Borkh. Applied anatomy. Floral meristem.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Mapa com destaque para as três regiões produtoras de maçã. Em verde está em destaque o estado do Paraná, onde está localizado o município de Palmas; em laranja está representado o estado de Minas Gerais, onde estão localizados os municípios de Barbacena e Ervália..... 19
- Figura 2** - Desenvolvimento fenológico de gemas em brindila da macieira ‘Eva’ durante o período de avaliação ..... 21
- Figura 3** - Estruturas reprodutivas de macieira ‘Eva’, gema terminal (BT) e gema lateral (BL) de brindila e gema de esporão – (ES) ..... 22
- Figura 4** - Gemas de macieira cultivar Eva, em microscopia luz, estádios morfológicos e desenvolvimento (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX), observados durante os anos de 2019 a 2022, nas condições climáticas de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR, Brasil..... 25
- Figura 5** - Caracterização da transição histológica das gemas e variáveis histométricas, do estágio vegetativo para reprodutivo em gemas de macieira ‘Eva’ ..... 27
- Figura 6** - Indicação de estágio das gemas de macieira ‘Eva’ (gemas terminais de brindila), durante o período de avaliação (2019 a 2022) dos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR..... 30
- Figura 7** - Detalhe do segundo fluxo de crescimento da brindila de macieira ‘Eva’ cultivadas em Ervália - MG, em destaque está a retomada do crescimento ..... 32
- Figura 8** - Indicação de estágio das gemas de macieira ‘Eva’ (gemas laterais de brindila), durante o período de avaliação (2019 a 2022) dos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR..... 34
- Figura 9** - Indicação de estágio das gemas de macieira ‘Eva’ (gemas de esporão), durante o período de avaliação (2019 a 2022) dos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR..... 36
- Figura 10** - Gemas terminais de brindila de macieira ‘Eva’ (coradas com lugol), na safra de 2020/21 dos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR ..... 38
- Figura 11** - Ângulo da gema terminal de brindila da macieira ‘Eva’ cultivada em Palmas - PR, Ervália - MG e Barbacena - MG, nos meses de setembro a fevereiro de 2020/21..... 45
- Figura 12** - Altura das gemas em esporão de macieira ‘Eva’ no período compreendido entre setembro a fevereiro de 2020/21 (A), e ângulo das gemas em esporão dos municípios de Palmas – PR, Ervália – MG e Barbacena - MG (B) ..... 47
- Figura 13** - Largura (A), altura (B) e ângulo (C) dos meristemas em gema lateral de brindila de macieira ‘Eva’ no período de outubro a março, cultivadas em Barbacena – MG, nas safras de 2019/20, 2020/21 e 2021/22 ..... 52

<b>Figura 14</b> - Altura (A) e ângulo (B) dos meristemas em gema terminal de brindila de macieira ‘Eva’ no período de outubro a março, cultivadas em Barbacena – MG, nas safras de 2019/20, 2020/21 e 2021/22 .....	56
<b>Figura 15</b> - Largura (A), altura (B) e ângulo (C) dos meristemas em esporão de macieira ‘Eva’ no período de outubro a março, cultivadas em Barbacena – MG, nas safras de 2019/20, 2020/21 e 2021/22 .....	59
<b>Figura 16</b> - Gráficos de temperatura média mensal e precipitação, (A) 2019/20 dos municípios de Ervália - MG, Barbacena - MG e Palmas - PR, (B) 2020/21 dos municípios de Ervália - MG, Barbacena - MG e Palmas - PR e (C) 2021/22 Barbacena - MG .....	62
<b>Figura 17</b> - Gráficos de Graus Dias Acumulado (°GDD) dos municípios de Ervália - MG, Barbacena - MG e Palmas - PR, (A) 2019/20 (B) 2020/21 e (C) 2020/22 Barbacena - MG...64	

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Estádios morfológicos (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX) de desenvolvimento de gemas da macieira ‘Eva’, observados durante os anos de 2019 a 2022, nas condições climáticas de Barbacena - MG, Ervália – MG e Palmas – PR, Brasil ..... 24
- Tabela 2** - Dados em porcentagem de ocorrência por estádios fenológicos das gemas terminais de brindila (BT), lateral de brindila (BL) e esporão (ES) de macieira ‘Eva’, nas safras 2019-20, 2020-21 e 2021-22, nos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR..... 31
- Tabela 3** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas da gema lateral de brindila da macieira ‘Eva’ cultivadas em Palmas - PR, Ervália - MG e Barbacena - MG, na safra de 2020/21 ..... 42
- Tabela 4** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas da gema terminal de brindila da macieira ‘Eva’ cultivadas em Palmas - PR, Ervália - MG e Barbacena - MG, na safra 2020/21 ..... 44
- Tabela 5** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas de gema de esporão da macieira ‘Eva’ cultivadas em Palmas - PR, Ervália - MG e Barbacena - MG, na safra de 2020/21 ..... 46
- Tabela 6** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas das gemas laterais de brindila da macieira ‘Eva’ cultivadas em Barbacena - MG, na safra de 2019/20, 2020/21 e 2021/22 ..... 50
- Tabela 7** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas das gemas terminais de brindila da macieira ‘Eva’ cultivadas em Barbacena - MG, na safra de 2019/20, 2020/21 e 2021/22.. 55
- Tabela 8** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas das gemas em esporão da macieira ‘Eva’ cultivadas em Barbacena - MG, na safra de 2019/20, 2020/21 e 2021/22 ..... 58
- Tabela 9** - Resumo da análise de variância para as variáveis largura, altura e ângulo dos três locais de avaliação Barbacena - MG, Ervália – MG e Palmas – PR (local), no período de setembro a fevereiro (data), referente ao ciclo de produção 2020/21 ..... 71
- Tabela 10** – Resumo da análise de variância para as variáveis largura, altura e ângulo de Barbacena - MG, nas três safras de avaliação 2019/20, 2020/21 e 2021/22 (safra), no período de outubro a março (data)..... 72

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
2.1 Localização do experimento .....	18
2.2 Material vegetal e análises anatômicas .....	20
2.3 Análises anatômicas.....	21
2.3.1 Escala fenológica.....	23
2.4 Análises histométricas .....	26
2.5 Medidas de temperatura.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
3.1 Características anatômicas do meristema em gemas de macieira.....	28
3.2 Histoquímica: Lugol para presença de amido em meristemas de gema terminal de brindila .....	37
3.3 Histometria do meristema de gemas de macieira ‘Eva’.....	41
3.3.1 Histometria do meristema de gemas de macieira ‘Eva’ cultivadas em Barbacena – MG, Ervália – MG e Palmas – PR, no período de 2020/21 .....	41
3.3.2 Histometria do meristema de gemas de macieira ‘Eva’ cultivadas em Barbacena-MG, no período de 2019/20; 2020/21 e 2021/22.....	49
3.4 Temperatura, precipitação e acúmulo de graus dias .....	60
4. CONCLUSÕES.....	65
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
APÊNDICE – A .....	71

## 1. INTRODUÇÃO

A macieira é uma fruteira de clima temperado que pertence à família Rosaceae. *Malus domestica* Borkh., é originária da Ásia ocidental ainda que seu cultivo ocorra em todos os continentes (BRUCKNER; BORÉM, 2022). Apesar de ser uma planta de clima temperado, a cultura também tem sido explorada em ambiente de clima tropical e subtropical (PIO et al., 2019).

A maçã é a segunda fruta mais produzida no mundo, com produção em torno de 93 milhões de toneladas, sendo superada pela produção de bananas (grupo de bananas de sobremesa + plátanos) em 2021. Os principais países produtores de maçã são: China (45,9 milhões de toneladas), Turquia (4,49 milhões de toneladas) e Estados Unidos da América (4,46 milhões de toneladas). O Brasil é o 11º maior produtor, com cerca de 1,2 milhão de toneladas produzidas em 2021. A produção do Brasil em 2021 aumentou cerca de 31,9% em relação ao ano de 2020 (FAO, 2023). Apesar do Brasil ocupar posição de menor destaque na produção mundial de maçãs, em 2020, cerca de 98% da produção nacional foi destinada ao mercado interno e o restante ao mercado externo. Esta evolução merece destaque pois, ao longo dos últimos 20 anos, o Brasil passou de importador para autossuficiente e até iniciando a atividade de exportador de maçãs (AGRIANUAL, 2022).

O cultivo de macieira no Brasil é concentrado principalmente na região Sul. No entanto, com o avanço no melhoramento genético e o manejo diferenciado de plantas de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais; como controle da irrigação, poda dupla (verde e produção) e aplicação de indutores de brotação; observa-se a expansão do cultivo para o Sudeste do país (PIO et al., 2019).

Em Minas Gerais, os principais municípios produtores de maçã são: Piedade do Rio Grande, São Tiago e Barbacena (IBGE, 2023). De acordo com os dados do IBGE (2023), nos últimos 20 anos a área plantada em Minas Gerais era de 33 ha, sendo registrado em 2021 uma área plantada de 225 ha, com produtividade média de 20,8 t ha<sup>-1</sup>. Isto demonstra a franca expansão do cultivo no estado, contribuindo com a economia estadual, além de permitir a diversificação da produção agrícola e aumentar a oferta de empregos, visto que é uma cultura que demanda elevada quantidade de mão de obra.

Em 2018, a maçã foi a quarta fruta mais consumida no Brasil (HORTIFRUTI/CEPEA, 2021). De acordo com Lazzarotto (2018), a média de consumo per capita no Brasil é de 5 kg por ano, quantidade considerada baixa quando comparado com o consumo per capita mundial

que é de 10 kg. Com intuito de aumentar o consumo no país, a Associação Brasileira de Produtores de Maçã - ABPM, desde 2017 está investindo em mídias sociais, em que, criaram o Clube da Maçã Brasileira, que tem como finalidade conscientizar o consumidor sobre a importância do consumo da fruta para a saúde e incentivar a inclusão em diversos pratos culinários (ABPM, 2023).

A cultivar de macieira Eva é uma das principais plantadas na região Sudeste do Brasil, devido à menor exigência em horas de frio, possibilitando seu cultivo em regiões de clima tropical de altitude e subtropical, como é o caso do estado de Minas Gerais (BRUCKNER; BORÉM, 2022). A macieira 'Eva' possui necessidade em frio de 200 a 350 h, considerada baixa exigência quando comparadas com as cultivares do grupo Gala e Fuji (PIO; NETO; ALVARENGA, 2018).

O cultivo da macieira 'Eva' possui como vantagem a produção precoce, permitindo a valorização do produto, pois a colheita ocorre entre os meses de dezembro e janeiro, período caracterizado pela menor oferta de maçãs frescas e armazenadas (PETRI et al., 2011a). Nos meses de dezembro e janeiro, o valor médio pelo quilo da maçã é 40% maior quando comparado aos meses posteriores (AGRIANUAL, 2022). Ou seja, neste período a comercialização é mais fácil pela maior procura e obtém-se melhores preços na venda dos frutos.

O plantio da macieira 'Eva' é mais comum em regiões subtropicais do que nas regiões temperadas, devido a sua baixa necessidade em frio e hábito precoce. Quando cultivadas nas condições de clima temperado, como é o caso das regiões tradicionalmente produtoras do Sul do Brasil, corre-se o risco de perdas por geadas tardias (EILERT et al., 2017). Nas condições do Sudeste de Minas Gerais como esse risco é reduzido, possibilita seu cultivo na região com maiores chances de sucesso.

Apesar do avanço, o cultivo de macieira nas condições do Sudeste apresenta produtividade menor (25,09 t ha<sup>-1</sup>) em relação ao Sul do Brasil (39,62 t ha<sup>-1</sup>) (IBGE, 2023). A menor produtividade é atribuída à deficiência em horas de frio, ocasionando irregularidade na produção, principalmente por apresentar brotação e floração desuniforme e a formação de frutos menores (PETRI et al., 2021). Esses desafios estão relacionados também a outros fatores como nutrição, irrigação e principalmente climáticos.

Dentre os fatores climáticos, o que mais interfere no desenvolvimento da macieira (diferenciação floral, floração e frutificação) é a temperatura (FRANCESCATTO, 2014; PIO; NETO; ALVARENGA, 2018). Em que, de acordo com Tromp (1984), temperatura de 16 °C reduz o crescimento dos ramos o que favorece o processo de indução floral, enquanto que,

temperaturas de 22 °C durante oito a nove semanas após a plena floração, favorece o crescimento vegetativo, ocorrendo assim uma menor formação de flores. Como consequência das altas temperaturas, a macieira apresenta brotação e floração irregulares, menor quantidade e qualidade dos frutos, acarretando em menor produtividade (HAWERROTH et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2013; PIO; NETO; ALVARENGA, 2018).

O aumento da temperatura ocasiona irregularidade na floração e brotação, afetando o ciclo atual, resultando na falta de sincronia na floração entre as plantas polinizadoras e produtoras, além de afetar o próximo ciclo, pois a baixa brotação acarreta em menor aporte de reservas para atender as demandas da cultura (PERTILLE, 2021). As elevadas temperaturas podem promover aumento do crescimento vegetativo ocasionando assim a formação de gemas de baixa qualidade, propiciando redução na formação de gemas florais, e, conseqüentemente, menor florescimento (OLIVEIRA et al., 2013).

Altas temperaturas afetam também a diferenciação floral e pode ocasionar a abscisão dos botões florais devido a sua maior sensibilidade (PENSO et al., 2020). As temperaturas elevadas ainda apresentam potencial aumento na respiração e menor acúmulo de carboidratos, o que será desfavorável ao processo de diferenciação floral afetando a produção do ano seguinte (GHRAB et al., 2014).

O processo de transição do meristema vegetativo para reprodutivo é longo com duração de 9 a 10 meses. O processo inicia com sinais ambientais como temperatura e internos ao meristema como a juvenildade, açúcares e hormônios. A proporção na concentração de auxina e citocinina, também regula o crescimento vegetativo e reprodutivo. Em que, altas concentrações de auxina favorecem o crescimento vegetativo, e como consequência ocorre a inibição do desenvolvimento das gemas laterais, isso ocorre devido ao efeito de dominância apical que a auxina promove. Já citocinina promove a divisão celular e em altas concentrações regula a expressão do MdTFL1 no ápice da gema, o que favorece o processo de indução e diferenciação floral (MIMIDA et al., 2013).

A diferenciação floral deve ser considerada como o primeiro componente de rendimento de uma cultura frutífera, pois, uma vez afetada ou prejudicada, por condições internas ou externas, acarretará inevitavelmente em redução do potencial de florescimento e demais etapas subsequentes do ciclo produtivo (WERNER et al., 1988; PENSO et al., 2016). Para requerimento de boas produções é necessário à produção abundante de flores e regularidade ao longo dos anos (KODAD; SOCIAIS i COMPANY, 2008). A compreensão do comportamento

da diferenciação floral apresenta fundamental importância na busca de soluções efetivas para auxiliar na regularidade de produção.

Esse cenário tem se repetido por diversas regiões produtoras, o que, considerando as novas áreas onde a cultura tem se expandido, se destaca por serem ambientes mais quentes. Por outro lado, a exploração nessas áreas tem sido responsável pelo considerável aumento de produção, área e janela de produção. Considerando as condições climáticas brasileiras, nas quais a cultura tem sido explorada, esse é um desafio frequente pois, em sua maioria, trata-se de áreas de clima subtropical, com risco maior se consideradas as áreas de produção da região Sudeste do país, que apresentam temperaturas ainda mais elevadas. A compreensão do processo de indução floral e desenvolvimento da maçã nas condições ambientais das novas áreas de plantio tem potencial impacto para o aumento da produção e qualidade dos frutos. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi descrever a indução floral, os eventos histológicos e o momento da diferenciação floral da macieira ‘Eva’ associados a diferentes condições climáticas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização do experimento**

O experimento foi realizado simultaneamente, utilizando a macieira ‘Eva’ enxertada em porta-enxerto ‘Marubakaido’ com filtro ‘M9’, cultivadas em três regiões produtoras no Brasil, sendo elas: Ervália – MG, Barbacena – MG e Palmas – PR (Figura 1).

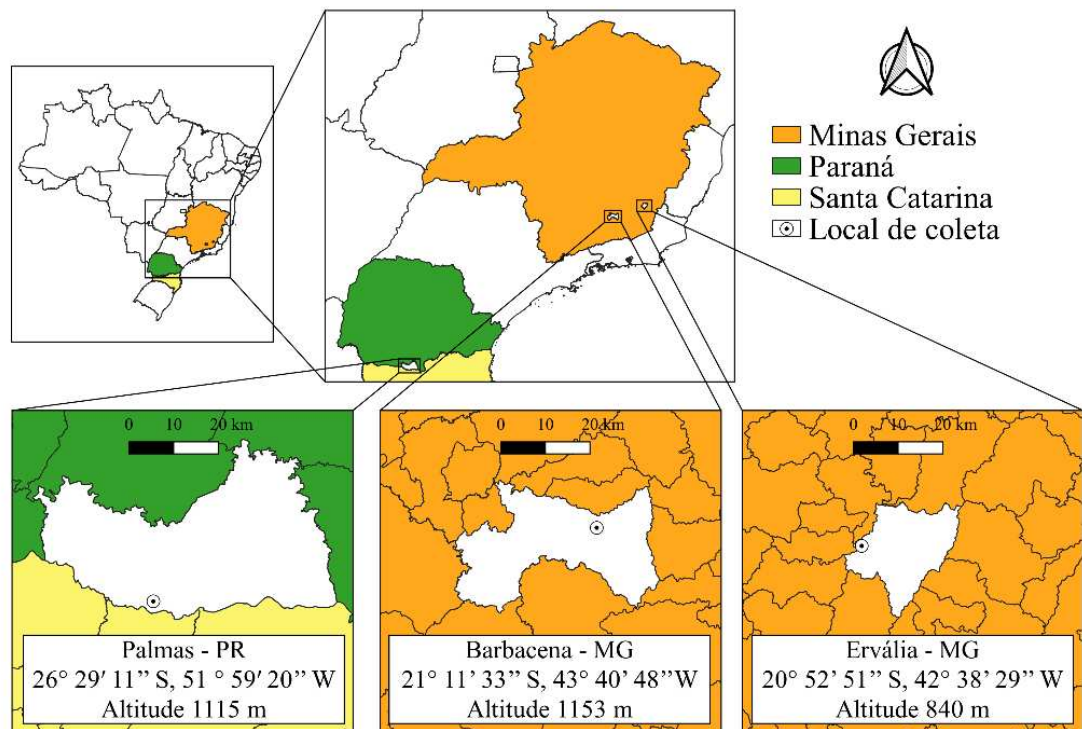
O município de Ervália, situado na região da Zona da Mata de Minas Gerais, caracteriza-se por apresentar clima classificado de acordo com Köppen e Geiger, como Cwa, apresentando clima quente e pluviosidade mais baixa no inverno quando comparado com o verão. A precipitação média anual é de 1.193 mm e a temperatura média anual de 20,5 °C (CLIMATE, 2023a). O experimento foi realizado em pomar comercial na Fazenda Chácara (altitude de 840 m, latitude de 20° 52’ 51’’ S e longitude de 42° 38’ 29’’ O).

Barbacena – MG está situada na mesorregião dos Campos das Vertentes, sendo o experimento realizado em pomar comercial na Fazenda São Francisco (altitude de 1.153 m, latitude de 21° 11’ 33’’ S e longitude de 43° 40’ 48’’ O). O clima da região é classificado, de acordo com Köppen e Geiger, como Cwb, caracterizado por inverno seco e verão ameno. A

precipitação média anual é de 1.688 mm e a temperatura média anual de 18,4 °C (CLIMATE, 2023b).

No município de Palmas, situado no sudoeste do Paraná, o experimento foi realizado em pomar comercial na Fazenda Lovo (altitude de 1.115 m, latitude de 26° 29' S e longitude de 51° 59' W). O clima da região é classificado, de acordo com Köppen e Geiger, como Cfb, caracterizado por apresentar clima quente e temperado. A precipitação média anual é de 1.975 mm e a temperatura média anual de 16,5 °C (CLIMATE, 2023c).

**Figura 1** - Mapa com destaque para as três regiões produtoras de maçã. Em verde está em destaque o estado do Paraná, onde está localizado o município de Palmas; em laranja está representado o estado de Minas Gerais, onde estão localizados os municípios de Barbacena e Ervália



Fonte: Autora.

As coletas foram realizadas nas safras de 2019/20, 2020/21 e 2021/22. As dinâmicas das coletas ocorrem da seguinte forma: Em Barbacena - MG as coletas foram realizadas nas três safras. Em Ervália - MG, as coletas foram realizadas nas duas primeiras safras. Em Palmas - PR as coletas foram realizadas apenas na safra de 2020/21.

O pomar da Fazenda São Francisco em Barbacena – MG, contava com sistema de irrigação por gotejamento, e as plantas estavam com aproximadamente 12 anos de idade, e com densidade de 2.000 plantas por hectare. O pomar da Fazenda Chácara em Ervália – MG, possuía sistema de irrigação por gotejamento, e as plantas tinham aproximadamente 8 anos de idade, com densidade de plantio de 2.857 plantas por hectare. O pomar da Fazenda Lovo em Palmas – PR não possuía sistema de irrigação, e tinha aproximadamente 22 anos de implantação, e com densidade de plantio de 2.631 plantas por hectare.

## **2.2 Material vegetal e análises anatômicas**

As coletas foram iniciadas aos 30 dias após a plena floração, de cada safra, para todos os locais, sendo a frequência quinzenal das coletas, e até o final do verão (Figura 2). Em que, a floração na safra de 2020/21 em Ervália – MG ocorreu no final do mês de junho, já Barbacena - MG e Palmas – PR foi no mês de julho. As estruturas coletadas entre os meses de setembro a janeiro apresentavam folhas bem desenvolvidas, já as estruturas coletadas após a segunda quinzena de janeiro apresentavam folhas em início de senescência natural. Na avaliação das três safras em Barbacena – MG, as coletas foram realizadas no período compreendido entre outubro e março.

A escolha das estruturas para coleta, foram padronizadas no terço médio das plantas e em ramos sem a presença de frutos, sendo realizadas em ambos os lados da linha de plantio. Foram coletadas 30 amostras por data de avaliação, de cada estrutura de frutificação: gema de esporão (ramos com mais de um ano), gema terminal de brindila (ramos de 10 a 25 cm) e gema lateral de brindila (Figura 3) (Francescato, 2014).

No momento da coleta, as amostras foram imediatamente acondicionadas em fixador FAA 50% (formaldeído, ácido acético glacial e etanol 50%). As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, onde foram submetidas à bomba de vácuo a 15 pol Hg por 48 h. Após este período, o FAA 50% foi substituído por etanol 70%, onde estas amostras permaneceram armazenadas até o momento do processamento.

**Figura 2** - Desenvolvimento fenológico de gemas em brindila da macieira ‘Eva’ durante o período de avaliação



Fonte: Autora.

### 2.3 Análises anatômicas

Foram selecionadas três gemas (repetições) de cada estrutura de frutificação (gema terminal e lateral de brindila e esporão), data (2019/20, 2020/21 e 2021/22) e local (Barbacena, Ervália e Palmas), para as análises anatômicas estruturais, totalizando 648 amostras. Já para as análises de alocação de amido por meio de teste histoquímico (Iugol), foi avaliado três repetições (gemas terminais de brindila), em três períodos setembro, dezembro e fevereiro da safra de 2020/21, nos três locais (Palmas, Barbacena e Ervália), totalizando 27 amostras. A escolha das datas de avaliação teve por objetivo verificar a alocação de amido em três fases fenológicas importantes na macieira. No mês de setembro, ocorre a coincidência do crescimento vegetativo e expansão dos frutos, em dezembro é o período de colheita, e em fevereiro temos o período que se inicia a queda das folhas. Vale ressaltar que, em Ervália - MG, a colheita ocorre de forma antecipada, ocorrendo no final de outubro.

As gemas terminais e laterais de brindila e esporão foram acondicionadas em microtubos tipo eppendorf para realização do processo de desidratação das amostras. Inicialmente as amostras foram submetidas a série etílica crescente, que consiste em acondicionar as amostras em etanol 80% por 1:30h, e colocá-las na dessecadora com bomba de vácuo à 15 pol Hg. Na sequência, o etanol 80% foi substituído por etanol 99,8%, e as amostras foram submetidas novamente à bomba de vácuo, por período de 1:30h. Após finalizar a série etílica, o etanol 99,8 % foi substituído por etanol 95% juntamente com historesina, e submetidos à bomba de vácuo, por três semanas para a pré-infiltração.

**Figura 3** - Estruturas reprodutivas de macieira ‘Eva’, gema terminal (BT) e gema lateral (BL) de brindila e gema de esporão – (ES)



Fonte: Autora.

Após a pré-infiltração, as amostras seguiram para etapa de infiltração em que foram imersas em historesina pura e submetidas à bomba de vácuo, por período de 8 semanas. Após a infiltração, as amostras foram transferidas para histomoldes contendo historesina pura mais endurecedor, permanecendo em freezer por três dias para o processo de emblocamento. Na sequência, as amostras foram encaminhadas para a estufa de secagem a 60 °C, onde foram mantidas por um período de cinco dias, até que essas apresentassem consistência ideal para realização da montagem dos blocos. Posteriormente os mesmos foram utilizados na realização dos cortes histológicos.

Os cortes foram realizados com auxílio de micrótomo rotativo manual Spencer, com espessura de 5  $\mu\text{m}$ , em plano de corte longitudinal ao longo de toda gema, a fim de encontrar a parte central das mesmas. Foi utilizado uma caneca de fundo preto com água aquecida a fim de armazenar os cortes e estendê-los até serem alocados em lâminas de vidro, sendo em média quatro lâminas por repetição e aproximadamente 18 cortes por lâmina, totalizando aproximadamente 2.000 lâminas.

Para as análises estruturais os cortes foram corados com Azul de Toluidina (tampão fosfato pH 4,5) em cuba de plástico, sendo imersos por 5 minutos e lavados em água. Já para as análises de amido os cortes foram corados com lugol, sendo depositados uma gota do corante em cima de cada corte, por aproximadamente 30 minutos. Para a montagem das lâminas permanentes, foram utilizados o adesivo Permout® para unir lâmina e lamínula. Após a secagem das lâminas, foram selecionados os cortes que melhor representavam a parte central de cada gema, com auxílio do microscópio de luz Zeiss. De posse dos cortes selecionados, as imagens foram registradas nas objetivas de 4x e 10x, com auxílio do Fotomicroscópio Olympus AX70 com sistema de captura de imagem acoplado AxioCam HRc Zeiss.

### **2.3.1 Escala fenológica**

Para avaliação da diferenciação floral, foi elaborada uma escala fenológica dos estádios de desenvolvimento das gemas da macieira, descrevendo as características de cada estágio fenológico (Tabela 1 e Figura 4). A avaliação das gemas pelo método anatômico ocorreu através da determinação do início ou não da diferenciação floral em seus estádios de desenvolvimento. Foi considerado gemas diferenciadas, aquelas que estavam a partir do estágio IV (Figura 4 D), com fundamento nas análises de histometria de altura, largura e inclinação do domo.

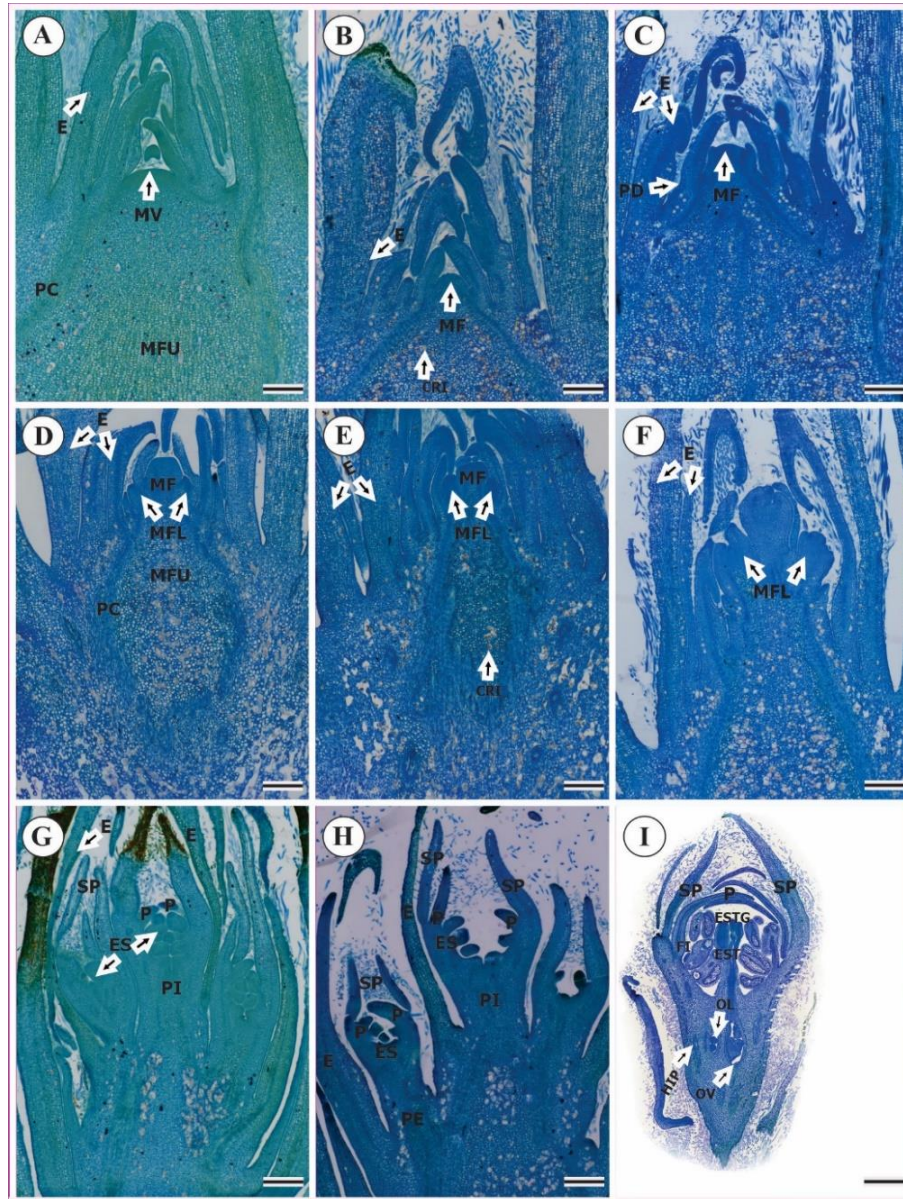
Com base nas análises de microscopia de luz e com auxílio na classificação realizada por Francescatto (2014) foram identificados nove estádios fenológicos, desde a formação de meristemas vegetativos até o desenvolvimento dos meristemas florais com modificações pontuais com inserção de três estádios (Tabela 1 e Figura 4). Essas inclusões foram devido a avaliação estrutural interna do material, visto que a avaliação realizada por Francescatto (2014) foi externa, pelo método de microscopia de varredura.

**Tabela 1** - Estádios morfológicos (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX) de desenvolvimento de gemas da macieira ‘Eva’, observados durante os anos de 2019 a 2022, nas condições climáticas de Barbacena - MG, Ervália – MG e Palmas – PR, Brasil

<b>Estádios</b>	<b>Descrição dos estádios de desenvolvimento de gemas florais de macieira</b>
Estádio I	Gema vegetativa, com meristema achatado envolto por escamas.
Estádio II	Gema com arredondamento do domo apical e meristema com formato cônico – Iniciação floral.
Estádio III	Formação de três domos apicais (meristema da inflorescência), responsáveis pela formação do meristema floral lateral que são fundidos na base.
Estádio IV	Alongamento do domo apical (meristema floral terminal) juntamente com a formação dos meristemas florais laterais.
Estádio V	Alongamento do meristema floral lateral.
Estádio VI	Alongamento do meristema floral lateral e início do distanciamento das peças florais.
Estádio VII	Diferenciação das sépalas e estames do meristema floral terminal e lateral e diferenciação de pétalas e pistilos do meristema floral terminal.
Estádio VIII	Diferenciação dos estames, um par de sépalas e pétalas do meristema floral terminal e lateral e o distanciamento das peças florais juntamente com alongamento do pedicelo.
Estádio IX	Diferenciação de sépalas, pétalas, estames (antera e filamento), pistilo (estigma, estilete, ovário) e óvulos.

Fonte: (Francescato, 2014) modificado pela autora.

**Figura 4** - Gemas de macieira cultivar Eva, em microscopia luz, estádios morfológicos e desenvolvimento (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX), observados durante os anos de 2019 a 2022, nas condições climáticas de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR, Brasil



Fonte: Autora

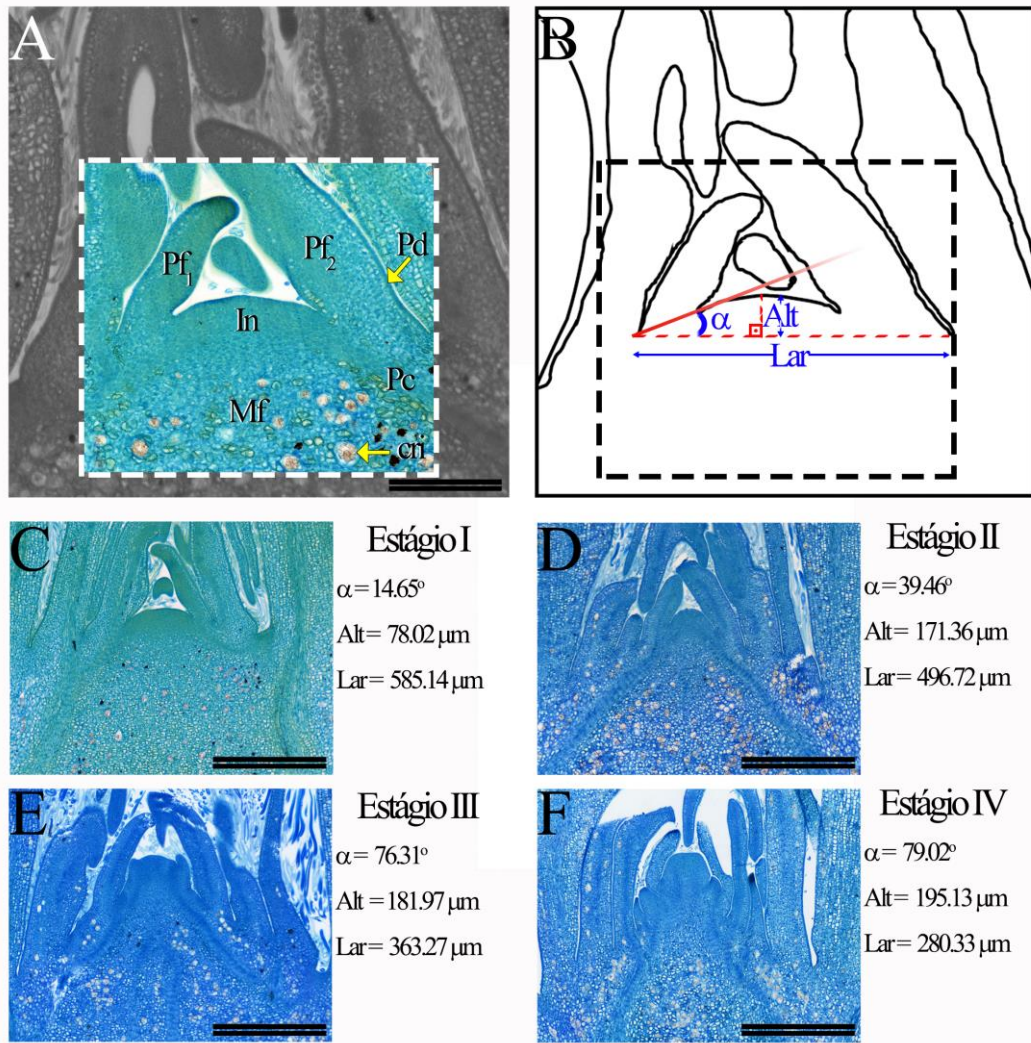
(A) Estádio I=meristema vegetativo envolto por escamas; (B) Estádio II=meristema floral, caracteriza-se pela iniciação floral; (C) Estádio III= meristema floral, caracteriza-se pelo início da formação de três domos apicais; (D) Estádio IV=meristema floral, caracteriza-se pelo alongamento do domo apical; (E) Estádio V=caracteriza-se pelo alongamento do meristema floral lateral; (F) Estádio VI=caracteriza-se pelo distanciamento das peças florais; (G) Estádio VII=meristema floral e lateral com a presença de sépalas, pétalas, estames e pistilo; (H) Estádio VIII= caracteriza-se pelo distanciamento e alongamento das peças florais, e a presença de sépalas, pétalas, estames e pistilo; (I) Estádio IX=meristema floral com a presença de sépalas, pétalas, estames (antera e filamento), pistilo (estigma, estilete, ovário) e óvulos.

MV=meristema vegetativo, E=escama, MFU=meristema fundamental, PC=procâmbio, MF=meristema floral, CRI=cristais, PD=protoderme, MFL=meristema floral lateral, SP=sépala, P=pétala, PI=pistilo, ES=estame, PE=pedicelo, AT=antera, FI=filamento, ESTG=estigma, EST=estilete, OV=ovário, OL=óvulo, HIP=hipanto. Barra=300 μm

## 2.4 Análises histométricas

A caracterização da transição histológica das gemas, do estágio vegetativo para reprodutivo, foi obtida a partir de imagens analisadas no software Image-Pro Plus®. Foram avaliadas oito imagens para cada estrutura (gema de esporão e gema lateral e terminal de brindila), data (meses) e local (Barbacena – MG, Ervália – MG e Palmas - PR). As variáveis avaliadas foram de acordo com a metodologia realizada por Zandonadi (2021). As medidas anatômicas das gemas foram: largura do ápice caulinar (Lar) - contendo a região meristemática e os dois primeiros primórdios foliares, mensurado na altura da axila superior do 2º primórdio foliar; altura do ápice caulinar (Alt) - conjunto de células iniciais e derivadas imediatas, mensurado da superfície do ápice até o eixo na altura da axila superior do 2º primórdio foliar (domo); ângulo ( $\alpha$ ) - formado entre a seção de reta correspondente à largura ou segmento de reta horizontal ligando os nós correspondentes aos dois primeiros primórdios foliares observados e a seção de reta da inserção de um destes primórdios e o ponto mais externo da curvatura do domo do meristema apical (Figura 5). As medidas foram realizadas até o estágio IV, pois a partir desse estágio perde-se o ponto de referência para as medidas, pois as gemas já estão com as peças florais em formação, ou seja, gemas diferenciadas. As médias foram submetidas à análise de variância e regressão, para as variáveis quantitativas foi realizado o teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). O programa estatístico utilizado foi o software Rbio (BHERING, 2017). Foi realizada preventivamente a transformação logarítmica dos dados ( $Y = \text{Log } X$ ).

**Figura 5** - Caracterização da transição histológica das gemas e variáveis histométricas, do estágio vegetativo para reprodutivo em gemas de macieira 'Eva'



Fonte: Autora.

Pf<sub>1,2</sub>=primórdio foliar, Pd=protoderme, In=iniciais e derivadas imediatas, Pc=procâmbio, Mf=meristema fundamental, cri= cristais de oxalato de cálcio (drusas),  $\alpha$ =ângulo, Alt=altura e Lar=largura do "domo".

Escalas em 10x correspondem a 200  $\mu\text{m}$  e de 4x correspondem a 500  $\mu\text{m}$  (A e B aumento de 10x e C, D, E e F aumento de 4x).

## 2.5 Medidas de temperatura

Dados diários provenientes do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2023), foram para o período de avaliação de três anos, mensurando a precipitação, temperatura e graus dias acumulados ( $^{\circ}\text{GDD}$ ). Para obtenção do  $^{\circ}\text{GDD}$ , utilizou-se dados de temperatura diária, sendo calculado através da temperatura máxima ( $T_{\text{máx}}$ ), temperatura mínima ( $T_{\text{min}}$ ) e temperatura base ( $T_{\text{base}}$ ) para cultura da macieira que é  $5^{\circ}\text{C}$ , através da fórmula  $\text{GD} = [(T_{\text{máx}} + T_{\text{min}}) / 2] - T_{\text{base}}$  (CARISSE; JOBIN; BOURGEOIS, 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Características anatômicas do meristema em gemas de macieira

Ao avaliar os estádios fenológicos das gemas terminais de brindila, observamos que no primeiro bimestre (setembro/outubro), Palmas – PR, Barbacena – MG e Ervália – MG, estavam com 100, 60,9 e 60% das gemas respectivamente no estágio I (meristema vegetativo), (Tabela 2 e Figura 6 A, D e G). Nota-se que, em Barbacena cerca de 26% das gemas estavam nos estádios VII, VIII e IX (meristemas com peças florais já diferenciadas), enquanto em Ervália 40% das gemas estavam no estágio II e III (iniciação floral).

De acordo com Petri et al. (2011b), a indução floral da macieira inicia entre 45 a 60 dias após a plena floração (DAPF). Em trabalho realizado por Francescato (2014), ao avaliar gemas terminais de brindila da cultivar Gala, nas condições do Sul do Brasil, observou que a iniciação floral ocorreu aos 105 DAPF. Em Barbacena e Ervália a iniciação e diferenciação floral tiveram início em torno de 90 DAPF (Tabela 2). Nesses locais, onde a temperatura é mais elevada, ocorre uma antecipação no processo de formação floral, em relação a locais com temperaturas amenas, a exemplo de Palmas que iniciou esse processo aos 150 DAPF.

De acordo com Penso et al. (2020), a temperatura pode afetar vários processos bioquímicos e fisiológicos, em que, temperaturas acima de 25 °C tende a acelerar o metabolismo e a diferenciação floral, e temperaturas entre 30 e 35°C podem interromper a diferenciação ou até mesmo provocar a abscisão das gemas. Em estudos realizados com acessos de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., as plantas floresciam mais cedo quando a temperatura aumentava (JIN; AHN, 2021). Os autores afirmam que acréscimos moderados na temperatura aceleram o processo de floração.

Em estudo realizado por El Yaacoubi et al. (2014) sobre o efeito do aquecimento global na fenologia de três espécies frutíferas, sendo elas oliveira, macieira e amendoeira, e estas cultivadas em três locais distintos, França, Itália e Marrocos; os autores observaram que o aumento da temperatura média afetou a data de início da floração da macieira e da oliveira, que tiveram a sua floração antecipada. Essa antecipação da floração, pode ser um problema em especial nos locais tradicionais de cultivo, onde terão dificuldades em manejar essas plantas, pois podem ter problemas com geada tardia, e ainda elevadas temperaturas no momento da floração, afeta diretamente a formação das estruturas florais e a visitação de agentes

polinizadores, o que por sua vez prejudica a fecundação e conseqüentemente a produção da planta.

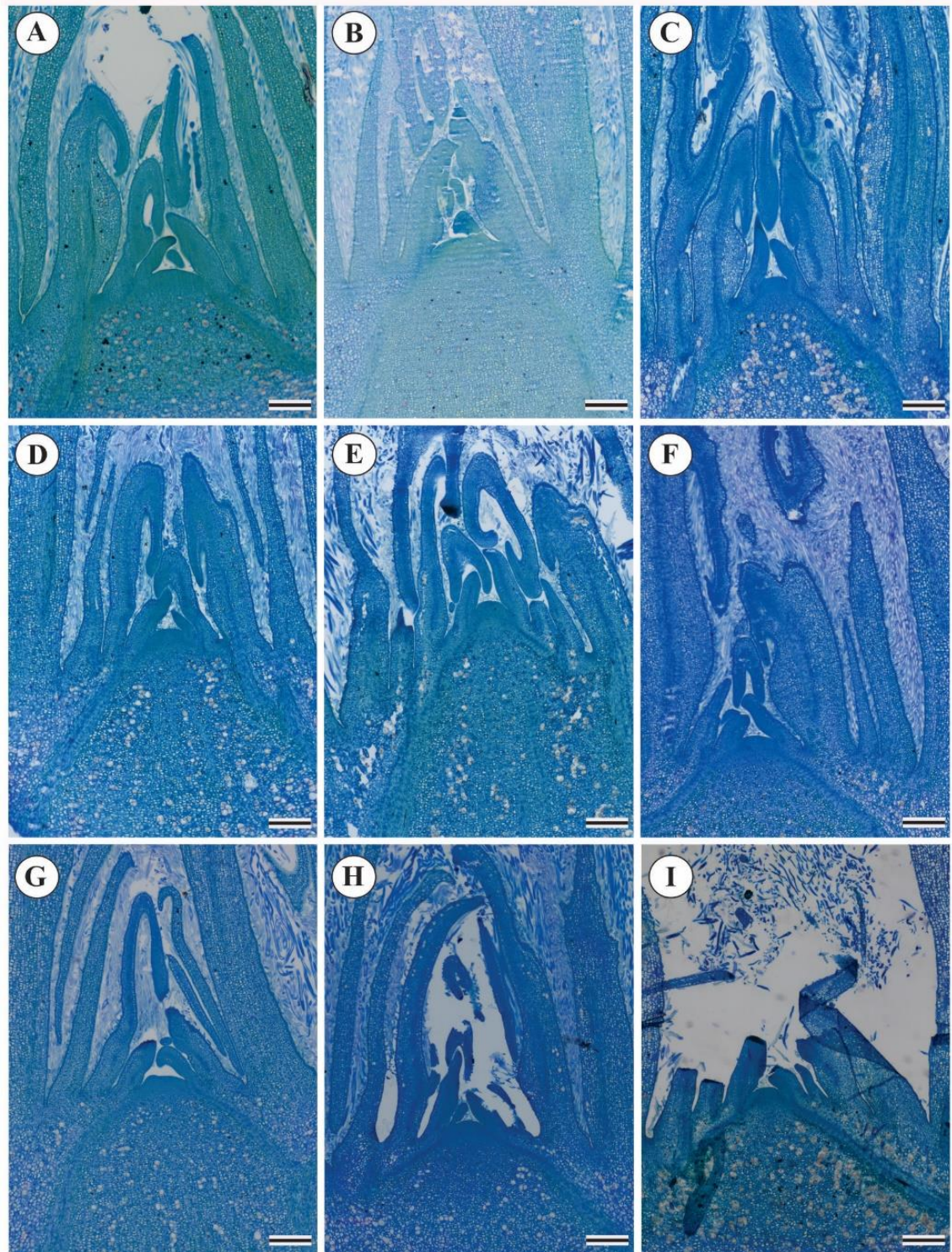
No segundo bimestre de avaliação (novembro/dezembro), cerca de 61,9% das gemas terminais de brindila em Barbacena estavam em estágio I, ou seja, meristema vegetativo. Em Ervália, 46,7% das gemas terminais de brindila estavam no estágio II, ou seja, iniciação floral. Em Palmas, 62,5% das gemas estavam no estágio I, e as demais no estágio II e III (iniciação floral), comportamento semelhante ao de Barbacena (Tabela 2 e Figura 6 B, E e H).

As gemas provenientes das plantas cultivadas em Barbacena e Ervália apresentaram ordem cronológica diferenciada em relação às gemas avaliadas em Palmas. Observa-se que em Barbacena houve dois picos de formação de gemas vegetativas (meristema apical), sendo um no primeiro bimestre de avaliação (setembro/outubro) e outro no segundo bimestre (novembro/dezembro), esse comportamento se deve provavelmente ao segundo fluxo de crescimento observado nessas plantas (Figura 7 e Tabela 2).

Ervália apresentou o mesmo comportamento, porém os picos de gemas vegetativas ocorrem no primeiro (setembro/outubro) e no terceiro bimestre de avaliação (janeiro/fevereiro). Cremasco (2021) avaliando gemas de pessegueiro em Ervália - MG, também observou o segundo fluxo de crescimento, em que 100% das gemas estavam no estágio I. De acordo com Ghrab et al. (2014), em regiões com elevadas temperaturas durante o ano tendem a ter um crescimento vegetativo acelerado, o qual pode promover mais de um 'fluxo de crescimento', ocasionando desequilíbrio na partição de assimilados entre os órgãos vegetativos e reprodutivos.

Esse segundo fluxo de crescimento pode afetar a concentração de carboidratos, em que, esse é particionado entre o novo fluxo e frutos em desenvolvimento (ARAUJO et al., 2008). Como consequência, tende a ocorrer a formação de frutos de menor calibre, e os carboidratos que seriam utilizados para formação de estruturas florais, serão gastos em novo fluxo de crescimento. Desta forma, o segundo fluxo irá afetar a formação de estruturas florais para próxima safra e conseqüentemente competindo para a redução da produção, causando indiretamente a bienalidade na planta.

**Figura 6** - Indicação de estágio das gemas de macieira ‘Eva’ (gemas terminais de brindila), durante o período de avaliação (2019 a 2022) dos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR



Fonte: Autora.

Gemas terminais de brindila coletadas em Barbacena - MG em setembro/outubro (A), novembro/dezembro (B) e janeiro/fevereiro (C); coletadas em Ervália - MG em setembro/outubro (D), novembro/dezembro (E) e janeiro/fevereiro (F); e coletadas em Palmas - PR em setembro/outubro (G), novembro/dezembro (H) e janeiro/fevereiro (I).

Barra=300  $\mu$ m.

**Tabela 2** - Dados em porcentagem de ocorrência por estádios fenológicos das gemas terminais de brindila (BT), lateral de brindila (BL) e esporão (ES) de macieira 'Eva', nas safras 2019-20, 2020-21 e 2021-22, nos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR

Bimestres	Setembro/outubro									Novembro/dezembro									Janeiro/fevereiro									
	Estádios	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>Barbacena – MG</b>																												
BT	60,9	13,0	-	-	-	-	4,4	13,0	8,7	61,9	33,3	4,8	-	-	-	-	-	-	44,0	44,0	-	-	4,0	4,0	4,0	-	-	
BL	28,0	40,0	8,0	-	-	8,0	4,0	12,0	-	33,3	47,6	9,5	4,8	4,8	-	-	-	-	5,6	55,6	5,6	-	-	5,6	22,2	5,6	-	
ES	40,0	10,0	25,0	-	10,0	-	-	5,0	10,0	36,4	27,3	4,6	4,6	-	9,1	13,6	4,6	-	16,0	24,0	16,0	-	-	4,0	16,0	24,0	-	
Média	43,0	21,0	11,0	0	3,3	2,7	2,8	10,0	6,2	43,9	36,1	6,3	3,1	1,6	3,0	4,5	1,5	0	21,9	41,2	7,2	0	1,3	4,5	14,1	9,9	0	
<b>FGI/D</b>				<b>25,0</b>									<b>13,8</b>									<b>29,8</b>						
<b>Ervália – MG</b>																												
BT	60,0	30,0	10,0	-	-	-	-	-	-	40,0	46,7	6,7	-	6,7	-	-	-	-	57,1	42,8	-	-	-	-	-	-	-	-
BL	27,8	38,9	16,7	11,1	-	-	5,6	-	-	34,8	39,1	4,4	4,4	8,7	-	8,7	-	-	38,1	38,1	4,8	4,8	-	9,5	-	4,8	-	
ES	40,0	26,7	6,7	-	6,7	-	13,3	6,7	-	23,5	23,5	5,9	-	-	5,9	11,8	29,4	-	-	33,3	5,6	-	11,1	5,6	5,6	38,9	-	
Média	42,6	31,9	11,1	3,7	2,2	0	6,3	2,2	0	32,8	36,4	5,7	1,5	5,1	2,0	6,8	9,8	0	31,7	38,1	3,5	1,6	3,7	5,0	1,9	14,6	0	
<b>FGI/D</b>				<b>25,0</b>									<b>25,2</b>									<b>26,8</b>						
<b>Palmas – PR</b>																												
BT	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	62,5	25,0	12,5	-	-	-	-	-	-	-	57,1	-	14,3	14,3	14,3	-	-	-	
BL	44,4	44,4	11,1	-	-	-	-	-	-	-	75,0	25,0	-	-	-	-	-	-	-	66,7	33,3	-	-	-	-	-	-	
ES	71,4	28,6	-	-	-	-	-	-	-	22,2	11,1	22,2	-	22,2	-	22,2	-	-	-	50,0	-	-	-	-	-	50,0	-	
Média	71,9	24,3	3,7	0	0	0	0	0	0	28,2	37,0	19,9	0	7,4	0	7,4	0	0	0	57,9	11,1	4,8	4,8	4,8	0	16,7	0	
<b>FGI/D</b>				<b>0</b>									<b>14,8</b>									<b>31,0</b>						

Fonte: Autora.

\*Barbacena - MG foram avaliados 3 safras (2019-20;2020-21 e 2021-22), Ervália - MG foram avaliados duas safras (2019-20 e 2020-21) e Palmas - PR foi avaliado uma safra (2020-21). A antese em Barbacena - MG e Palmas - PR ocorreu no mês de julho, e em Ervália - MG no mês de junho. FGI/D=frequência de gemas induzidas e diferenciadas; Estádio I=meristema vegetativo envolto por escamas; Estádio II=meristema floral, caracteriza-se pela iniciação floral; Estádio III= meristema floral, caracteriza-se pelo início da formação de três domos apicais; Estádio IV=meristema floral, caracteriza-se pelo alongamento do domo apical; Estádio V=caracteriza-se pelo alongamento do meristema floral lateral; Estádio VI=caracteriza-se pelo distanciamento das peças florais; Estádio VII=meristema floral e lateral com a presença de sépalas, pétalas, estames e pistilo; Estádio VIII= caracteriza-se pelo distanciamento e alongamento das peças florais, e a presença de sépalas, pétalas, estames e pistilo; Estádio IX=meristema floral com a presença de sépalas, pétalas, estames (antera e filamento), pistilo (estigma, estilete, ovário) e óvulos. Colunas em destaque representa o estádio IV com gemas em início de diferenciação floral.

No terceiro bimestre de avaliação (janeiro/fevereiro), 44% das gemas terminais de brindila em Barbacena, estavam no estágio I e II, as demais gemas estavam no estágio V, VI e VII (meristemas diferenciados). Em Ervália, 57,1% das gemas terminais de brindila estavam no estágio I, as demais estavam no estágio II (iniciação floral). Já em Palmas, 57,1 % das gemas estavam no estágio II, e as demais nos estádios IV, V e VI (Tabela 2 e Figura 6 C, F e I). Nota-se que em Ervália e Barbacena as gemas terminais de brindila, mantêm-se em maior proporção nos estádios I e II, isso se deve provavelmente pelo alto vigor vegetativo das plantas em locais com temperaturas mais elevadas, em que as gemas terminais de brindila possuem crescimento terminal vigoroso e longo nos ramos do ano. Essa maior proporção de gemas vegetativas ocorre porque de acordo com Petri et al. (2021), em locais onde a exigência de frio das cultivares não é satisfeita ocorre maior crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo, fato esse que pode estar ocorrendo nos pomares de Ervália e Barbacena.

**Figura 7** - Detalhe do segundo fluxo de crescimento da brindila de macieira ‘Eva’ cultivadas em Ervália - MG, em destaque está a retomada do crescimento



Fonte: Autora.

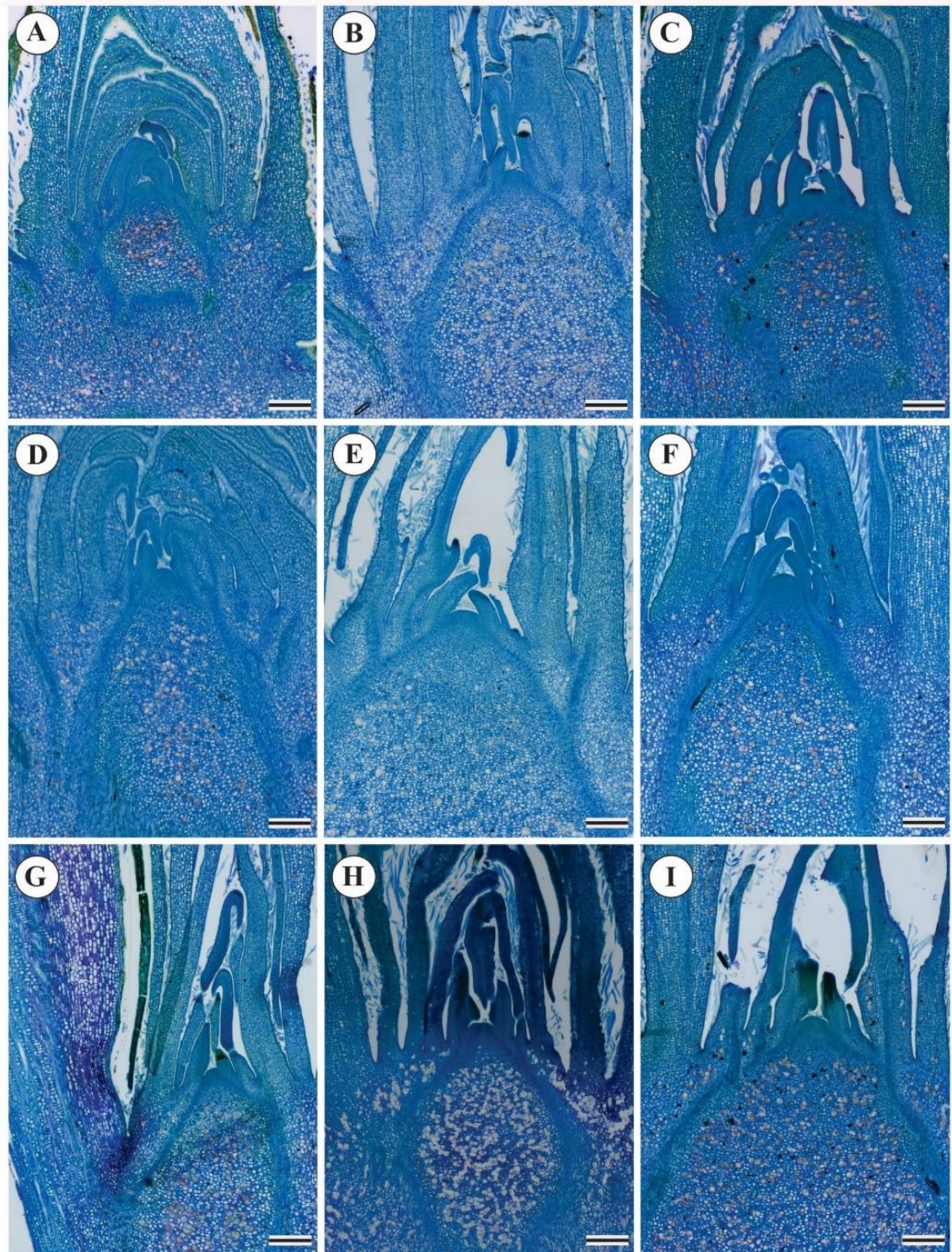
Para estrutura gema lateral de brindila em Barbacena, no primeiro bimestre avaliado (setembro/outubro), 40% das gemas estavam em estágio II, e 24% estavam nos estádios VI, VII e VIII (gemas diferenciadas). Em Ervália, 38,9% das gemas laterais de brindila estavam no estágio II. Já para Palmas, 88% das gemas estavam no estágio I e II (Tabela 2 e Figura 8 A, D e G). O estágio II, é caracterizado por apresentar o primeiro sinal visível da fase transitória entre

o meristema vegetativo e reprodutivo, ou seja, o meristema apresenta formato cônico (FOSTER et al., 2003) (Figura 4 B). Esta transição do meristema vegetativo para o floral é regulada pela idade da planta, temperatura, quantidade de açúcares, hormônios (auxina/citocinina) e expressão de genes responsáveis pelo florescimento (MIMIDA et al., 2013; LI et al., 2018).

De acordo com Liu, Zhang e Yu (2020) a transição do meristema vegetativo para floral é controlada por uma rede genética complexa em resposta aos fatores ambientais, como a temperatura. Em que, a temperatura é responsável pela transcrição de mRNA de FT (FLOWERING LOCUS T) e o transporte da proteína FT. Os genes envolvidos nas múltiplas vias do florescimento e que desempenham papel importante na indução floral, são FT, SOC1, LEAF, SPLs e AP1 (CHEN et al., 2018). Esses genes podem ser ativados ou reprimidos através da percepção ambiental ou sinais endógenos. Em trabalho realizado por Liu, Zhang e Yu (2020) ao avaliar o efeito da temperatura na transição floral em *Arabidopsis*, observaram que as baixas temperaturas afetaram a transcrição e o transporte da proteína FT através do floema até o meristema apical, ocasionando assim atraso no início da floração. Ainda de acordo com Susila et al. (2021), baixas temperaturas promovem a maior ligação do FT a um fosfolípido da membrana, e com isso sua mobilidade é limitada, já em temperaturas mais elevadas, essa ligação é reduzida, ocorrendo assim o maior transporte de FT para o meristema apical do caule, o que irá promover a transição floral.

Segundo Zhu et al. (1997), temperaturas entre 13 °C e 20 °C por seis a sete semanas após a plena floração, favoreceu a indução floral em macieira cultivar Summerred. Os autores observaram que as plantas submetidas a temperatura de 20 °C ao longo da estação de avaliação, apresentaram a formação de ramos mais longos e menor formação de gemas florais, quando comparados com as plantas submetidas a temperatura de 13 °C no mesmo período de avaliação. Esses resultados sugerem que, temperaturas 20 °C durante 6 a 7 semanas após a plena floração favorecem o crescimento vegetativo. Esses resultados auxiliam no entendimento do comportamento das plantas nos pomares com temperaturas mais elevadas, como é o caso de Ervália.

**Figura 8** - Indicação de estágio das gemas de macieira ‘Eva’ (gemas laterais de brindila), durante o período de avaliação (2019 a 2022) dos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR



Fonte: Autora

Gemas laterais de brindila coletas em Barbacena - MG em setembro/outubro (A), novembro/dezembro (B) e janeiro/fevereiro (C); coletadas em Ervália - MG em setembro/outubro (D), novembro/dezembro (E) e janeiro/fevereiro (F); e coletadas em Palmas - PR em setembro/outubro (G), novembro/dezembro (H) e janeiro/fevereiro (I).

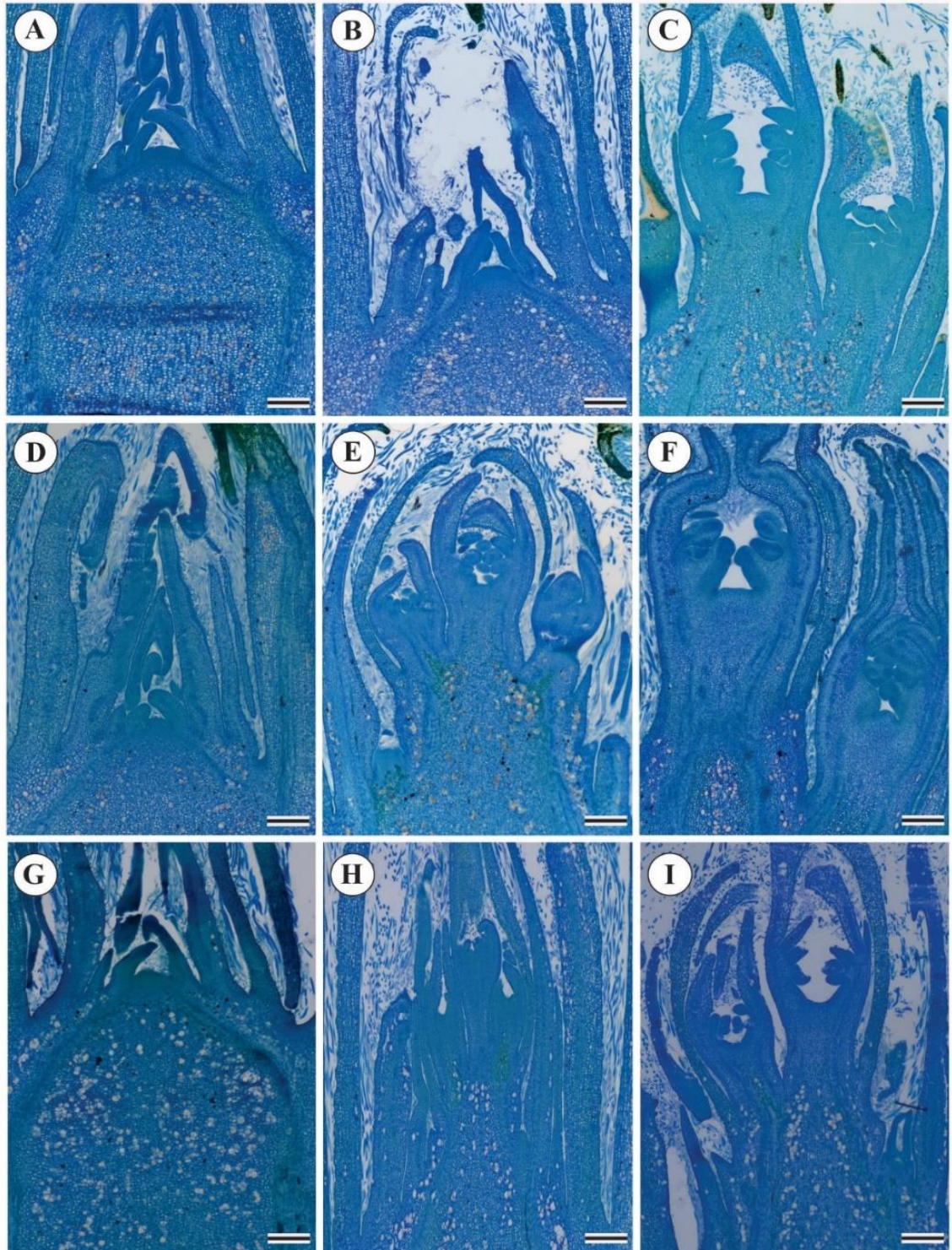
Barra=300  $\mu$ m

No segundo bimestre de avaliação (novembro/dezembro) em Barbacena, Ervália e Palmas, cerca de 47, 39 e 75 % das gemas laterais de brindila, respectivamente, estavam em estágio II (iniciação floral) (Tabela 2 e Figura 8 B, E e H). Nas plantas cultivadas em Barbacena e Ervália não houve uniformidade fenológica, pois nestes locais durante as datas de avaliação (novembro/dezembro) havia gemas em todos os estádios de desenvolvimento. Segundo Petri et al. (2021), a menor satisfação de frio promove o prolongamento do florescimento, acarretando na heterogeneidade dos estádios fenológicos das gemas, algumas em estádios avançados e outras com estádios atrasados. Fato este constatado neste trabalho, onde Barbacena e Ervália apresentam gemas diferenciadas em todos os bimestres avaliados, enquanto que Palmas apresentava gemas diferenciadas apenas em esporão e a partir do bimestre de novembro/dezembro (Tabela 2). Essa irregularidade é um obstáculo à boa adaptação e produtividade da macieira, pois pode afetar a produção, por redução da sincronia na floração da cultivar comercial e polinizadora, sendo a floração ocorrendo de forma escalonada.

No terceiro bimestre de avaliação (janeiro/fevereiro) nos municípios de Barbacena, Ervália e Palmas, em torno de 55, 38 e 66% das gemas laterais de brindila, respectivamente, estavam em estágio II (Tabela 2 e Figura 8 C, F e I). Sendo que, Barbacena e Ervália apresentavam gemas em estádios mais avançados na diferenciação floral quando comparados com Palmas. Cerca de 33% e 19% das gemas em brindila lateral estavam diferenciadas em Barbacena e Ervália respectivamente, e Palmas não apresentou gemas diferenciadas para essa estrutura. Em Palmas, provavelmente a gema terminal atuou na inibição das gemas laterais, em que, as gemas terminais se diferenciam primeiro que as gemas laterais. Este comportamento pode ser o efeito da dominância apical e da inibição correlativa da gema apical sobre as laterais, fenômeno esse conhecido como paradormência (PETRI et al., 2021). Francescatto (2014), avaliando gemas laterais de brindila de macieira ‘Gala’ cultivadas em Caçador – SC, obteve a iniciação floral aos 90 DAPF, valor semelhante ao encontrado neste trabalho.

Na avaliação das gemas em esporões no primeiro bimestre (setembro/outubro), em Barbacena e Ervália, 25% das gemas já haviam iniciado o processo de diferenciação floral, enquanto Palmas, não haviam gemas em estágio de diferenciação floral nesse período (Tabela 2 e Figura 9 A, D e G).

**Figura 9** - Indicação de estágio das gemas de macieira ‘Eva’ (gemas de esporão), durante o período de avaliação (2019 a 2022) dos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR



Fonte: Autora

Gemas de esporão coletadas em Barbacena - MG em setembro/outubro (A), novembro/dezembro (B) e janeiro/fevereiro (C); coletadas em Ervália - MG em setembro/outubro (D), novembro/dezembro (E) e janeiro/fevereiro (F); e coletadas em Palmas - PR em setembro/outubro (G), novembro/dezembro (H) e janeiro/fevereiro (I).

Barra=300  $\mu$ m

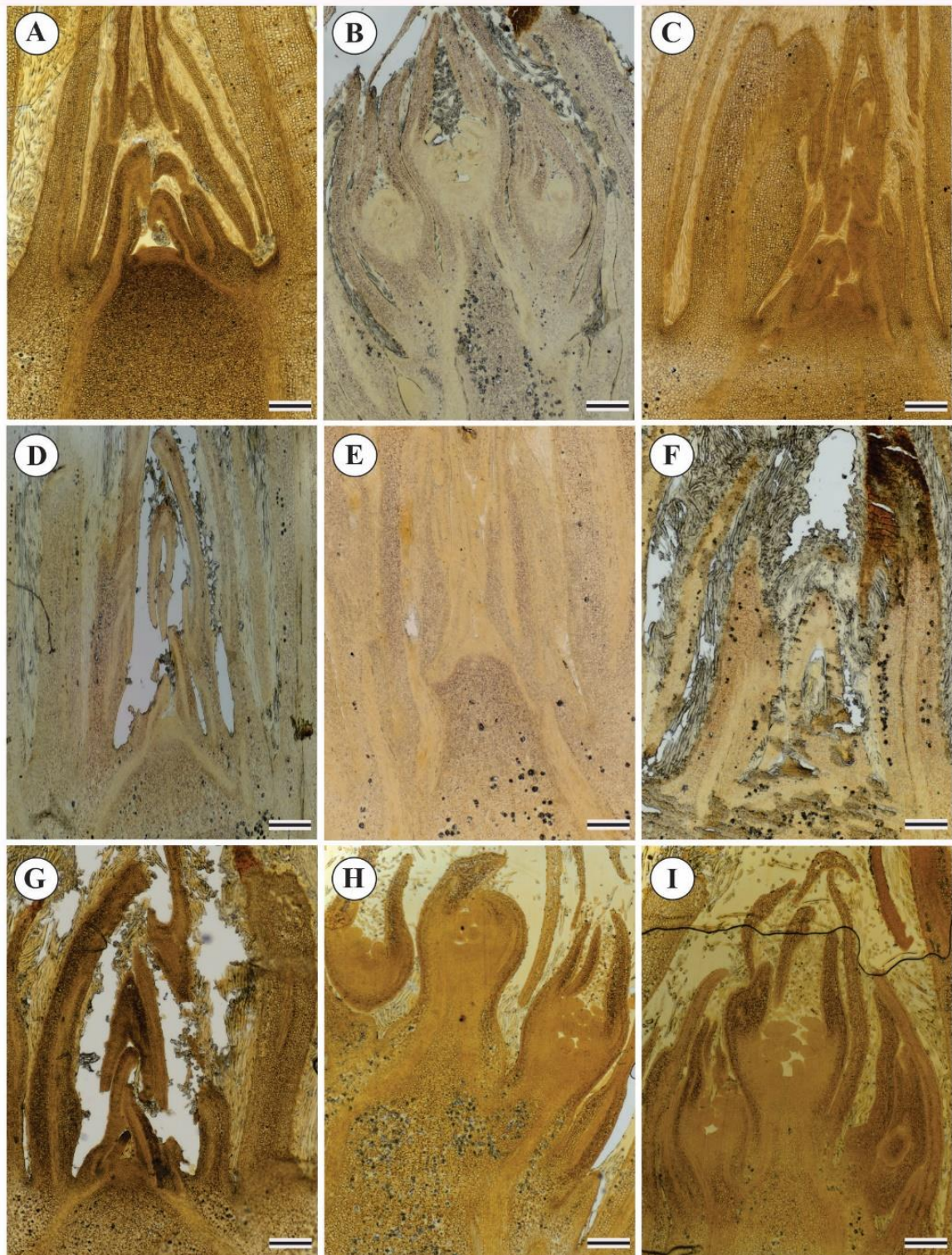
No segundo bimestre (novembro/dezembro), para todos os municípios avaliados, mais de 30% das gemas em esporões já haviam iniciado o processo de diferenciação floral. Segundo Petri (2006), os esporões iniciam a indução floral de quatro a seis semanas antes das gemas axilares, isso na região Sul do Brasil (Tabela 2 e Figura 9 B, E e H). Em trabalho realizado por Zhu et al. (1997), o efeito do aumento na temperatura de 20 para 27 °C ocasionou atraso na iniciação floral em gemas terminais e laterais de brindilas em relação as gemas em esporão de macieiras. Esse comportamento ocorre possivelmente devido ao alto crescimento vegetativo.

No terceiro bimestre (janeiro/fevereiro), em Barbacena, Ervália e Palmas mais de 44% das gemas em esporões já havia iniciado o processo de diferenciação floral, tendo a maioria das gemas no estágio VIII, caracterizado por apresentar pétalas, sépalas, estames, pistilo e pedicelo diferenciados (Tabela 2 e Figura 9 C, F e I). Como as gemas em esporões são estruturas reprodutivas especializadas e apresentam menor exigência em horas de frio, esta tende a formar gemas florais em maior proporção quando comparado com as gemas laterais e terminais de brindila (FRANCESCATTO et al., 2015). Lembrando que a macieira ‘Eva’ o florescimento e frutificação ocorrem amplamente e independente do tipo de estrutura, ocorrendo tanto em brindila quanto em esporão, diferentemente quando comparamos com outras cultivares de macieira. Característica essa que facilita a condução, manejo e colheita (HAUAGGE; TSUNETTA, 1999).

### **3.2 Histoquímica: Lugol para presença de amido em meristemas de gema terminal de brindila**

Foi analisado a alocação de amido nas gemas terminais de brindila, em três períodos: setembro, dezembro e fevereiro da safra de 2020/21, nos três locais (Palmas, Barbacena e Ervália). Setembro é o período que coincide com crescimento vegetativo e expansão dos frutos, neste período em Palmas, o meristema apical da macieira ‘Eva’ estava no estágio vegetativo e com alocação do amido logo abaixo da zona meristemática (Figura 10 A). Observa-se que o meristema apical de Palmas apresenta maior acúmulo de amido quando comparado com Ervália (Figura 10 A e C). Em Ervália, o amido esteve, aparentemente, ausente no meristema vegetativo (Figura 10 C). Em Barbacena o meristema apical estava diferenciado com acúmulo de amido principalmente nas escamas, sépalas e na região do meristema fundamental (Figura 10 B).

**Figura 10** - Gemas terminais de brindila de macieira ‘Eva’ (coradas com lugol), na safra de 2020/21 dos municípios de Barbacena - MG, Ervália - MG e Palmas - PR



Fonte: Autora

Gemas referentes ao mês de setembro em Palmas - PR (A), Barbacena - MG (B), Ervália - MG (C); Gemas referentes ao mês dezembro em Palmas - PR (D), Barbacena - MG (E), Ervália - MG (F); Gemas referentes ao mês de fevereiro em Palmas - PR (G), Barbacena - MG (H), Ervália - MG (I).

Barra=300  $\mu$ m.

O menor acúmulo de amido em Ervália quando comparado a Palmas, ocorre provavelmente pelas condições fenológicas de cada planta/local, onde Palmas, por estar mais ao Sul do Brasil e apresentar maior altitude em relação a Ervália, possivelmente apresenta temperaturas noturnas menores, o que acarreta em menor taxa respiratória e menor consumo de carboidratos, resultando em maior armazenamento de amido. Neste período a taxa de crescimento dos frutos ainda é baixa, ou seja, os drenos dos frutos ainda são fracos, portanto, o produto da fotossíntese líquida tende a se armazenar próximo da fonte, sendo convertido em amido e armazenado nos amiloplastos.

De acordo com Shang et al. (2022) o teor de carboidrato em gemas diferenciadas de cerejeira chinesa (*Prunus pseudocerasus* L.) era menor, quando comparado com as gemas vegetativas, ou seja, as gemas diferenciadas consomem energia para sua formação. Isso ocorre porque a planta mobiliza essas reservas para a formação dos órgãos florais, ocorrendo assim uma redução na quantidade de amido em gemas florais. Fato este que podemos observar nas gemas diferenciadas em Barbacena e Ervália (Figura 10 B, H e I).

Outro fator que pode afetar a quantidade de reservas é a temperatura elevada, principalmente, quando ocorre no período de outono/inverno. As temperaturas elevadas durante o outono, faz com que a planta ao invés de acumular reservas para a entrada em dormência no inverno, ela gasta essa energia para a manutenção de brotos e ramos. Deste modo, a formação de estruturas reprodutivas é prejudicada, devido ao alto crescimento vegetativo (HAWERROTH; PETRI, 2011).

A formação das gemas florais e vegetativas em frutíferas de clima temperado, é altamente dependente das reservas de amido armazenadas no período anterior ao repouso vegetativo, sendo o seu conteúdo dependente de temperaturas mais frias. Em damasco (*Prunus armeniaca* L.) o teor de amido no ovário das flores reduz significativamente com a antese, ou seja, a formação do ovário é dependente da reserva de amido presente na flor (RODRIGO; HORMAZA; HERRERO, 2000).

No mês de dezembro, que coincide com a colheita dos frutos de macieira 'Eva' em Palmas e Barbacena, as gemas apicais de ramos de macieira, estavam em estágio vegetativo e com alocação de amido logo abaixo da zona meristemática e nas escamas (Figura D e E). Em Ervália, a colheita ocorreu no mês de outubro, e as gemas apicais coletadas estavam no estágio vegetativo e com alocação de amido nas escamas (Figura C). Verifica-se que as gemas dos pomares de Palmas e Barbacena apresentaram maior acúmulo de amido quando comparado a Ervália (Figura 10 D, E e F).

O menor acúmulo de amido em *Ervália* ocorre provavelmente devido a condição fenológica que essas plantas se encontram nesse período, em que, as temperaturas são mais elevadas, e a planta está com intenso crescimento vegetativo, o que acarreta em um maior gasto energético da planta, com isso não há acúmulo de amido nas gemas, pois os mesmos estão sendo usados para manutenção da brotação. Uma consequência desse maior gasto energético da planta e menor acúmulo de amido é a abscisão de gemas. Parma et al. (2021) obtiveram nas mesmas plantas avaliadas neste trabalho, uma elevada abscisão de gemas, o que pode ser devido ao efeito das altas temperaturas sobre as mesmas. A falta destas reservas, mesmo que poucas, pode ser um fator que leva a abscisão das gemas na região de *Ervália*. Como o metabolismo é mais alto ou acelerado em condições de maior temperatura, isso pode elevar a respiração e o crescimento vegetativo, o que implica em competição pela formação e desenvolvimento das gemas.

Em fevereiro, quando a planta está no início da remobilização dos nutrientes das folhas para raízes, ramos e caules. As gemas apicais de ramos de macieira em Palmas estavam no estágio II, com acúmulo de amido na região abaixo da zona meristemática e nas escamas, ou seja, essas gemas estavam se preparando para acumular reservas para a formação de estruturas reprodutivas. Enquanto que, em *Barbacena* e *Ervália* as gemas já estavam diferenciadas, e com acúmulo de amido nas sépalas e escamas e ausência de amido nas anteras e na região de formação do pistilo (Figura 10 G, H e I).

Reale et al. (2009) ao avaliarem o conteúdo de amido em gemas florais de oliveira (*Olea europaea* L) estaminada e hermafrodita, também observaram maior quantidade de amido nas sépalas, pétalas e não observaram amido nas anteras e no pistilo quando estes estavam em desenvolvimento. Segundo os autores, a quantidade de amido é responsável pela regulação do florescimento, em que o amido é o indicador chave no processo de diferenciação do pistilo, e que a ausência do amido pode promover a abscisão de gemas. Visto que, em sua pesquisa, a menor quantidade de amido afetou a formação do pistilo, o que acarretou na maior formação de gemas florais estaminadas, sugerindo assim, que a quantidade de amido apresenta correlação positiva com a formação do pistilo.

### 3.3 Histometria do meristema de gemas de macieira ‘Eva’

#### 3.3.1 Histometria do meristema de gemas de macieira ‘Eva’ cultivadas em Barbacena – MG, Ervália – MG e Palmas – PR, no período de 2020/21

Os valores médios de largura, altura e ângulo das gemas laterais de brindila não apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ) (Tabela 3). Os efeitos simples destas variáveis, também foram semelhantes entre si para as datas e locais (Tabela 3). Entretanto, é observado que há mudanças estruturais qualitativas nos meristemas. Em que, a largura do meristema apresentou variação escalar em Barbacena com média de 469,33  $\mu\text{m}$ , quando comparado com os municípios de Ervália e Palmas, que apresentaram média de 414,41 e 421,79  $\mu\text{m}$ , respectivamente. No entanto, observamos de maneira sutil, que as gemas vegetativas apresentavam tendência em ter maiores larguras do meristema (Figura 5 C).

A altura do meristema das gemas laterais de brindila de Barbacena, Ervália e Palmas apresentou valores médios de 122,18, 133,93 e 105,26  $\mu\text{m}$ , respectivamente (Tabela 3). O aumento na altura do meristema está associado à formação de gemas induzidas/diferenciadas (Figura 5 D, E, F). De acordo com Jones et al. (2017), o tamanho das células em meristema apical do caule é fortemente regulado pelos estádios de desenvolvimento, em que, as células menores localizadas na zona de crescimento, apresentam citoplasma mais denso (Figura 5A). Já as células maiores são localizadas na zona medular ou meristema fundamental (porção central do meristema), onde essas células irão formar novos tecidos (Figura 5 A) (TAIZ et al., 2017).

Em trabalho realizado Leiboff et al. (2015), ao avaliarem meristemas de milho, observaram que, à medida que os meristemas se desenvolviam, ou seja, passava de meristema vegetativo para floral, ocorria um aumento na altura do meristema. Isso indica que, quanto maior a altura do meristema, maior a chance de as gemas estarem induzidas, fato este que corrobora com as alterações histológicas encontradas neste trabalho.

O ângulo do meristema apical das gemas terminais de brindila para Barbacena, Ervália e Palmas, apresentaram média de 35,12°, 44,57° e 34,33°, respectivamente (Tabela 3). O aumento no ângulo do meristema está associado a formação de gemas induzidas/diferenciadas, pois à medida que a gema é induzida, inicia-se o processo de diferenciação, ocorrendo assim a formação das peças florais. Esse processo promove o aumento na angulação entre a seção de reta correspondente à largura ligando os nós correspondentes às duas primeiras escamas e o ponto mais externo da curvatura do domo do meristema apical (Figura 5 B). Os resultados estão

de acordo com Zandonadi (2021), em que, ao avaliar a angulação do meristema apical de inflorescência de crisântemos de corte, também observou aumento do ângulo quando esses estavam diferenciados.

**Tabela 3** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas da gema lateral de brindila da macieira 'Eva' cultivadas em Palmas - PR, Ervália - MG e Barbacena - MG, na safra de 2020/21

Gema lateral de brindila							
Largura ( $\mu\text{m}$ )							
Locais	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Média geral
Palmas - PR	389,45 $\pm$ 92	433,01 $\pm$ 89	348,58 $\pm$ 18	389,43 $\pm$ 44	412,95 $\pm$ 64	557,32 $\pm$ 136	421,79 <sup>ns</sup>
Ervália - MG	360,01 $\pm$ 124	486,24 $\pm$ 33	359,35 $\pm$ 129	502,15 $\pm$ 70	406,53 $\pm$ 72	372,16 $\pm$ 51	414,41 <sup>ns</sup>
Barbacena - MG	629,81 $\pm$ 2	406,35 $\pm$ 24	506,86 $\pm$ 51	398,16 $\pm$ 28	484,58 $\pm$ 174	390,22 $\pm$ 96	469,33 <sup>ns</sup>
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	459,76 <sup>ns</sup>	441,87 <sup>ns</sup>	404,93 <sup>ns</sup>	429,91 <sup>ns</sup>	434,69 <sup>ns</sup>	439,90 <sup>ns</sup>	
CV (%):	3,90						
Altura ( $\mu\text{m}$ )							
Palmas - PR	125,16 $\pm$ 53	91,20 $\pm$ 18	74,83 $\pm$ 17	79,05 $\pm$ 21	75,33 $\pm$ 12	185,99 $\pm$ 23	105,26 <sup>ns</sup>
Ervália - MG	126,78 $\pm$ 29	197,80 $\pm$ 10	118,74 $\pm$ 52	192,07 $\pm$ 114	83,70 $\pm$ 14	84,47 $\pm$ 12	133,93 <sup>ns</sup>
Barbacena - MG	297,30 $\pm$ 1,5	47,79 $\pm$ 5	164,63 $\pm$ 75	71,11 $\pm$ 26	83,12 $\pm$ 29	69,14 $\pm$ 16	122,18 <sup>ns</sup>
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	183,08 <sup>ns</sup>	112,26 <sup>ns</sup>	119,40 <sup>ns</sup>	114,08 <sup>ns</sup>	80,72 <sup>ns</sup>	113,20 <sup>ns</sup>	
CV (%):	9,84						
Ângulo ( $^{\circ}$ )							
Palmas - PR	45,94 $\pm$ 25	28,90 $\pm$ 9	27,55 $\pm$ 5	28,52 $\pm$ 7	27,14 $\pm$ 5	49,14 $\pm$ 2	34,53 <sup>ns</sup>
Ervália - MG	49,04 $\pm$ 21	58,28 $\pm$ 2	48,03 $\pm$ 26	49,57 $\pm$ 31	30,27 $\pm$ 6	32,20 $\pm$ 6	44,57 <sup>ns</sup>
Barbacena - MG	77,83 $\pm$ 1	18,63 $\pm$ 3	38,39 $\pm$ 15	25,13 $\pm$ 7	21,68 $\pm$ 4	29,06 $\pm$ 5	35,12 <sup>ns</sup>
Média geral ( $^{\circ}$ ):	57,60 <sup>ns</sup>	35,27 <sup>ns</sup>	37,99 <sup>ns</sup>	34,41 <sup>ns</sup>	26,36 <sup>ns</sup>	36,80 <sup>ns</sup>	
CV (%):	13,73						

Fonte: Autora.

\*Significativo, em médias em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F para datas por análise de regressão e locais pelo teste Tukey, letra distinta diferem pelo teste de Tukey. ns: não significativo, pelo teste F; C.V. = Coeficiente de variação.

Os pomares de Ervália e Barbacena tiveram uma tendência na formação de gemas florais em estágio mais avançado para o período de setembro à fevereiro, enquanto que, o pomar de Palmas a formação de gemas florais ficou restrito entre os meses de novembro à fevereiro (Tabela 2). Esta descrição da gema lateral de brindila está de acordo com a avaliação fenológica desses meristemas, em que, Ervália apresentou maior proporção de gemas florais (Tabela 2).

Os meristemas das gemas terminais de brindila nos três locais (Barbacena, Ervália e Palmas) para as variáveis histométrica largura e altura não apresentaram diferença significativa (Tabela 4). Os meristemas coletados em Ervália apresentaram diferenças escalares para as médias de ângulo ( $26,94^\circ$ ) e largura ( $466,88 \mu\text{m}$ ) em relação às coletadas em Palmas e Barbacena. Independentemente da semelhança entre os locais, a diferenciação estrutural das gemas vegetativas e florais foi evidente. Ervália e Barbacena, por estarem situadas em região com temperaturas mais elevadas e com maior acúmulo de calor, quando comparadas a Palmas, proporcionaram a formação de gemas reprodutivas de forma antecipada (Figura 16 e 17).

Os valores médios de ângulo dos meristemas em gemas terminais de brindila apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Desdobrando a interação, local dentro de data, houve diferença significativa na data de fevereiro, onde Palmas apresentou maior valor para ângulo ( $33,89^\circ$ ) quando comparado com Barbacena ( $28,16^\circ$ ) e Ervália ( $26,94^\circ$ ) (Tabela 4 e Figura 11). Isto significa que em fevereiro, as macieiras conduzidas em Palmas apresentavam meristemas da gema terminal de brindila induzidos, maiores ou com menor número de células, enquanto que, as plantas de Barbacena e Ervália apresentavam maior proporção de gemas no estágio vegetativo.

Esses dados corroboram com as análises fenológicas das gemas terminais de brindila (Tabela 2), em que, observa-se um segundo fluxo de crescimento, o que pode ter resultado em uma maior proporção de gemas vegetativas para os municípios de Barbacena e Ervália. De acordo com Samach e Smith (2013) o aparecimento de novos fluxos de crescimento ocorre provavelmente, devido as cultivares de macieiras plantadas em regiões subtropicais como é o caso da Eva, apresentar colheita precoce quando comparadas as regiões de clima temperado, algo semelhante ao que acontece em Ervália, onde a colheita ocorreu dois meses antes de Palmas. Em 2020/21 a colheita em Palmas e Barbacena ocorreu nos meses de dezembro e janeiro, já em Ervália foi nos meses de outubro e novembro. Ainda de acordo com Penso et al. (2020), as altas temperaturas e disponibilidade de carboidratos também favorecem a formação de um segundo fluxo de crescimento em pessegueiro.

Ainda em relação a variável ângulo da gema terminal de brindila, Palmas apresentou diferença significativa, com comportamento linear do aumento do ângulo em relação aos meses, sugerindo que, com o avançar dos meses e o desenvolvimento da cultura, houve tendência no aumento do ângulo dos meristemas, ou seja, quanto mais próximo dos meses de janeiro e fevereiro, maior a proporção de gemas induzidas e ou diferenciadas (Figura 11).

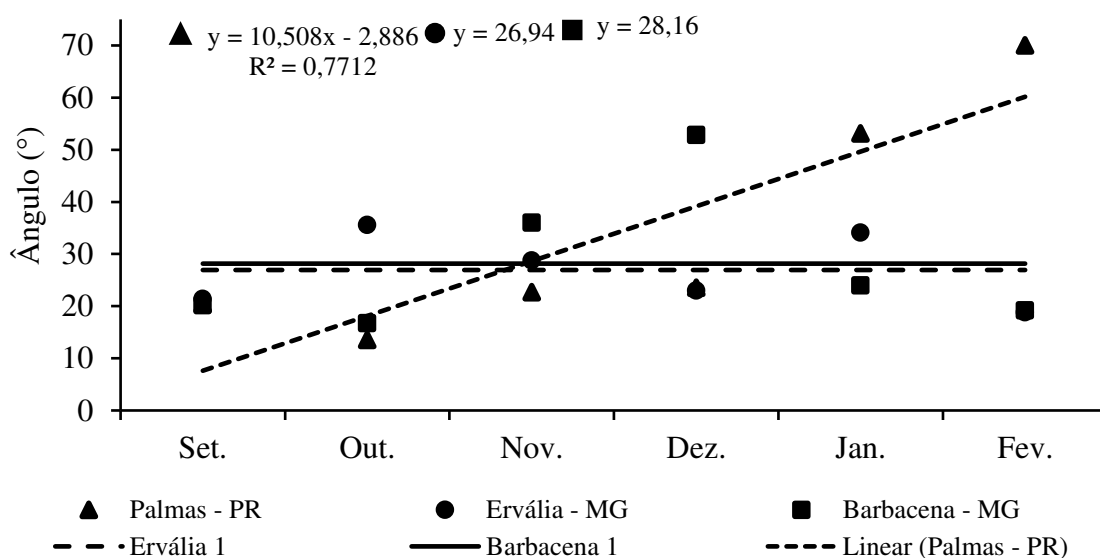
**Tabela 4** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas da gema terminal de brindila da macieira 'Eva' cultivadas em Palmas - PR, Ervália - MG e Barbacena - MG, na safra 2020/21

Gema terminal de brindila							
Largura ( $\mu\text{m}$ )							
Locais	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Média geral
Palmas - PR	497,56 $\pm$ 131	520,09 $\pm$ 205	533,01 $\pm$ 139	420,14 $\pm$ 79	634,20 $\pm$ 58	318,27 $\pm$ 70	487,21 <sup>ns</sup>
Ervália - MG	408,64 $\pm$ 53	433,54 $\pm$ 21	466,70 $\pm$ 106	418,36 $\pm$ 42	482,69 $\pm$ 59	591,33 $\pm$ 126	466,88 <sup>ns</sup>
Barbacena - MG	516,66 $\pm$ 105	700,92 $\pm$ 148	535,29 $\pm$ 158	632,35 $\pm$ 139	459,77 $\pm$ 162	451,90 $\pm$ 50	549,48 <sup>ns</sup>
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	474,29 <sup>ns</sup>	551,51 <sup>ns</sup>	511,67 <sup>ns</sup>	490,29 <sup>ns</sup>	525,55 <sup>ns</sup>	453,83 <sup>ns</sup>	
CV (%):	3,91						
Altura ( $\mu\text{m}$ )							
Palmas - PR	69,01 $\pm$ 18	52,30 $\pm$ 18	69,83 $\pm$ 17	62,53 $\pm$ 7	154,62 $\pm$ 17	162,13 $\pm$ 24	95,07 <sup>ns</sup>
Ervália - MG	51,96 $\pm$ 8	140,87 $\pm$ 78	121,25 $\pm$ 48	69,79 $\pm$ 11	118,49 $\pm$ 33	82,58 $\pm$ 33	97,49 <sup>ns</sup>
Barbacena - MG	82,99 $\pm$ 33	87,76 $\pm$ 50	149,83 $\pm$ 21	152,37 $\pm$ 24	77,60 $\pm$ 22	55,90 $\pm$ 13	101,08 <sup>ns</sup>
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	67,99 <sup>ns</sup>	93,64 <sup>ns</sup>	113,64 <sup>ns</sup>	94,90 <sup>ns</sup>	116,90 <sup>ns</sup>	100,20 <sup>ns</sup>	
CV (%):	10,09						
Ângulo ( $^{\circ}$ )							
Palmas - PR	20,42 $\pm$ 3	13,54 $\pm$ 5	22,67 $\pm$ 6	23,55 $\pm$ 8	53,14 $\pm$ 5	70,03 $\pm$ 15 a	33,89 <sup>*</sup>
Ervália - MG	21,40 $\pm$ 5	35,60 $\pm$ 18	28,74 $\pm$ 7	23,00 $\pm$ 3	34,10 $\pm$ 8	18,80 $\pm$ 5 b	26,94 <sup>ns</sup>
Barbacena - MG	20,19 $\pm$ 3	16,75 $\pm$ 8	36,01 $\pm$ 2	52,86 $\pm$ 3	23,99 $\pm$ 6	19,17 $\pm$ 6 b	28,16 <sup>ns</sup>
Média geral ( $^{\circ}$ ):	20,67 <sup>ns</sup>	21,96 <sup>ns</sup>	29,14 <sup>ns</sup>	33,14 <sup>ns</sup>	37,08 <sup>ns</sup>	36,00 <sup>*</sup>	
CV (%):	12,42						

Fonte: Autora.

\*Significativo, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F para datas por análise de regressão e locais pelo o Teste Tukey, letra distinta diferem pelo teste de Tukey. ns: não significativo, pelo teste F; C.V. = Coeficiente de variação.

**Figura 11** - Ângulo da gema terminal de brindila da macieira ‘Eva’ cultivada em Palmas - PR, Ervália - MG e Barbacena - MG, nos meses de setembro a fevereiro de 2020/21



Fonte: Autora

Na avaliação dos dados fenológicos observou maior estabilidade na formação de gemas florais em Palmas em relação a Barbacena e Ervália (Tabela 2 e 4). Isto pode ser atribuído às condições climáticas onde estas estão inseridas, em especial as altas temperaturas que promovem um alto crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo. De acordo com Pio; Neto; Alvarenga (2018), em locais de clima subtropical e tropical, por apresentar temperaturas amenas no inverno e altas no período de primavera-verão, as fruteiras de clima temperado apresentam alto crescimento de ramos e brotação.

Os valores médios de largura dos meristemas em esporão não apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Avaliando os efeitos simples, não houve diferença significativa entre as datas, ocorrendo somente diferença entre os locais, onde Ervália apresentou média de 685,49  $\mu\text{m}$  sendo maior em relação aos demais locais, quando comparado com Palmas que apresentou largura média de 560,29  $\mu\text{m}$  e Barbacena de 601,88  $\mu\text{m}$  (Tabela 5).

**Tabela 5** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas de gema de esporão da macieira ‘Eva’ cultivadas em Palmas - PR, Ervália - MG e Barbacena - MG, na safra de 2020/21

Esporão							
Largura (µm)							
Locais	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Média geral
Palmas - PR	438,58±80	455,73±101	413,93±52	742,47±2,5	742,47±1,8	568,56±67	560,29 b
Ervália - MG	520,31±179	742,47±2	622,76±136	742,47±1,9	742,47±2,3	742,47±2	685,49 a
Barbacena - MG	682,58±132	441,59±83	645,07±15	520,08±111	579,50±175	742,47±1,9	601,88 ab
Média geral (µm):	547,16 <sup>ns</sup>	546,60 <sup>ns</sup>	560,58 <sup>ns</sup>	668,34 <sup>ns</sup>	688,15 <sup>ns</sup>	684,50 <sup>ns</sup>	
CV (%):	3,23						
Altura (µm)							
Palmas - PR	51,89±17	65,36±23	130,28±32	321,79±1,5	321,79±1,9	190,46±11	180,26 <sup>ns</sup>
Ervália - MG	83,68±43	321,79±1	204,85±14	321,79±1,2	321,79±1,7	321,79±1,6	262,61 <sup>ns</sup>
Barbacena - MG	96,73±20	170,75±104	220,00±12	66,80±37	205,36±126	321,79±1,9	180,24 <sup>ns</sup>
Média geral (µm):	77,43*	185,96*	185,04*	236,79*	282,98*	278,01*	
CV (%):	10,77						
Ângulo (°)							
Palmas - PR	19,22±7	19,54±4b	41,37±11	50,42±2a	50,42±1	33,87±3	35,81*
Ervália - MG	23,11±5	50,42±2a	38,38±7	50,42±1,2a	50,42±2	50,42±2,1	43,86 <sup>ns</sup>
Barbacena - MG	21,51±4	37,21±15ab	39,18±1	17,27±3b	35,93±12	50,42±2,5	33,59*
Média geral (°):	21,28 <sup>ns</sup>	35,72*	39,64 <sup>ns</sup>	39,37*	45,59 <sup>ns</sup>	44,90 <sup>ns</sup>	
CV (%):	8,60						

Fonte: Autora.

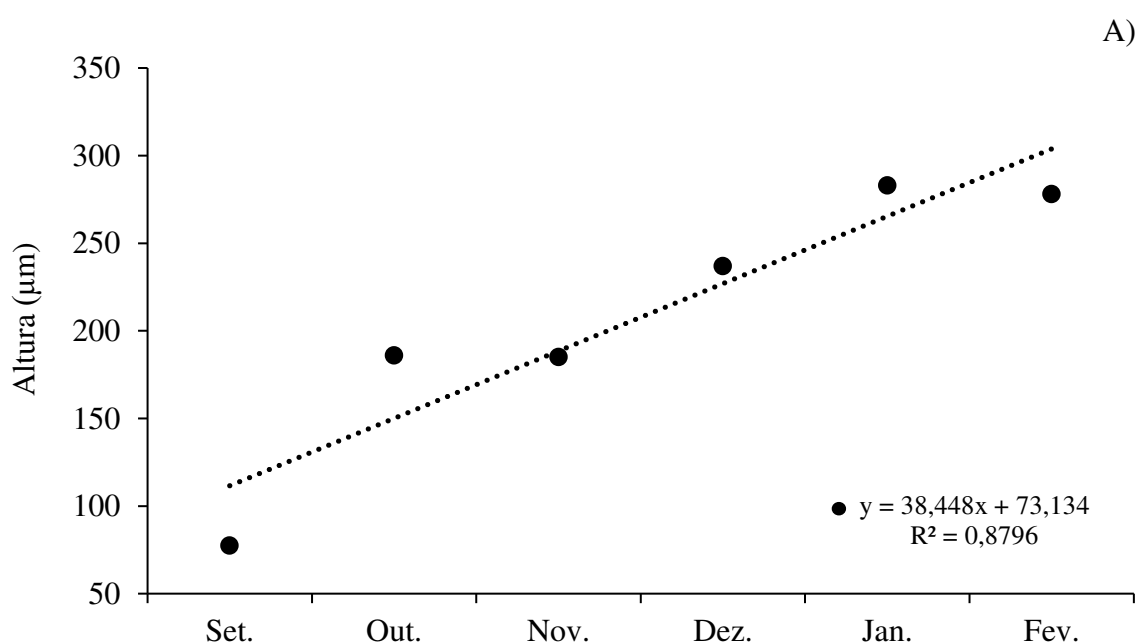
\*Significativo, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F para datas por análise de regressão e locais pelo o Teste Tukey, letra distinta diferem pelo teste de Tukey. ns: não significativo, pelo teste F; C.V. = Coeficiente de variação.

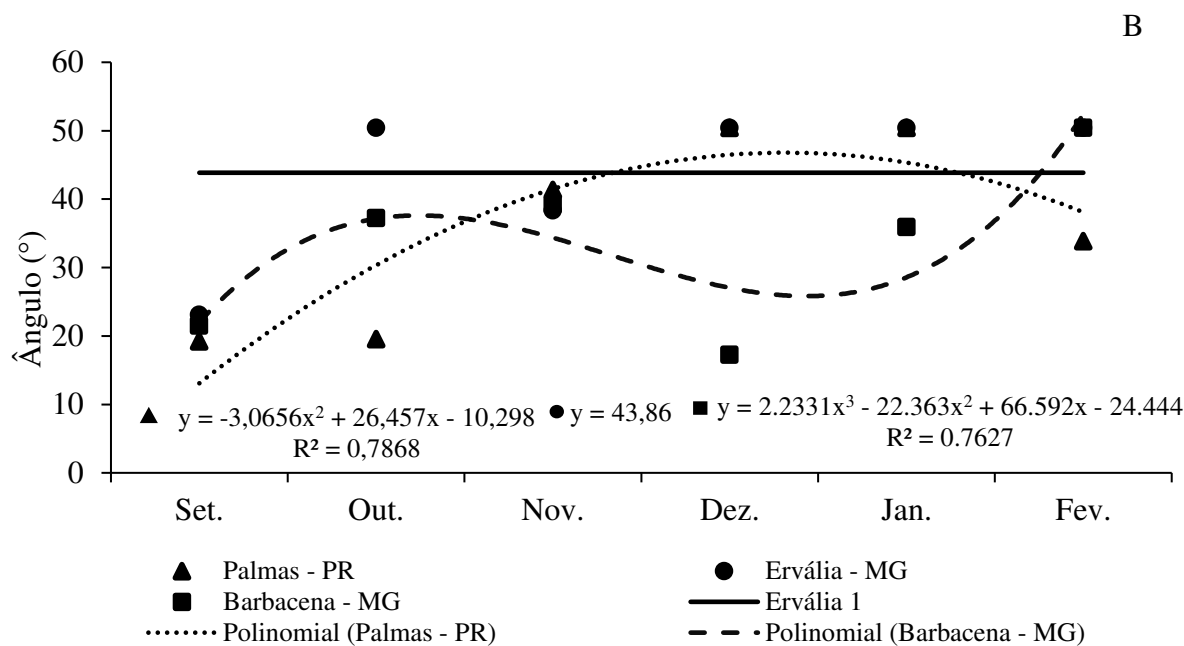
Os valores médios de altura dos meristemas em esporão não apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Avaliando os efeitos simples, não houve diferença significativa entre os locais, ocorrendo somente diferença entre as datas, em que, observou relação entre o aumento na altura do meristema e o período de avaliação (Figura 12 A). O intervalo de tempo de avaliação compreendeu desde a primavera até o final do verão, o que coincide com aumento das temperaturas e aliado a isto ocorre a evolução no desenvolvimento das gemas, dessa forma, as gemas inicialmente vegetativas se tornam reprodutivas (Tabela 5 e Figura 4 e 12 A). Andreini et al. (2008) observaram em seu estudo que, a altura dos ápices meristemáticos em oliveira aumentou quando estes estavam iniciando o processo de diferenciação floral, isto sugere que o aumento da altura do meristema está intimamente relacionado ao início da diferenciação floral.

Os resultados demonstram o efeito padrão de desenvolvimento das gemas em esporão, em que, com o desenvolvimento das fases fenológicas (brotação, frutificação e maturação dos frutos) e o aumento da temperatura, favorece a formação de gemas florais. Francescato (2014) ao avaliar a diferenciação floral em macieira ‘Gala’, constatou que as gemas de esporão apresentaram iniciação floral aos 80 DAPF, ou seja, a partir do mês de janeiro, período esse que compreende ao verão brasileiro.

Os valores médios de ângulo dos meristemas em esporão apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Desdobrando a interação, local dentro de data, houve diferença nas datas de outubro e dezembro. Em outubro, Ervália apresentou maior ângulo ( $50,42^\circ$ ) quando comparado com Palmas ( $19,54^\circ$ ), esses dados sugerem que, em Ervália as gemas já estavam induzidas/diferenciadas em outubro, enquanto que, Palmas os meristemas em esporões estão vegetativos. Em dezembro, Ervália apresentou média de ângulo maior ( $50,42^\circ$ ) que Barbacena ( $35,93^\circ$ ) e não diferiu de Palmas ( $50,42^\circ$ ), esses resultados demonstram a segunda diferenciação floral de Ervália em relação a Palmas, que apresentou somente uma época de diferenciação floral (Tabela 5 e Figura 12 B). Estes dados corroboram com as análises fenológicas, em que, observou-se duas diferenciações florais em Ervália, enquanto Palmas apresentou somente uma diferenciação e essa ocorre a partir do mês de dezembro (Tabela 2 e Figura 9).

**Figura 12** - Altura das gemas em esporão de macieira ‘Eva’ no período compreendido entre setembro a fevereiro de 2020/21 (A), e ângulo das gemas em esporão dos municípios de Palmas – PR, Ervália – MG e Barbacena - MG (B)





Fonte: Autora.

Em trabalho realizado por Cremasco (2021) ao avaliar meristemas apicais de pessegueiro cultivados em Ervália - MG e Pelotas - RS, também observou uma segunda diferenciação floral em Ervália, enquanto que, em Pelotas - RS houve somente um período de diferenciação floral por ciclo de produção. Vários podem ser os fatores associado a essa segunda diferenciação floral, dentre eles podemos citar a temperatura como o principal fator, pois oscilações de temperatura, leva a planta a paralisar o crescimento do ramo, o que induz o acúmulo de carboidratos e estimula a diferenciação floral, acarretando assim, a formação de floradas esporádicas (PETRI et al., 2021). Uma segunda hipótese da ocorrência de duas épocas de diferenciação floral em Ervália e Barbacena, se deve provavelmente ao atraso na saída da dormência de algumas gemas. Visto que a necessidade de frio na dormência pode variar de acordo com o tipo de gema e a posição que ela se encontra na planta, desse modo, podemos ter gemas vegetativas e ou em estágio mais avançado de desenvolvimento (ATKINSON; BRENNAN; JONES, 2013).

Ao realizar o desdobramento de data dentro de local, observou que em Barbacena e Ervália ocorreu dois picos na angulação do meristema, o que justifica a hipótese de dois eventos de diferenciação floral. Em Barbacena, os picos de angulação do meristema coincidem com os meses de novembro e fevereiro (Tabela 5 e Figura 12 B). Palmas apresentou o maior pico de angulação dos meristemas nos meses de dezembro e janeiro, ou seja, a partir destes meses as

gemas de esporão já estavam induzidas e diferenciadas (Tabela 5 e Figura 12 B). Barbacena e Ervália, apresentaram o mesmo comportamento em diferenciar em dois momentos, algo que não foi observado em Palmas (Tabela 2). Isto nos mostra que em locais com temperaturas mais elevadas, como Ervália e Barbacena quando comparado a Palmas, as plantas apresentam metabolismo mais acelerado, o que promove mais de um evento de diferenciação floral por ciclo de produção.

### **3.3.2 Histometria do meristema de gemas de macieira ‘Eva’ cultivadas em Barbacena-MG, no período de 2019/20; 2020/21 e 2021/22**

Os valores médios de largura dos meristemas em gema lateral de brindila apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Desdobrando data dentro de cada safra, observamos diferença significativa entre 2019/20 e 2021/22, em que, estas safras apresentaram maior valor em largura do meristema, quando comparado com a safra 2020/21 (Tabela 6 e Figura 13 A). Esta variação, pode ser devida às condições climáticas ocorridas nas safras avaliadas. Em que, as condições climáticas interferem na fenologia da planta, onde anos mais quentes e com alta pluviosidade, terá maior crescimento vegetativo em relação ao reprodutivo (HAWERROTH; PETRI, 2014).

A largura do meristema em gema lateral de brindila, apresentou maiores médias para os meses de novembro, fevereiro e março em 2019/20. Ao desdobrar safra dentro da data, nota-se que em 2019/20, ocorreu maior formação de gemas vegetativas. Na safra de 2021/22 observamos três picos no aumento da largura do meristema (outubro, janeiro e março), esses resultados podem estar relacionados ao segundo fluxo de crescimento (Tabela 6). Penso et al. (2020) relatam também, a ocorrência de mais de um surto de crescimento em pessegueiro cultivados em regiões de clima tropical em Minas Gerais. Eventualmente, o clima pode influenciar no desenvolvimento reprodutivo e crescimento vegetativo, que podem inclusive ocorrer de forma concomitante, o que deve resultar em competição por recursos e diferença da alocação de carboidratos na planta.

**Tabela 6** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas das gemas laterais de brindila da macieira 'Eva' cultivadas em Barbacena - MG, na safra de 2019/20, 2020/21 e 2021/22

Gema lateral de brindila							
Largura ( $\mu\text{m}$ )							
Safra	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Média geral
2019/20	475,51 $\pm$ 100 <sup>ns</sup>	542,73 $\pm$ 118 a	516,22 $\pm$ 79 <sup>ns</sup>	354,90 $\pm$ 41 b	629,81 $\pm$ 1 a	629,81 $\pm$ 1,3 <sup>ns</sup>	524,83*
2020/21	406,35 $\pm$ 2 <sup>ns</sup>	506,86 $\pm$ 24 ab	398,16 $\pm$ 51 <sup>ns</sup>	484,58 $\pm$ 28 ab	390,22 $\pm$ 174 b	489,56 $\pm$ 96 <sup>ns</sup>	445,95 <sup>ns</sup>
2021/22	629,81 $\pm$ 11 <sup>ns</sup>	325,91 $\pm$ 2,5 b	397,14 $\pm$ 57 <sup>ns</sup>	629,81 $\pm$ 134 a	501,97 $\pm$ 1,2 ab	629,81 $\pm$ 7 <sup>ns</sup>	519,08*
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	503,89	458,50	437,17	489,76	507,34	583,06	
CV (%):	2,90						
Altura ( $\mu\text{m}$ )							
2019/20	73,05 $\pm$ 17 b	64,80 $\pm$ 26 b	95,28 $\pm$ 29 <sup>ns</sup>	185,70 $\pm$ 38 ab	232,51 $\pm$ 2a	232,51 $\pm$ 2,3a	147,31*
2020/21	47,79 $\pm$ 1 b	164,63 $\pm$ 5 a	71,11 $\pm$ 75 <sup>ns</sup>	83,12 $\pm$ 26 b	69,14 $\pm$ 29 b	84,64 $\pm$ 16 b	86,74 <sup>ns</sup>
2021/22	232,51 $\pm$ 8 a	71,50 $\pm$ 1,5ab	101,81 $\pm$ 17 <sup>ns</sup>	232,51 $\pm$ 40 a	144,95 $\pm$ 1,7ab	232,51 $\pm$ 8 a	169,30*
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	117,78	100,31	89,40	167,11	148,87	183,22	
CV (%):	6,94						
Ângulo ( $^{\circ}$ )							
2019/20	21,34 $\pm$ 5 b	17,44 $\pm$ 5 b	22,22 $\pm$ 9 <sup>ns</sup>	59,98 $\pm$ 14 a	72,74 $\pm$ 2a	72,74 $\pm$ 2,7a	44,41*
2020/21	18,63 $\pm$ 1b	38,39 $\pm$ 3 a	25,13 $\pm$ 15 <sup>ns</sup>	21,68 $\pm$ 7 b	29,06 $\pm$ 4 b	23,03 $\pm$ 5 b	25,99 <sup>ns</sup>
2021/22	72,74 $\pm$ 3 a	30,77 $\pm$ 1,2ab	35,32 $\pm$ 6 <sup>ns</sup>	72,74 $\pm$ 6 a	49,12 $\pm$ 1,5ab	72,74 $\pm$ 5 a	55,57*
Média geral ( $^{\circ}$ ):	37,57	28,87	27,56	51,47	50,31	56,17	
CV (%):	7,92						

Fonte: Autora.

\*Significativo, em nível 5% de probabilidade, pelo teste F para datas por análise de regressão e locais pelo o Teste Tukey, letra distinta diferem pelo teste de Tukey. ns: não significativo, pelo teste F; C.V. = Coeficiente de variação.

Os valores médios de altura dos meristemas em gema lateral de brindila apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,05$ ). Desdobrando data dentro de safra, observamos diferença significativa entre 2019/20 e 2021/22, em que, 2019/20 apresentou tendência no aumento da altura em relação ao desenvolvimento da cultura, ou seja, com o avanço do período de avaliação, as gemas laterais de brindila se tornavam reprodutivas (Tabela 6 e Figura 13 B). Na safra de 2021/22 nota-se três picos de aumento na altura do meristema, isso indica que essas plantas passaram por três momentos de diferenciação floral. Já a safra de 2020/21 não apresentou diferença significativa, e as médias foram menores para a altura do meristema, ou

seja, nesta safra para a gema lateral de brindila houve menor formação de gemas florais (Tabela 6).

Com base na estimativa das variáveis e dimensões das gemas podemos esperar ou observar de 1 a 3 surtos de indução floral em macieira (Tabela 6). Também, a depender destas condições ambientais e do status da planta em termos de reservas, pode-se esperar a maior ou menor ocorrência de abscisão de gemas.

Ao desdobrar a safra dentro de datas, observou diferença significativa entre os meses de outubro, novembro, janeiro, fevereiro e março. Sendo a safra de 2021/22 apresentando maiores valores de altura do meristema em gema lateral de brindila, ou seja, maior proporção de gemas induzidas/diferenciadas (Tabela 6).

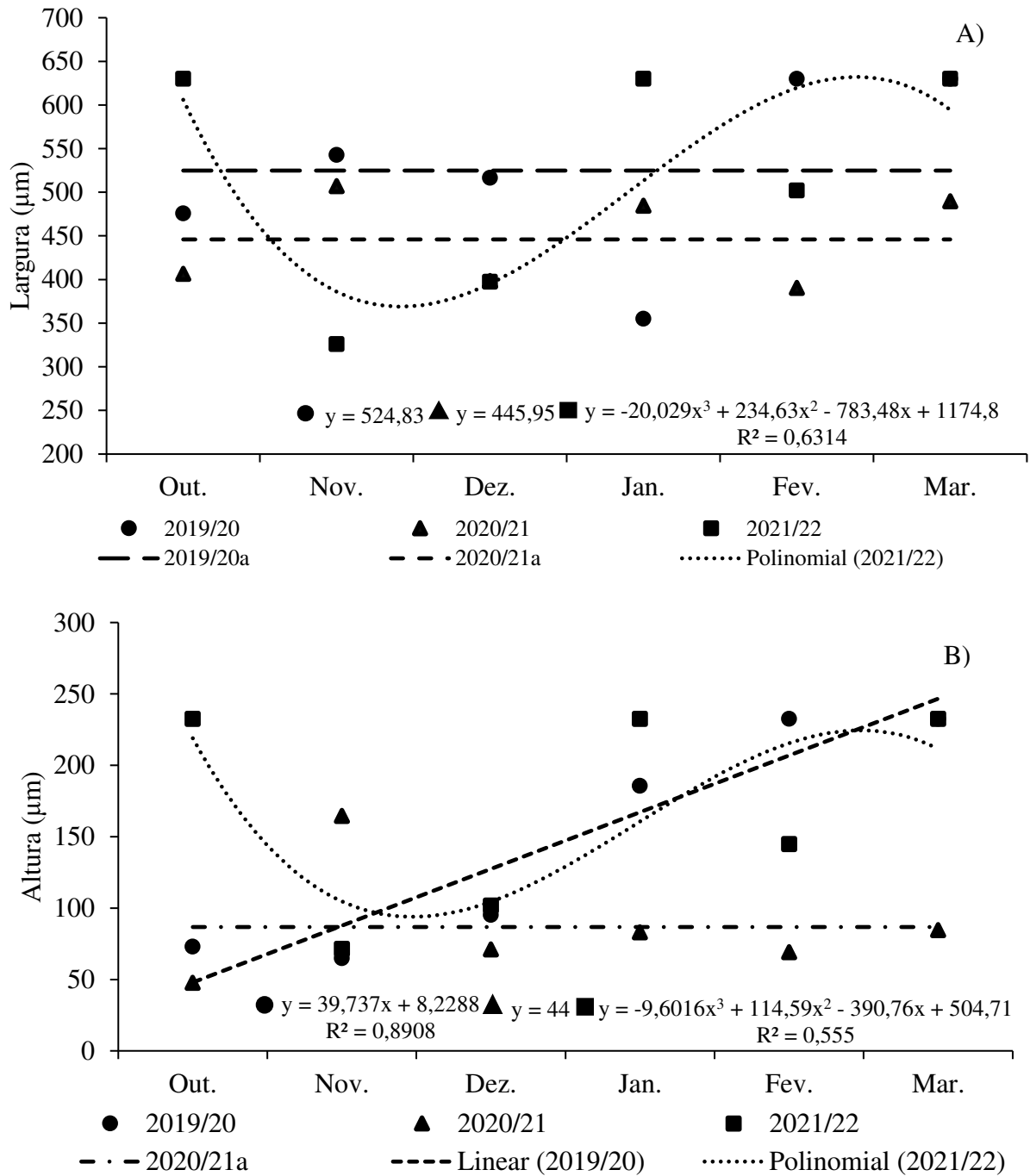
Os valores médios de ângulo dos meristemas em gema lateral de brindila apresentou interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Desdobrando a data dentro de safra, observou diferença significativa entre 2019/20 e 2021/22. A safra de 2019/20 provavelmente apresentou indução floral/diferenciação floral em fevereiro e março (Tabela 6 e Figura 13 C). Na safra de 2021/22 foram três eventos de indução floral/diferenciação floral, ocorrendo nos meses de outubro, janeiro e março, o que nos permite concluir que nesta safra ocorreu maior proporção de gemas induzidas/diferenciadas (Tabela 6 e Figura 13 C). Esse maior ângulo ocorre porque há uma mudança na forma do meristema, em que, este deixa de formar primórdios foliares e inicia o processo de formação dos primórdios florais, fazendo com que ocorra aumento na angulação do meristema floral (KINOSHITA et al., 2020).

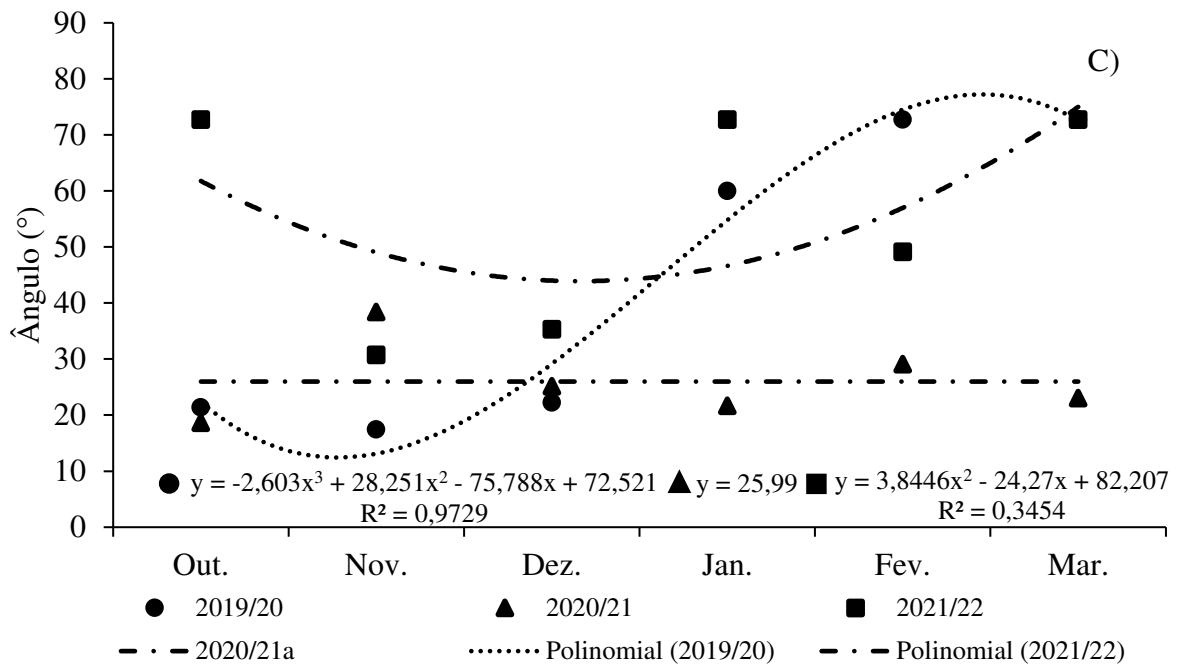
Em todas as variáveis analisadas para a gema lateral de brindila, a safra de 2021/22 apresentou tendência na formação de gemas florais, ainda nesta safra, observou também três picos de aumento na angulação, isso reforça a hipótese da ocorrência de dois a três eventos de diferenciação floral na região de Barbacena. A ocorrência de mais de um evento de diferenciação floral, pode estar ocorrendo devido ao aumento da temperatura, em que, de 2019 para 2022 ocorreu um acréscimo da temperatura mínima média de 2,9 °C, fato este que pode ter influenciado na formação de mais de um evento de diferenciação floral (INMET, 2023). A safra de 2019/20 apresentou maiores valores para ângulo dos meristemas nos meses de fevereiro e março (Tabela 6). Já a safra de 2020/21 não foi significativa e apresentou as menores médias para ângulo, o que indica a menor formação de gemas florais nessa safra (Tabela 6).

Ao realizar o desdobramento de safra dentro de data, observou diferença significativa entre os meses de outubro, novembro, janeiro, fevereiro e março (Tabela 6). Sendo que a safra

de 2021/22 apresentou maiores valores de altura e ângulo do meristema, ou seja, maior proporção de gemas induzidas/diferenciadas (Tabela 6).

**Figura 13** - Largura (A), altura (B) e ângulo (C) dos meristemas em gema lateral de brindila de macieira 'Eva' no período de outubro a março, cultivadas em Barbacena – MG, nas safras de 2019/20, 2020/21 e 2021/22





Fonte: Autora.

Os valores médios de largura dos meristemas em gema terminal de brindila apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Desdobrando a data dentro de safra, não houve diferença significativa entre as safras. Ao desdobrar safra dentro de cada data observamos diferença significativa no mês de março, em que, a safra de 2021/22 apresentou maior média (939,19  $\mu\text{m}$ ) em relação à safra de 2019/20 (320,27  $\mu\text{m}$ ) (Tabela 7).

Os valores médios de altura dos meristemas em gemas terminais de brindila apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Desdobrando data dentro de safra observou-se diferença significativa entre 2019/20 e 2021/22 (Figura 14 A). A safra de 2019/20 apresentou pico na altura do meristema no mês de fevereiro (268,03  $\mu\text{m}$ ), este maior valor na altura do meristema está relacionado a maior proporção de gemas induzidas/diferenciadas nesse período (Tabela 7 e Figura 14 A). A safra de 2021/22 apresentou comportamento linear em relação à altura do meristema, ou seja, com o desenvolvimento das plantas de macieira ao longo dos meses, ocorreu o aumento da altura do meristema, isto é, uma maior proporção de gemas em estágio induzido/diferenciado nesta safra (Figura 14 A). A safra de 2020/21 não apresentou diferença significativa, em que a média da altura do meristema foi menor quando comparado com as demais safras avaliadas (Tabela 7).

Ao realizar o desdobramento de safra dentro das datas houve diferença significativa nos meses de fevereiro e março, datas estas, que geralmente a maioria das gemas já estão induzidas/diferenciadas, como observado nos dados fenológicos apresentados nesse trabalho

(Tabela 7). Em 2019/20, a altura foi maior em fevereiro, e em 2021/22 em março (Tabela 7). Essa variação entre os anos pode ser devido às condições climáticas daquele ano de cultivo, ocasionando o atraso ou a antecipação da diferenciação floral. De acordo com os dados do INMET (2023), no ciclo de produção 2019/20 a temperatura mínima média foi de 14,7 °C, já no ciclo de 2021/22 a temperatura mínima média foi de 17,6 °C, ou seja, de 2019/20 para 2021/22 houve um acréscimo na temperatura mínima de 2,9 °C, este aumento provavelmente ocasionou o atraso no início da diferenciação floral na safra de 2021/22. Em anos com menor acúmulo de horas de frio no inverno, ocorre atraso na floração, devido a não superação completa da dormência das gemas.

Cresmasco (2021) ao avaliar a diferenciação floral em pessegueiro em dois ciclos de produção, também constatou variação entre os anos, onde Pelotas – RS na safra de 2017/18 a diferenciação ocorreu em novembro, e no ciclo de 2018/19 a diferenciação ocorreu entre os meses de dezembro e janeiro. A mudança de aproximadamente um mês no início da diferenciação floral entre os ciclos de produção em pomares de pessegueiro, também foi observado nos ciclos de produção no pomar de macieira em Barbacena.

Os valores médios de ângulo dos meristemas em gema terminal de brindila apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Desdobrando a data dentro de safra observou-se diferença significativa entre todas as safras avaliadas (Tabela 7 e Figura 14 B). A safra de 2019/20 apresentou um pico na altura do meristema no mês de fevereiro, data esta, que a maioria das gemas já estão induzidas/diferenciadas (Tabela 7 e Figura 14 B). A safra de 2020/21 apresentou a menor média para a variável ângulo em comparação com os outros anos avaliados (Tabela 7 e Figura 14 B). De maneira geral, o ano de 2020/21 tanto na avaliação da gema lateral de brindila como para a gema terminal de brindila, apresentou uma tendência na formação de gemas vegetativas em detrimento das reprodutivas.

Já a safra de 2021/22 apresentou comportamento linear para a variável ângulo do meristema, ou seja, nos meses que compreende o verão brasileiro (dezembro a março) ocorre a maior formação de gemas reprodutivas (Tabela 7 e Figura 14 B). Francescatto (2014) ao avaliar a gemas terminal de brindila para a cultivar Gala em Caçador - SC verificou a iniciação floral aos 105 DAPF, ou seja, a partir do mês de janeiro, resultado semelhante ao encontrado neste trabalho, em que, observa-se maior proporção de gemas diferenciadas a partir de dezembro.

Ao realizar o desdobramento de safra dentro das datas houve diferença significativa nos meses de novembro, fevereiro e março (Tabela 7). Essa diferença para o mês de novembro está relacionada à primeira diferenciação floral que é observado nesse local e os meses de fevereiro

e março estão associados à segunda diferenciação floral. Esta segunda diferenciação floral, não foi um evento que ocorreu somente em uma safra, ou seja, de forma isolada. De acordo com os dados fenológicos e histométricos apresentados neste trabalho, nota-se que para os três anos avaliados, Barbacena apresentou mais de uma época de diferenciação floral. Fato este, que pode ser atribuído, ao efeito das condições climáticas sobre a fenologia das macieiras cultivadas nesses locais.

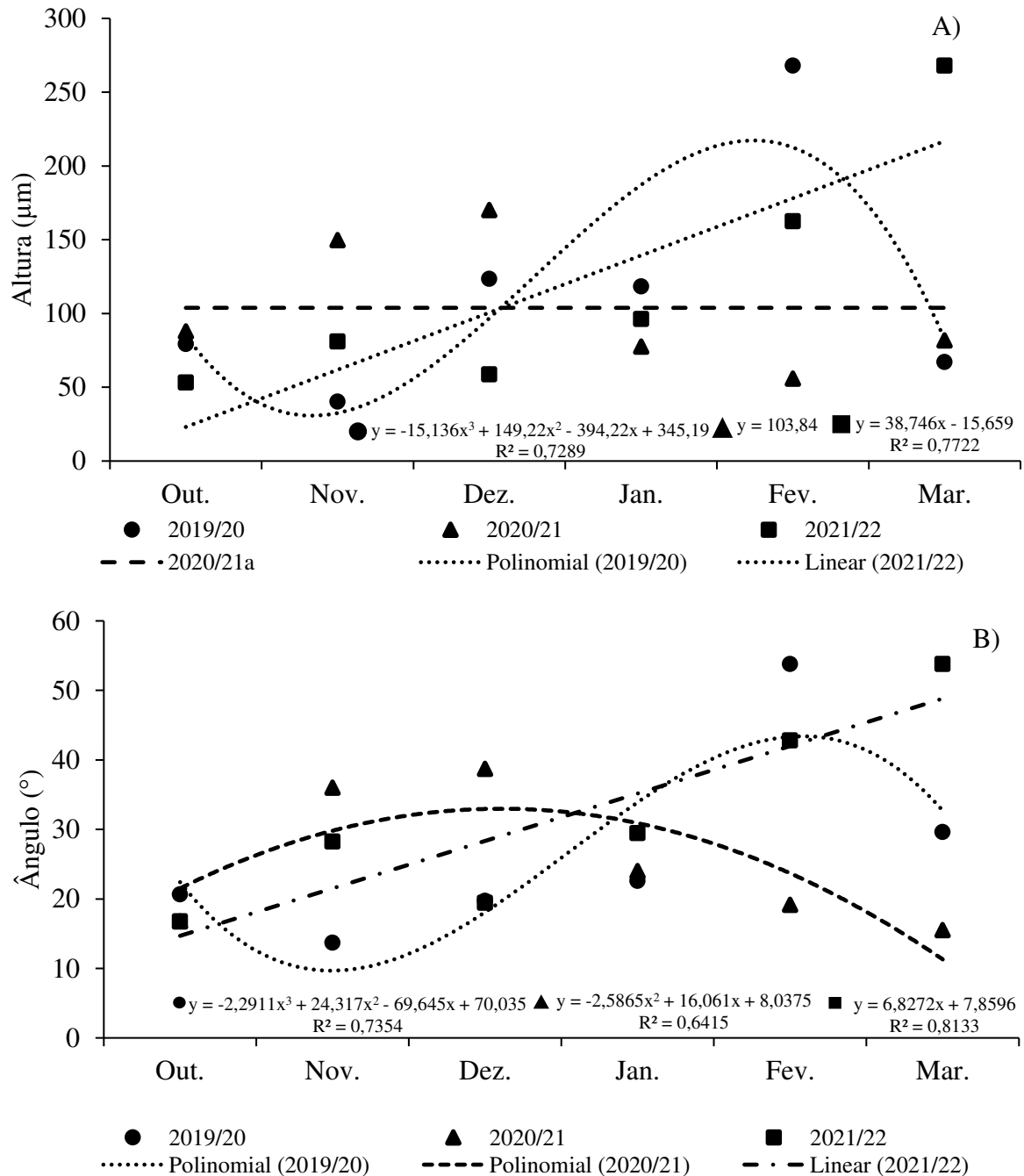
**Tabela 7** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas das gemas terminais de brindila da macieira 'Eva' cultivadas em Barbacena - MG, na safra de 2019/20, 2020/21 e 2021/22

<b>Gema terminal de brindila</b>							
<b>Largura (<math>\mu\text{m}</math>)</b>							
<b>Safras</b>	<b>Out.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dez.</b>	<b>Jan.</b>	<b>Fev.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Média geral</b>
2019/20	516,91 $\pm$ 153 <sup>ns</sup>	417,53 $\pm$ 54 <sup>ns</sup>	747,53 $\pm$ 239 <sup>ns</sup>	688,87 $\pm$ 109 <sup>ns</sup>	773,90 $\pm$ 245 <sup>ns</sup>	320,27 $\pm$ 78 <sup>ns</sup>	577,50 <sup>ns</sup>
2020/21	700,92 $\pm$ 105 <sup>ns</sup>	535,29 $\pm$ 148 <sup>ns</sup>	674,69 $\pm$ 158 <sup>ns</sup>	459,77 $\pm$ 139 <sup>ns</sup>	451,90 $\pm$ 162 <sup>ns</sup>	643,01 $\pm$ 50 <sup>ns</sup>	577,59 <sup>ns</sup>
2021/22	435,63 $\pm$ 3 <sup>ns</sup>	400,58 $\pm$ 71 <sup>ns</sup>	409,41 $\pm$ 66 <sup>ns</sup>	430,32 $\pm$ 100 <sup>ns</sup>	627,35 $\pm$ 98 <sup>ns</sup>	939,19 $\pm$ 22 <sup>ns</sup>	540,41 <sup>ns</sup>
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	551,15	451,13	610,54	526,32	617,72 <sup>ns</sup>	634,16	
CV (%):	4,83						
<b>Altura (<math>\mu\text{m}</math>)</b>							
2019/20	79,30 $\pm$ 16 <sup>ns</sup>	40,24 $\pm$ 10 <sup>ns</sup>	123,55 $\pm$ 68 <sup>ns</sup>	118,29 $\pm$ 42 <sup>ns</sup>	268,03 $\pm$ 62 a	67,06 $\pm$ 33 b	116,08*
2020/21	87,76 $\pm$ 33 <sup>ns</sup>	149,83 $\pm$ 50 <sup>ns</sup>	170,14 $\pm$ 21 <sup>ns</sup>	77,60 $\pm$ 24 <sup>ns</sup>	55,90 $\pm$ 22 b	81,78 $\pm$ 13 ab	103,84 <sup>ns</sup>
2021/22	53,29 $\pm$ 2 <sup>ns</sup>	80,92 $\pm$ 25 <sup>ns</sup>	58,68 $\pm$ 9 <sup>ns</sup>	96,29 $\pm$ 18 <sup>ns</sup>	162,51 $\pm$ 41 ab	268,03 $\pm$ 17 a	119,95*
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	73,45	90,33	117,46	97,40	162,15	138,96	
CV (%):	10,32						
<b>Ângulo (<math>^{\circ}</math>)</b>							
2019/20	20,65 $\pm$ 3 <sup>ns</sup>	13,69 $\pm$ 3 b	19,74 $\pm$ 5 <sup>ns</sup>	22,59 $\pm$ 4 <sup>ns</sup>	53,81 $\pm$ 11 a	29,62 $\pm$ 5 ab	26,68*
2020/21	16,75 $\pm$ 3 <sup>ns</sup>	36,01 $\pm$ 8 a	38,74 $\pm$ 2 <sup>ns</sup>	23,99 $\pm$ 3 <sup>ns</sup>	19,17 $\pm$ 6 b	15,50 $\pm$ 6 b	25,02*
2021/22	16,75 $\pm$ 1 <sup>ns</sup>	28,26 $\pm$ 7 a	19,44 $\pm$ 4 <sup>ns</sup>	29,45 $\pm$ 6 <sup>ns</sup>	42,81 $\pm$ 6 a	53,81 $\pm$ 4 a	31,75*
Média geral ( $^{\circ}$ ):	18,05	25,99	25,97	25,34	38,60	32,98	
CV (%):	8,43						

Fonte: Autora.

\*Significativo, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F para datas por análise de regressão e locais pelo o Teste Tukey, letra distinta diferem pelo teste de Tukey. ns: não significativo, pelo teste F; C.V. = Coeficiente de variação.

**Figura 14** - Altura (A) e ângulo (B) dos meristemas em gema terminal de brindila de macieira ‘Eva’ no período de outubro a março, cultivadas em Barbacena – MG, nas safras de 2019/20, 2020/21 e 2021/22



Fonte: Autora.

Os valores médios de largura dos meristemas em esporão não apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Avaliando os efeitos simples observamos diferença significativa entre as datas, onde a largura do meristema apresentou comportamento linear, ou seja, à medida que os meses avançavam, ocorria um aumento na proporção de gemas vegetativas (Tabela 8 e

Figura 15 A). Ao avaliar o efeito simples para o fator safra, não observamos diferença significativa, sendo as maiores médias para largura do meristema apresentadas pela safra 2021/22 (Tabela 8).

Os valores médios de altura dos meristemas em esporão não apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Avaliando os efeitos simples observamos diferença significativa entre as datas, em que, a altura do meristema apresentou comportamento linear em relação ao período avaliado, que compreende os meses de outubro a março (Tabela 8 e Figura 15 B). À medida que ocorre um aumento na altura, infere-se que há um aumento na proporção das gemas induzidas/diferenciadas.

Avaliando os efeitos simples observamos diferença significativa entre as safras, em que 2021/22 apresentou maior média de altura em relação à safra de 2019/20 (Tabela 8). Este dado indica que a safra de 2021/22 apresentou maior proporção de gemas induzidas e diferenciadas em relação a 2019/20. A safra de 2021/22 apresentou as maiores médias de altura e ângulo para todos os tipos de gemas avaliados (esporão, gemas terminais e laterais de brindila), ou seja, nesta safra houve maior tendência na formação de gemas reprodutivas.

Os valores médios de ângulo dos meristemas em esporão apresentaram interação significativa ( $p \leq 0,5$ ). Desdobrando a data dentro de safra observou-se diferença significativa entre as safras, em que, 2019/20 apresentou comportamento linear em relação ao aumento da angulação do meristema. A safra de 2020/21 apresentou um pico no aumento da angulação a partir de fevereiro. Já a safra de 2021/22 não apresentou diferença significativa, no entanto, manteve as médias altas durante todo o período avaliado, e ainda apresentou as maiores médias, isso sugere que a safra 2021/22 apresentou maior formação de gemas reprodutivas (Tabela 8 e Figura 15 C).

Ao realizar o desdobramento de safra dentro de data, os meses de novembro, dezembro e janeiro apresentaram diferença significativa, a safra de 2021/22 apresentou maiores médias nos meses de novembro e janeiro, já no mês de dezembro a safra que se destacou foi a de 2019/20 (Tabela 8).

Em relação aos tipos de gemas (esporão, gemas laterais e terminais de brindila) em macieira 'Eva' avaliadas em Barbacena, nas três safras (2019/20, 2020/21 e 2021/22), observamos que todas elas apresentaram o mesmo comportamento, isto é, em todas elas houve duas épocas de diferenciação floral. Fato esperado, pois, uma característica dessa cultivar é florescer e frutificar em todas as estruturas, sendo elas esporão e ou gema lateral e terminal de

brindila (PIO; NETO; ALVARENGA, 2018). Dentre as safras avaliadas, a de 2021/22 se destacou das demais, por apresentar maior proporção de gemas reprodutivas.

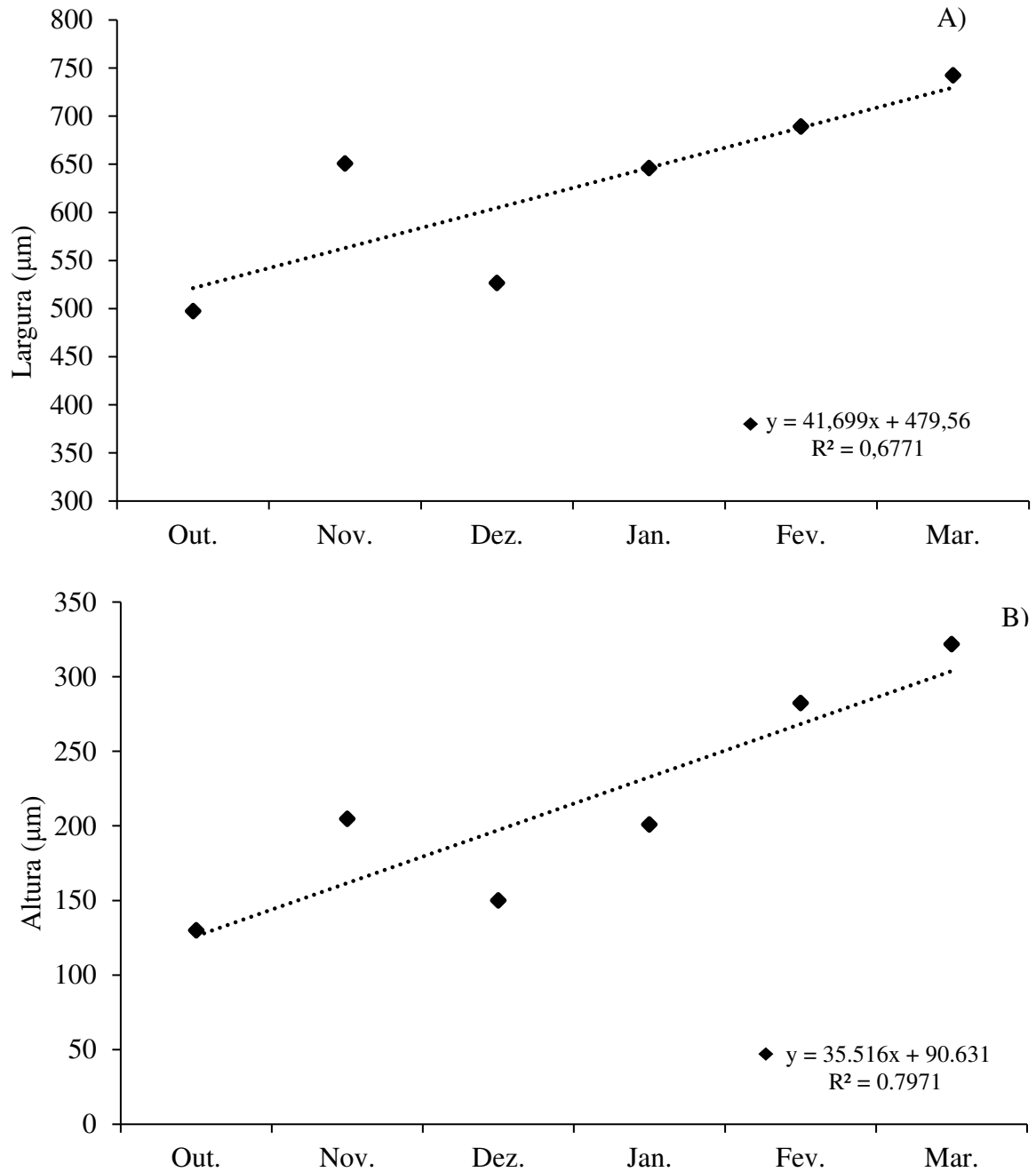
**Tabela 8** - Média de largura, altura e ângulo dos meristemas das gemas em esporão da macieira 'Eva' cultivadas em Barbacena - MG, na safra de 2019/20, 2020/21 e 2021/22

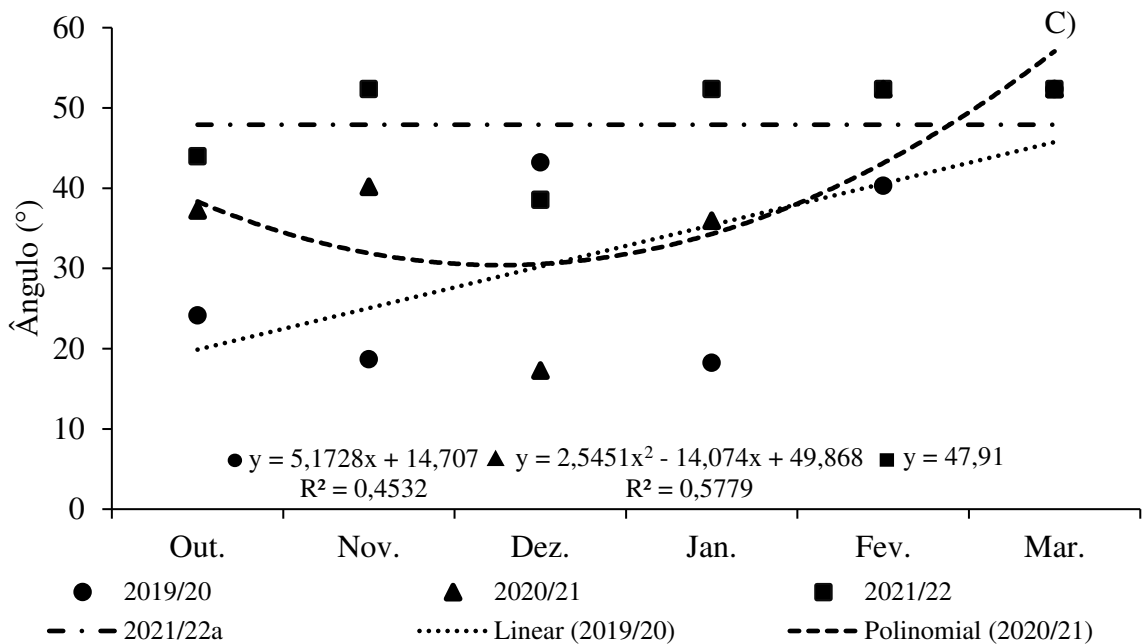
Esporão							
Largura ( $\mu\text{m}$ )							
Safras	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Média geral
2019/20	621,50 $\pm$ 179	564,89 $\pm$ 184	446,78 $\pm$ 116	616,28 $\pm$ 146	583,12 $\pm$ 76	742,47 $\pm$ 3	595,84 <sup>ns</sup>
2020/21	441,59 $\pm$ 132	645,07 $\pm$ 83	520,08 $\pm$ 15	579,50 $\pm$ 111	742,47 $\pm$ 175	742,47 $\pm$ 1,5	611,86 <sup>ns</sup>
2021/22	429,62 $\pm$ 2	742,47 $\pm$ 99	613,44 $\pm$ 1,5	742,47 $\pm$ 74	742,47 $\pm$ 2,2	742,47 $\pm$ 2,5	668,83 <sup>ns</sup>
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	497,57*	650,81*	526,77*	646,08*	689,36*	742,47*	
CV (%):	3,15						
Altura ( $\mu\text{m}$ )							
2019/20	101,64 $\pm$ 28	72,11 $\pm$ 16	171,19 $\pm$ 27	75,66 $\pm$ 35	203,31 $\pm$ 39	321,79 $\pm$ 1,4	157,62 b
2020/21	170,75 $\pm$ 20	220,00 $\pm$ 104	66,80 $\pm$ 12	205,36 $\pm$ 37	321,79 $\pm$ 126	321,79 $\pm$ 1,8	217,75 ab
2021/22	117,50 $\pm$ 1	321,79 $\pm$ 32	212,03 $\pm$ 1,3	321,79 $\pm$ 9	321,79 $\pm$ 1,5	321,79 $\pm$ 1,7	269,45 a
Média geral ( $\mu\text{m}$ ):	129,96*	204,63*	150,01*	200,94*	282,30*	321,79*	
CV (%):	9,56						
Ângulo ( $^{\circ}$ )							
2019/20	24,12 $\pm$ 6 <sup>ns</sup>	18,68 $\pm$ 2 b	43,19 $\pm$ 8 a	18,24 $\pm$ 5 b	40,30 $\pm$ 7 <sup>ns</sup>	52,35 $\pm$ 1 <sup>ns</sup>	32,81*
2020/21	37,21 $\pm$ 4 <sup>ns</sup>	40,15 $\pm$ 15 a	17,27 $\pm$ 1 b	35,93 $\pm$ 3 ab	52,35 $\pm$ 12 <sup>ns</sup>	52,35 $\pm$ 0,5 <sup>ns</sup>	39,21*
2021/22	43,94 $\pm$ 1 <sup>ns</sup>	52,35 $\pm$ 11 a	38,55 $\pm$ 1,2a	52,35 $\pm$ 2 a	52,35 $\pm$ 1,3 <sup>ns</sup>	52,35 $\pm$ 1,2 <sup>ns</sup>	47,91 <sup>ns</sup>
Média geral ( $^{\circ}$ ):	35,09	37,06	33,00	35,50	48,33	52,35	
CV (%):	7,73						

Fonte: Autora.

\*Significativo, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F para datas por análise de regressão e locais pelo o Teste Tukey, letra distinta diferem pelo teste de Tukey. ns: não significativo, pelo teste F; C.V. = Coeficiente de variação.

**Figura 15** - Largura (A), altura (B) e ângulo (C) dos meristemas em esporão de macieira 'Eva' no período de outubro a março, cultivadas em Barbacena – MG, nas safras de 2019/20, 2020/21 e 2021/22





Fonte: Autora.

### 3.4 Temperatura, precipitação e acúmulo de graus dias

No período de 2019 a 2022, em Barbacena a temperatura média se manteve em torno de 18,4 °C, enquanto a temperatura mínima média variou de 14,7 a 17,6 °C, ou seja, a temperatura mínima média teve um aumento de 2,9 °C entre o período de 2019 a 2022. Já a temperatura máxima média reduziu de 24,5 °C em 2019 para 18,9 °C em 2022 (Figura 16 A, B e C).

Ao avaliar a temperatura média no período de 2019 a 2021 em Ervália, nota-se que não houve variação entre os anos, sendo a média de 20,1 °C. A temperatura mínima média variou de 15,9 a 19,5 °C, ou seja, um aumento de 3,6 °C. A temperatura máxima média variou de 27 a 20,8 °C, ou seja, a temperatura média máxima reduziu em torno de 6,2 °C (Figura 16 A e B).

A temperatura média de Palmas no período de 2019 a 2021 foi em torno de 18,5 °C. Já a temperatura mínima média teve aumento de 4,3 °C, semelhante ao que foi apresentado nos municípios de Barbacena e Ervália. A temperatura máxima média também apresentou o mesmo comportamento dos municípios em estudo, tendo uma redução de 5,5 °C (Figura 16 A e B).

A temperatura é um dos principais fatores climáticos que pode interferir na fenologia das plantas. Conforme dados apresentados no presente trabalho, o aumento de temperatura promoveu a formação de mais de uma época de diferenciação floral, alto crescimento vegetativo, em que, observou mais de um surto de crescimento em plantas de macieira, algo

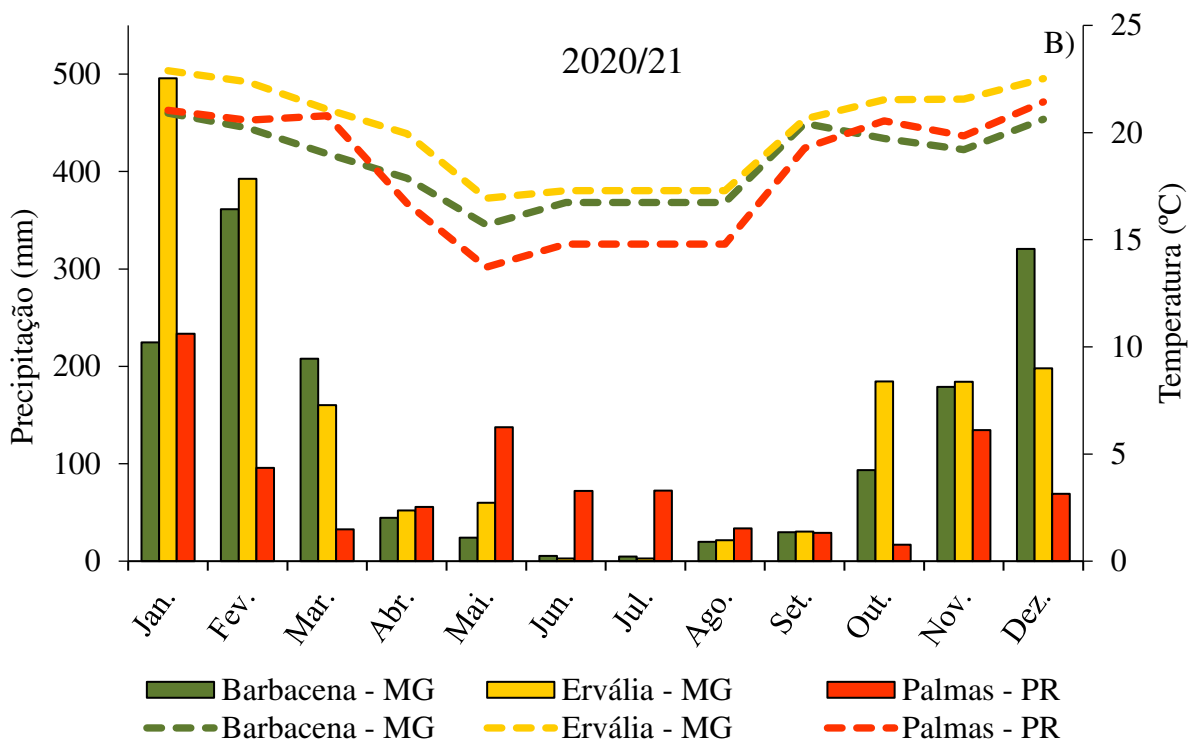
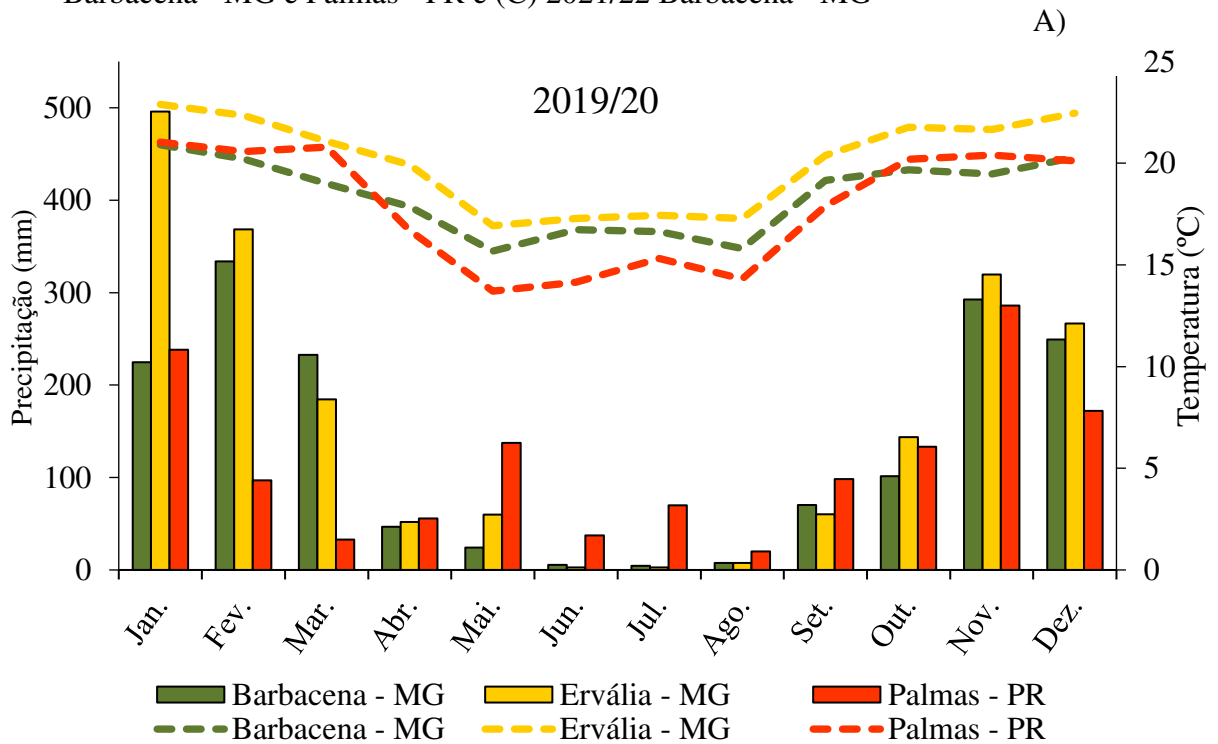
que não é comum às frutíferas de clima temperado, e ainda observamos uma heterogeneidade na formação de gemas reprodutivas, ou seja, um escalonamento, o que é um problema para o desenvolvimento de gemas e frutos, devido a competição entre esses órgãos.

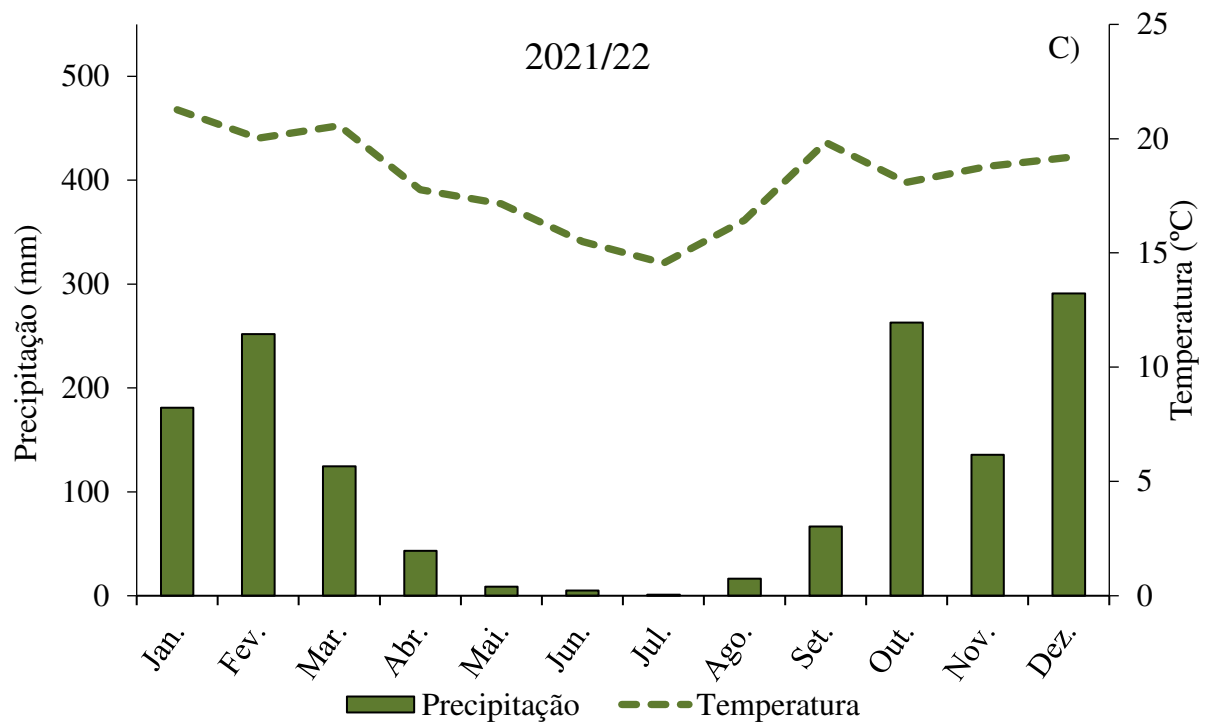
Segundo Penso (2016) temperaturas acima de 25 °C promovem maior celeridade no metabolismo e na diferenciação floral das gemas, no entanto, temperaturas entre 30 a 35 °C podem paralisar a formação das gemas, ou até mesmo levar ao abortamento. Isso pode ser evidenciado em trabalho realizado por Parma et al. (2021), em que, ao avaliarem a densidade de gemas em macieira 'Eva' cultivadas em Ervália, observaram elevada abscisão no período de formação das gemas. De acordo com Hawerth e Petri (2014), temperaturas elevadas juntamente com altos índices pluviométricos, promovem maior crescimento vegetativo, ocorrendo assim um desbalanço entre o crescimento vegetativo e reprodutivo.

No presente trabalho observa-se que as temperaturas permanecem altas no outono o que favorece o crescimento vegetativo, podendo ocorrer também a retomada do crescimento do ramo, fato esse que é observado nos pomares de Ervália e Barbacena. De acordo com Francescatto (2014) essas condições podem promover o prolongamento da indução e diferenciação floral por todo ciclo, não havendo por tanto, sincronia na brotação de gemas reprodutivas. Isto explica os resultados encontrados neste trabalho, onde em Barbacena e Ervália havia gemas em praticamente em todos os estádios de desenvolvimento ao longo do ciclo da cultura.

Na safra de 2020/21 em Ervália a plena floração ocorreu em junho, e aos 90 dias após a plena floração (mês de setembro) observamos um aumento na temperatura (17,3 °C em junho e 20,3 °C em setembro). Já para Barbacena e Palmas em que, a plena floração ocorreu no final do mês de julho, houve um aumento de temperatura do mês de julho (14,8 °C em Palmas e 16,7 °C em Barbacena), e para o mês de setembro (19,3 °C em Palmas e 20,4 °C em Barbacena) (Figura 16 B). Este aumento na temperatura é esperado devido a saída da estação do inverno para primavera. No entanto, esse aumento na temperatura média após a plena floração favorece a formação de estruturas florais. Segundo Zhu et al. (1997) o aumento na temperatura de 13 para 20 °C favorece a indução floral em macieira.

**Figura 16** - Gráficos de temperatura média mensal e precipitação, (A) 2019/20 dos municípios de Ervália - MG, Barbacena - MG e Palmas - PR, (B) 2020/21 dos municípios de Ervália - MG, Barbacena - MG e Palmas - PR e (C) 2021/22 Barbacena - MG





Fonte: Gráficos desenvolvidos pela autora utilizando dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para Barbacena - MG, Ervália - MG\*, Palmas - PR\*\*. \* = Dados originários da estação meteorológica de Viçosa-MG e \*\*Dados originários da estação meteorológica de Clevelândia - PR. A temperatura média mensal está representada pelas linhas e a precipitação está representada pelas barras.

A precipitação média em Barbacena ao longo do período avaliado entre 2019 a 2022 foi de 1.498 mm, em Ervália a média da precipitação no período foi de 1.873 mm, já em Palmas a média de precipitação foi de 1.180 mm (Figura 16 A, B e C). A precipitação pluviométrica é fundamental para o desenvolvimento da macieira, principalmente entre os meses de setembro a maio. Estiagem nesse período pode prejudicar a formação e desenvolvimento dos frutos, e também pode afetar a diferenciação floral (Brucker, Borém, 2022).

Em relação aos graus dias acumulados ( $^{\circ}\text{GDD}$ ) no período de 2019 a 2022 (Figura 17 A, B e C). Em Barbacena a média de graus dias acumulado foi de  $451,4^{\circ}$ , Palmas de  $401,7^{\circ}$  e Ervália de  $501,9^{\circ}$ , sendo esta superior aos demais municípios em todos os anos avaliados (Figura 17 A, B e C).

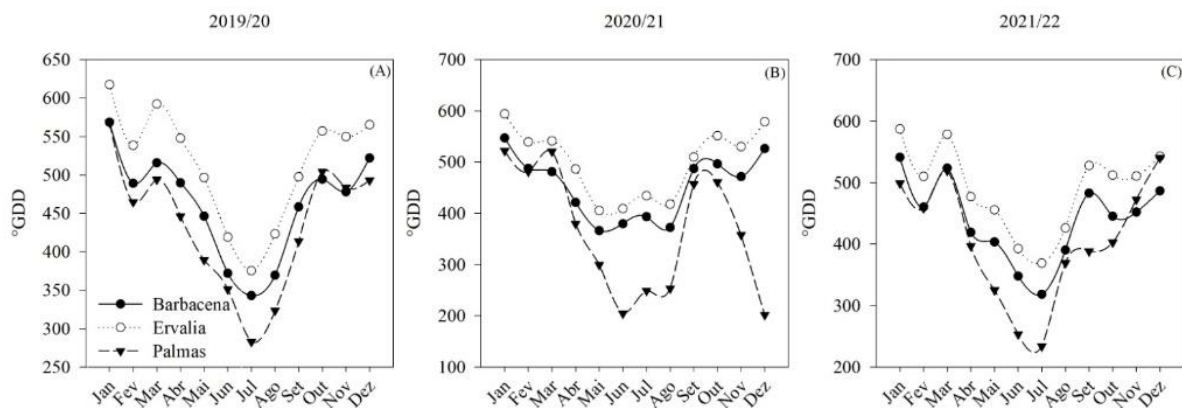
Todos os municípios avaliados apresentaram média de graus dias superiores nos meses de setembro a março, período este que corresponde desde a iniciação floral até o início da entrada em dormência na macieira. Comportamento semelhante foi relatado por Cremasco (2021), em que, os graus dias acumulados na região de Viçosa (Ervália - MG) foi maior quando comparado com os municípios do Sul do Brasil como Pato Branco - PR e Pelotas - RS. Esse

comportamento foi notório, pois Ervália possui temperaturas mais altas em relação a Barbacena e Palmas.

Em locais onde há maior acúmulo de calor, menor será o intervalo em dias entre os estádios fenológicos, pois o acúmulo de calor mais intenso faz com que o metabolismo da planta seja acelerado (PUTTI; PETRI, 2002; CARDOSO et al., 2013). Com isso, os frutos oriundos de locais com maior GDD, provavelmente serão menores, pois o período de desenvolvimento do fruto será reduzido, quando comparamos com locais com baixo GDD. Como observado em Palmas, que apresentou menor acúmulo de calor 401,7 °GDD, sendo as maiores médias entre os meses de setembro a março (Figura 17 A, B e C), período este, que compreende desde a primavera que é caracterizada pela retomada a brotação, e o início do outono que é caracterizado pela entrada em dormência das plantas de macieira.

O menor acúmulo de calor em Palmas faz com que as plantas iniciem o processo de diferenciação floral de forma mais tardia, como foi constatado nos resultados apresentados na avaliação anatômica (Tabela 2). Este fato é corroborado por Leite et al. (2023) que avaliando a soma térmica em cultivares de macieira, desde a floração até a colheita nas condições de Caçador - SC, relatam que o menor acúmulo de calor levou ao atraso na brotação/floração.

**Figura 17** - Gráficos de Graus Dias Acumulado (°GDD) dos municípios de Ervália - MG, Barbacena - MG e Palmas - PR, (A) 2019/20 (B) 2020/21 e (C) 2020/22 Barbacena - MG.



Fonte: Gráficos desenvolvidos pela autora utilizando dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para Barbacena - MG, Ervália - MG\*, Palmas - PR\*\*.

\* = Dados originários da estação meteorológica de Viçosa - MG e \*\*Dados originários da estação meteorológica de Clevelândia - PR.

#### 4. CONCLUSÕES

A época de diferenciação floral da macieira ‘Eva’, nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, ocorreu em momentos distintos. Na região Sudeste, em Minas Gerais, a diferenciação floral ocorreu a partir de setembro e no Sul do país a partir de dezembro.

A diferenciação floral foi influenciada pelo tipo de estrutura (esporão, gema lateral e terminal de brindila) e o local de plantio da macieira ‘Eva’.

O esporão foi a estrutura com predominância na formação de gemas florais e com maior estabilidade nos anos de avaliação.

Nos municípios de Barbacena e Ervália, ambos em Minas Gerais, foram identificados mais de um surto de crescimento vegetativo e duas épocas de diferenciação floral.

A alocação de amido no meristema apical de gemas terminais de brindila foi maior nos locais com menor temperatura média, como os municípios de Barbacena - MG e Palmas - PR.

As variáveis ângulo e altura podem ser utilizadas como indicadores de alterações quantitativas e qualitativas na transição do meristema vegetativo para floral.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPM. Associação Brasileira de Produtores de Maçã. **E-books Clube da maçã brasileira**. Disponível em: <https://www.abpm.org.br/delicias/e-books-abpm>. Acesso em 01 abr. 2023.

AGRIANUAL: **Anuário de agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. 2022.

ANDREINI, L.; S. BARTOLINI, S.; GUIVARC'H, A.; CHRIQUI, D.; C. VITAGLIANO, C. Histological and immunohistochemical studies on flower induction in the olive tree (*Olea europaea* L.). **Plant Biology**, v. 10, n. 5, p. 588-595, 2008.

ARAUJO, J.P.C; RODRIGUES, A.; SCARPARE FILHO, J.A.; PIO, R. Influência da poda de renovação e controle da ferrugem nas reservas de carboidratos e produção de pessegueiro precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 2, p. 331–335, 2008.

ATKINSON, C. J.; BRENNAN, R. M.; JONES, H. G. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. **Environmental and Experimental Botany**, v. 91, p. 48–62, 2013.

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.

BRUCKNER, C. H.; BORÉM, A. **Maçã: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2022. 276p.

CARDOSO, L. S.; NACHTIGALL, G.; BERGAMASCHI, H.; DE PAULA, V. A.; BOSCO, L.; MARODIN, G. Condições meteorológicas e a fenologia de macieiras da região de Vacaria, RS. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. **Comunicado Técnico**, n. 145, p. 8, 2013.

CARISSE, O.; JOBIN, T.; BOURGEOIS, G. Predicting apple leaf emergence from degree-day accumulation during the primary scab period. **Canadian journal of plant science**, v. 88, n. 1, p. 229-238, 2008.

CHEN, X.; QI, S.; ZHANG, D.; LI, Y.; AN, N.; ZHAO, C.; ZHAO, J.; SHAH, K.; HAN, M.; XING, L. Comparative RNA-sequencing-based transcriptome profiling of buds from profusely flowering ‘Qinguan’ and weakly flowering ‘Nagafu no. 2’ apple varieties reveals novel insights into the regulatory mechanisms underlying floral induction. **BMC plant biology**, v. 18, n. 1, p. 1-21, 2018.

CLIMATE-DATA.ORG. **Barbacena Clima (Brasil)**. 2023. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/barbacena-2894/>. Acesso em: 03 abr. 2023b.

CLIMATE-DATA.ORG. **Ervália Clima (Brasil)**. 2023. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/ervalia-176345/>. Acesso em: 03 abr. 2023a.

CLIMATE-DATA.ORG. **Palmas Clima (Brasil)**. 2023. <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/palmas-43639/>. Acesso em: 03 abr. 2023c.

CREMASCO, J.P. G. **Diferenciação floral de pessegueiros cultivados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 2021. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2021.

EILERT, J.B.; SILVA, C.M.; BUENO, P.M.C.; BAUCHROWITZ, I.M.; QUEIROZ, N.M. Comparação fenológica de quatro cultivares de macieira na região de Palmas-PR. **Revista Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, SP, v. 26, n. 3, p. 320-329, 2017.

EL YAACOUBI, A.; MALAGI, G.; OUKABLI, A.; HAFIDI, M.; LEGAVE, J. M. Global warming impact on floral phenology of fruit trees species in Mediterranean region. **Scientia Horticulturae**, v. 180, p. 243-253, 2014.

FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. FAOSTAT. **Crops and livestock products**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 01 abr. 2023.

FOSTER, T.; JOHNSTON, R.; SELEZNYOVA, A. A Morphological and quantitative characterization of early floral development in apple (*Malus x domestica* Borkh.). **Annals of Botany**, v. 92, n. 2, p. 199–206, 2003.

FRANCESCATTO, P. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* Borkh.) sob diferentes condições climáticas – da formação das gemas à colheita dos frutos**. 2014. Tese (Doutorado em Ciência) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2014.

FRANCESCATTO, P.; PETRI, J. L.; RACSKO, J.; COUTO, M.; SILVA, A. L. D. Avaliação fenológica das diferentes estruturas de frutificação das macieiras 'Gala' e 'Fuji' na região de Caçador-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 913–923, 2015.

GHRAB, M.; MIMOUN, M.B.; MASMOUDI, M.M.; MECHLIA, N.B. Chilling trends in a warm production area and their impact on flowering and fruiting of peach trees. **Scientia Horticulturae**, v. 178, p. 87–94, 2014.

HAUAGGE, R.; TSUNETTA, M. 'IAPAR 75-Eva', 'IAPAR 76-Anabela' e 'IAPAR 77-Carícia' - Novas cultivares de macieira com baixa necessidade em frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 21, n. 3, p. 239-242, 1999.

HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M. **Dormência em frutíferas de clima temperado**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, p. 56, 2010.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L. **Controle do desenvolvimento vegetativo em macieira e pereira**. Fortaleza, CE: EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. 2011, 36p.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L. Crescimento vegetativo de macieiras' Fuji Suprema' sob influência da época de aplicação de proexadione cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 373-380, 2014.

HORTIFRUTI/CEPEA: **Quais são as frutas e hortaliças mais consumidas pelos brasileiros?** 2021. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-quais-sao-as-frutas-e-hortalicas-mais-consumidas-pelos-brasileiros.aspx>. Acesso em: 03 abr. 2023.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal – PAM - SIDRA**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em: 02 abr. 2023.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 07 jan. 2023.

JIN, S.; AHN, J. H. Regulation of flowering time by ambient temperature: repressing the repressors and activating the activators. **New Phytologist**, v. 230, n. 3, p. 938-942, 2021.

JONES, A. R.; FORERO-VARGAS, M.; WITHERS, S. P.; SMITH, R. S.; TRAAS, J.; DEWITTE, W.; MURRAY, J.A.H. Cell-size dependent progression of the cell cycle creates homeostasis and flexibility of plant cell size. **Nature Communications**, 8, 15060 (2017).

KINOSHITA, A.; VAYSSIÈRES, A.; RICHTER, R.; SANG, Q.; ROGGEN, A.; VAN DRIEL, A. D.; COUPLAND, G. Regulation of shoot meristem shape by photoperiodic signaling and phytohormones during floral induction of Arabidopsis. **Elife**, v. 9, p. e60661, 2020.

KODAD, O.; i COMPANY, R. F. Significance of flower bud density for cultivar evaluation in almond. **HortScience**, Alexandria, v. 43, n. 6, p.1753-1758, 2008.

LAZZAROTTO, J. J. Indicadores econômicos e financeiros em sistemas típicos de produção de maçã no Brasil. Bento Gonçalves, RS: **Embrapa Uva e Vinho**, 2018.

LEIBOFF, S.; LI, X.; HU, H. C.; TODT, N.; YANG, J.; LI, X.; YU, X.; MUEHLBAUER, G. J.; TIMMERMANS, M. C.P.; JIANMING YU, J.; SCHNABLE, P.S.; SCANLON, M. J. Genetic control of morphometric diversity in the maize shoot apical meristem. **Nature Communications**, v. 6, n. 1, p. 8974, 2015.

LEITE, G. B.; SALLES DE ARAÚJO, C. E.; RICCE, W. DA S.; COUTO, M. Previsão de colheita de maçãs com base na soma térmica. **Agropecuária Catarinense**, v. 36, n. 1, p. 62–66, 2023.

LI, Y.; ZHANG, D.; ZHANG, X.; XING, L.; FAN, S.; MA, J.; ZHAO, C.; DU, L.; HAN, M. A transcriptome analysis of two apple (*Malus domestica*) cultivars with different flowering abilities reveals a gene network module associated with floral transitions. **Scientia Horticulturae**, v. 239, p. 269-281, 2018.

LIU, L.; ZHANG, Y.; YU, H. Florigen trafficking integrates photoperiod and temperature signals in Arabidopsis. **Journal of Integrative plant biology**, v. 62, n. 9, p. 1385-1398, 2020.

MIMIDA, N.; KOMORI, S.; SUZUKI, A.; WADA, M. Functions of the apple TFL1/FT orthologs in phase transition. **Scientia Horticulturae**, v. 156, p. 106-112, 2013.

OLIVEIRA, I. de. L.; LOPES, P. R.; SILVA-MATOS, R. R. S. Da; CAVALCANTE, Í. H. L. Fenologia da macieira, cv. “Condessa” no vale de São Francisco. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, p. 23-30, 2013.

PARMA, F.P.J.; SANTOS, C.E.M.; FERREIRA, J.T.; PENSO, G.A. Densidade de gemas da macieira ‘Eva’ em região de clima tropical de altitude. In SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA, 2021, Viçosa, MG, ISSN: 2237-9045, trabalho (15274), 2021.

PENSO, G. A. **Interação genótipo-ambiente na densidade de gemas e comprimento de ramos de pessegueiro**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

PENSO, G.A.; CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; SANTOS, C. E. M. d; JUNIOR, A.W.; BRUCKNER, C. H.; RODRIGO, J. Development of peach flower buds under low winter chilling conditions. **Agronomy**, v. 10, n. 3, 2020.

PERTILLE, R. H. **Influência do ambiente na heterogeneidade de brotação e floração de macieiras**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

PETRI, J. L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: EPAGRI (org.). **A cultura da Macieira**. Florianópolis. p. 229-260. 2006.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCATTO, P. Advances of the apple crop in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 33, p. 48–56, 2011a.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; FIORAVANÇO, J. C.; HAWERROT, F. J.; COUTO, M. Estudo da biologia floral da macieira cultivar Gala e Fuji. In: NACHTIGALL, G. R. **Inovações tecnológicas para o setor da maçã - INOVAMAÇA: Relatório técnico**. 1. ed. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2011b. p. 237–256.

PETRI, J. L.; SEZERINO, A. A.; HAWERROTH, F. J.; PALLADINI, L. A.; LEITE, G. B.; DE MARTIN, M. S. Dormência e indução à brotação de árvores frutíferas de clima temperado. **Boletim Técnico**, n. 192, 2021.

PIO, R., SOUZA, F.B.M., KALCSITS, L., BISI, R.B., FARIAS, D.H. Advances in the production of temperate fruits in the tropics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v.41, n.e39549, 2019.

PIO, R.; NETO, J. E. B.; ALVARENGA, Â. A. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais: O cultivo da Macieira**. 2. ed. Lavras, MG: UFLA, 2018.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L. Estádios fenológicos da macieira nas cultivares Gala, Fuji e Golden Delicious. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis v. 15, n. 3, 2002.

REALE, L.; SGROMO, C.; EDERLI, L.; PASQUALINI, S.; ORLANDI, F.; FORNACIARI, M.; FERRANTI, F.; ROMANO, B. Morphological and cytological development and starch accumulation in hermaphrodite and staminate flowers of olive (*Olea europaea* L.). **Sexual Plant Reproduction**, v. 22, p. 109-119, 2009.

RODRIGO, J.; HORMAZA, J. I.; HERRERO, M. Ovary starch reserves and flower development in apricot (*Prunus armeniaca*). **Physiologia Plantarum**, v. 108, n. 1, p. 35-41, 2000.

SAMACH, A.; SMITH, H. M. Constraints to obtaining consistent annual yields in perennials. II: Environment and fruit load affect induction of flowering. **Plant Science**, v. 207, p. 168 - 176, 2013.

SHANG C.; CAO X.; TIAN T.; HOU Q.; WEN Z.; QIAO G. WEN X. Cross-Talk between Transcriptome Analysis and Dynamic Changes of Carbohydrates Identifies Stage-Specific Genes during the Flower Bud Differentiation Process of Chinese Cherry (*Prunus pseudocerasus* L.). **International Journal of Molecular Sciences**. 2022.

SUSILA, H.; JURIC, S.; LIU, L.; GAWARECKA, K.; CHUNG, K.S.; JIN, S.; KIM, S.; NASIM, Z.; YOUN, G.; SUH, M.C; YU, H.; AHN, J.H. Florigen sequestration in cellular membranes modulates temperature-responsive flowering. **Science**, v. 373, n. 6559, p. 1137-1142, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal .pdf. 6. ed. Porto Alegre, 2017.

TROMP, J. Flower-bud formation in apple as affected by air and root temperature, air humidity, light intensity, and day length. **Acta Hort.** 149, 39-48, 1984.

WERNER, D. J.; MOWREY, B. D.; CHAPARRO, J. X. Variability in flower bud number among peach and nectarine clones. **HortScience**, Alexandria, v. 23, p.578-580, 1988.

ZANDONADI, A. S. **Luz artificial no controle do florescimento de crisântemo de corte**. 2021. 56 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2021.

ZHU, L. H.; BORSBOOM, O.; TROMP, J. The effect of temperature on flower-bud formation in apple including some morphological aspects. **Scientia Horticulturae**, v. 70, n. 1, p. 1-8, 1997.

## APÊNDICE – A

**Tabela 9** - Resumo da análise de variância para as variáveis largura, altura e ângulo dos três locais de avaliação Barbacena - MG, Ervália – MG e Palmas – PR (local), no período de setembro a fevereiro (data), referente ao ciclo de produção 2020/21

<b>Gema lateral de brindila</b>										
FV	Largura				Altura			Ângulo		
	GL	QM	F	ns	QM	F	ns	QM	F	ns
<b>Data</b>	5	2	0,97589	ns	4	0,17228	ns	5	0,2706	ns
<b>Local</b>	2	4	0,38252	ns	2	0,4401	ns	4	0,3377	ns
<b>Data*Local</b>	10	5	0,23376	ns	5	0,08459	ns	2	0,64106	ns
<b>Resíduo</b>	18	3			3			3		
<b>CV%</b>			3,90			9,84			13,73	
<b>Gema terminal de brindila</b>										
FV	Largura				Altura			Ângulo		
	GL	QM	F	ns	QM	F	ns	QM	F	ns
<b>Data</b>	5	2	0,74464	ns	3	0,50399	ns	4	0,18766	ns
<b>Local</b>	2	4	0,31857	ns	2	0,92378	ns	2	0,77392	ns
<b>Data*Local</b>	10	5	0,29977	ns	5	0,15655	ns	5	0,04499	*
<b>Resíduo</b>	18	3			4			3		
<b>CV%</b>			3,91			10,09			12,42	
<b>Esporão</b>										
FV	Largura				Altura			Ângulo		
	GL	QM	F	ns	QM	F	ns	QM	F	ns
<b>Data</b>	5	3	0,118613	ns	5	0,010195	*	5	0,006353	*
<b>Local</b>	2	5	0,046755	*	4	0,058652	ns	4	0,046593	*
<b>Data*Local</b>	10	4	0,078045	ns	3	0,074734	ns	3	0,037441	*
<b>Resíduo</b>	18	2			2			2		
<b>CV%</b>			3,23			10,77			8,60	

Fonte: Autora.

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; ns=não significativo

**Tabela 10** – Resumo da análise de variância para as variáveis largura, altura e ângulo de Barbacena - MG, nas três safras de avaliação 2019/20, 2020/21 e 2021/22 (safra), no período de outubro a março (data)

<b>Gema lateral de brindila</b>										
		<b>Largura</b>				<b>Altura</b>			<b>Ângulo</b>	
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>		<b>QM</b>	<b>F</b>		<b>QM</b>	<b>F</b>	
<b>Data</b>	5	3	0,126124	*	3	0,0074895	*	4	0,00170397	*
<b>Safra</b>	2	4	0,095638	ns	5	0,0005023	*	5	0,00003249	*
<b>Data*Safra</b>	10	5	0,011325	*	4	0,0019242	*	3	0,00097045	*
<b>Resíduo</b>	18	2			2			2		
<b>CV%</b>			2,90			6,94			7,92	
<b>Gema terminal de brindila</b>										
		<b>Largura</b>				<b>Altura</b>			<b>Ângulo</b>	
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>		<b>QM</b>	<b>F</b>		<b>QM</b>	<b>F</b>	
<b>Data</b>	5	3	0,67179	ns	4	0,29457	ns	4	0,009947	*
<b>Safra</b>	2	2	0,64433	ns	2	0,94196	ns	3	0,108661	ns
<b>Data*Safra</b>	10	5	0,03965	*	5	0,01188	*	5	0,001232	*
<b>Resíduo</b>	18	4			3			2		
<b>CV%</b>			4,83			10,32			8,43	
<b>Esporão</b>										
		<b>Largura</b>				<b>Altura</b>			<b>Ângulo</b>	
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>		<b>QM</b>	<b>F</b>		<b>QM</b>	<b>F</b>	
<b>Data</b>	5	5	0,0141	*	4	0,013044	*	4	0,010385	*
<b>Safra</b>	2	4	0,34256	ns	5	0,018934	*	5	0,0022786	*
<b>Data*Safra</b>	10	3	0,4044	ns	3	0,139003	ns	3	0,0190222	*
<b>Resíduo</b>	18	2			2			2		
<b>CV%</b>			3,15			9,56			7,73	

Fonte: Autora.

\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F