

Nota Técnica

Aspectos iniciais da fenologia reprodutiva de plantas de *Monteverdia ilicifolia* (Mart. ex. Reissek) Biral cultivadas com bioestimulantes

Initial aspects of the reproductive phenology of plants from *Monteverdia ilicifolia* (Mart. ex. Reissek) Biral cultivated with biostimulants

Aline Peccatti^I , Ana Paula Moreira Rovedder^I , Djoney Procknow^I ,
Gerusa Pauli Kist Steffen^{II} , Cleber Witt Saldanha^{II} ,
Amanda Jaenisch Floresta^I , Rodrigo Pinto da Silva^I , Patricia Sulzbach^I 

^IUniversidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

^{II}Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, RS, Brasil

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a fenologia reprodutiva em um plantio de *Monteverdia ilicifolia*, cujas mudas foram produzidas com *Trichoderma* e vermicomposto, visando identificar o momento em que ocorre a mudança para a fase adulta reprodutiva da espécie e possíveis efeitos dos bioestimulantes no desenvolvimento reprodutivo das plantas. A semeadura foi realizada em tubetes de 180 cm³ de volume em casa de vegetação em novembro de 2015. Para o ensaio com *Trichoderma* spp., foram testadas três cepas não-comerciais (cepas T1 e T2: *Trichoderma asperelloides*; T10: *Trichoderma virens*) inoculadas em substrato comercial e um tratamento sem *Trichoderma* (controle), constituindo quatro tratamentos com cinco repetições cada, totalizando 20 plantas. Para o ensaio com vermicomposto, foram testadas diferentes proporções de vermicomposto e solo não-estéril. Os percentuais de vermicomposto avaliados foram: 0; 20; 40; 50; 60 e 80% em relação ao solo não-estéril (tratamentos T₀, T₂₀, T₄₀, T₅₀, T₆₀ e T₈₀), sendo testadas dez repetições por tratamento, totalizando 60 plantas. O transplante das mudas para o campo ocorreu aos 330 dias, em espaçamento 4,0 m x 3,5 m, constituindo dois ensaios, os quais foram avaliados individualmente. A fenologia reprodutiva de *M. ilicifolia* foi avaliada em 2018, 2019 e 2020, pelo método presença/ausência de floração e frutificação, quantificados pelo índice de atividade (IA), que exprime o percentual de indivíduos que manifestaram os eventos em cada amostragem. As análises foram realizadas de forma direta e mensal, entre os meses de agosto a dezembro de cada ano. A primeira fenologia reprodutiva da espécie ocorreu 22 meses após o plantio. O índice de atividade de floração foi mais intenso que o índice de atividade de frutificação no decorrer dos três períodos reprodutivos analisados, mas ainda são incipientes para inferir sobre a ação dos bioestimulantes, tendo em vista a presença de dois tipos florais com características que podem ter influenciado nos resultados encontrados. Por isso, é necessário avaliar a tipologia floral de cada indivíduo cultivado para compreender melhor a dinâmica reprodutiva da espécie na área de estudo e confirmar possíveis efeitos dos bioestimulantes.

Palavras-chave: Índice de atividade; Espinheira-santa; Vermicomposto; *Trichoderma*



ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the reproductive phenology in a *Monteverdia ilicifolia* plantation, whose seedlings were produced with *Trichoderma* spp. and vermicompost, in order to identify the moment when the shift to the adult reproductive stage of the species occurs and possible effects of biostimulants on reproductive development of the species. The seedlings were carried out in tubes of 180 cm³ volume in a greenhouse in November 2015. For the *Trichoderma* spp. assay, three non-commercial strains (T1 and T2: *Trichoderma asperelloides*; T10: *Trichoderma virens*) inoculated in commercial substrate and one treatment without *Trichoderma* (control) were tested, comprising four treatments with five replications each, totaling 20 plants. For the vermicompost assay, different proportions of vermicompost and non-sterile soil were tested. The percentages of vermicompost evaluated were: 0; 20; 40; 50; 60 and 80% in relation to the non-sterile soil (treatments T0, T20, T40, T50, T60 and T80), being tested ten replications per treatment, totaling 60 plants. The seedlings were transplanted to the field at 330 days, at a spacing of 4.0 m x 3.5 m, constituting two trials, which were evaluated individually. The reproductive phenology of *M. ilicifolia* was evaluated in 2018, 2019 and 2020, using the presence/absence of flowering and fruiting method, quantified by the activity index (AI), which expresses the percentage of individuals that manifested the events in each sampling. The analyzes were carried out directly and monthly, between the months of August and December of each year. The first reproductive phenology of the species occurred 22 months after planting. The flowering activity index was more intense than the fruiting activity index during the three reproductive periods analyzed, but it is still incipient to infer about the action of biostimulants, in view of the presence of two floral types with characteristics that may have influenced the results found. Therefore, it is necessary to evaluate the floral typology of each cultivated individual to better understand the reproductive dynamics of the species in the study area and confirm possible effects of biostimulants.

Keywords: Activity index; Espinheira-santa; Vermicompost; *Trichoderma*

1 INTRODUÇÃO

Estudos sobre a fenologia reprodutiva de espécies arbóreas cultivadas são relevantes para compreender a dinâmica ecológica-reprodutiva dos indivíduos que constituem o sistema de cultivo. Isso possibilita inferir sobre a eficiência e capacidade que a espécie possui em fornecer recursos para outros seres vivos. Além do mais, diante das oscilações climáticas globais cada vez mais frequentes, faz-se necessário observar a maneira pela qual espécies cultivadas comportam-se diante dos estímulos ambientais, a fim de prever o uso razoável de seus recursos.

A *Monteverdia ilicifolia* (Martius ex Reissek) Biral, conhecida como espinheira-santa, é uma planta subarborescente ou arbórea de pequeno porte, pertencente à família



Celastraceae (CARVALHO-OKANO, 1992). A espécie é considerada um fitoterápico com princípios ativos regulamentados pela Agência Nacional de Vigilância em Saúde – Anvisa, os quais são indicados para auxiliar no tratamento de doenças gastrointestinais (BRASIL, 2014) e por isso, integra a Lista Nacional de Medicamentos Essenciais - RENAME (BRASIL, 2020).

Nesse contexto, a espécie acumula um histórico de exploração essencialmente baseada no extrativismo predatório em remanescentes florestais (VIEIRA; SILVA, 2002). Consequentemente, evidencia-se a necessidade de buscar meios para tentar minimizar os impactos produzidos pela exploração demasiada, dentre os quais cita-se a criação de áreas cultivadas para conservação *ex situ* da *M. ilicifolia* (MARIOT; BARBIERI, 2010; GUARINO; MOLINA; BARBIERI, 2019; PERLEBERG; BARBIERI; MARIOT; SILVA; SEE MORE; SILVA; MAGALHÃES, 2021).

Diante do exposto e da sua importância ecológica, econômica e social, a *M. ilicifolia* foi incluída na lista de espécies prioritárias para conservação na região sul do Brasil (REIS; SIMINSKI, 2011). Apesar disso, estudos sobre a fenologia reprodutiva da espécie são raros e concentram-se em populações naturais (MALYSZ; ZANIN, 2011; MAZZA; SANTOS; MAZZA, 2011), sendo menos frequente ainda estudos realizados em populações cultivadas (PERLEBERG; BARBIERI; MARIOT; SILVA; SEE MORE; SILVA; MAGALHÃES, 2021) e inexistentes quando do monitoramento para detectar os primórdios da fenologia reprodutiva em plantas cultivadas.

Preencher essa lacuna possibilitará ao produtor de mudas planejar a coleta de sementes de acordo com sua necessidade em um local de fácil acesso, o que implica na redução de custos relacionados ao deslocamento até populações naturais. Além disso, será possível compreender a dinâmica reprodutiva da espécie quando cultivada e a maneira pela qual as variáveis climáticas podem influenciar sobre o ciclo fenológico inicial.

Na fenologia reprodutiva, embora o fotoperíodo seja uma das variáveis de maior influência (SOUZA; FUNCH, 2016), outras como temperatura, precipitação e velocidade dos ventos podem atuar em maior ou menor intensidade. Soma-se a isso a tendência de as áreas cultivadas serem mais propensas às perturbações dos fatores



abióticos (SCHEFFER, 2001), seja pela maior exposição das plantas às intempéries ou pelas condições nutricionais do solo, exigindo maior resiliência para sobreviverem.

Os bioestimulantes podem atuar positivamente contra os efeitos dessas perturbações, visto possuírem mecanismos de ação como a capacidade de induzir a resistência sistêmica das plantas, no caso dos *Trichoderma* spp. (ROSMANA; TAUFIK; ASMAN; JAYANTI; HAKKAR, 2019), e/ou substâncias reguladoras do crescimento vegetal como fito-hormônios e substâncias húmicas presentes no vermicomposto (SCAGLIA; NUNES; REZENDE; TAMBONE; ADANI, 2016). Além do mais, em relação à fenologia reprodutiva, evidências científicas relatam os benefícios desses bioestimulantes sobre o aumento da produtividade (STEFFEN; MALDANER; MORAIS; SALDANHA; MISSIO; STEFFEN; OSORIO FILHO, 2019; MARRA; LOMBARDI; D'ERRICO; TROISI; SCALA; VINALE; WOO; BONANOMI; LORITO, 2019).

Dessa maneira, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a fenologia reprodutiva em um plantio de *Monteverdia ilicifolia*, cujas mudas foram produzidas com *Trichoderma* e vermicomposto, visando identificar o momento em que ocorre a mudança para fase adulta reprodutiva da espécie e possíveis efeitos dos bioestimulantes no desenvolvimento reprodutivo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da região de estudo

Os ensaios foram instalados no Centro de Pesquisa em Florestas, localizado no município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul (29°41'25" S e 53°48'42" O, 142 m de altitude), região sul do Brasil, em outubro de 2016. O clima é classificado como subtropical úmido - Cfa, com verões quentes e chuvas bem distribuídas durante todos os meses do ano (média anual de 1.769 mm), temperatura média do ar no mês mais frio entre -3 e 18°C e no mês mais quente, superior a 22°C (ALVARES; STAPE; SENTELHAS; GONÇALVES, 2013). A disponibilidade de radiação solar e de insolação no município é uma das menores do estado, tendo em vista a alta frequência de nevoeiros e nebulosidade. Entre junho e agosto, o valor normal de insolação não alcança 5,1

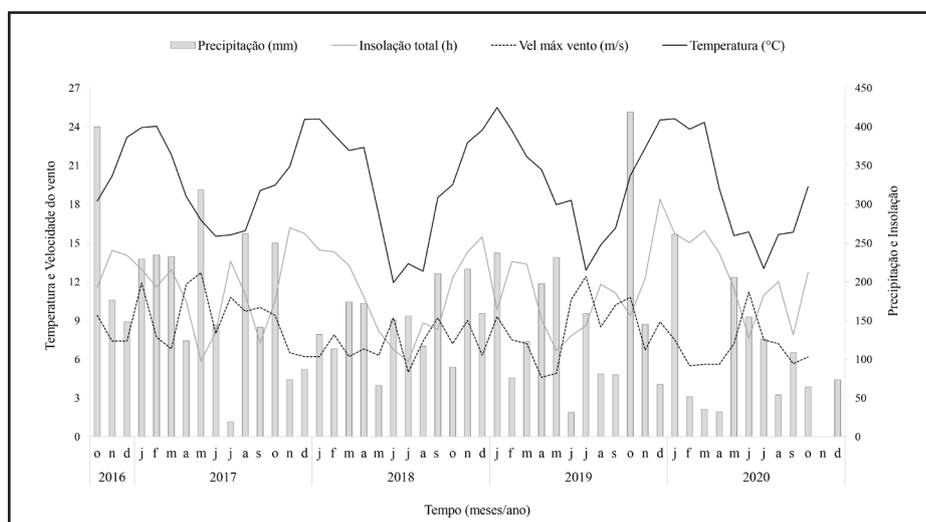


horas por dia, enquanto nos meses de dezembro e janeiro esse valor ultrapassa levemente 8 horas por dia (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009).

O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico (EMBRAPA, 2018). A caracterização química do solo antecedeu o plantio das mudas, com coleta de amostras de solo na profundidade 0 - 20 cm, enviadas ao Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal de Santa Maria (LAS/UFSM). A metodologia de análise química seguiu protocolo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997) e interpretação dos resultados conforme o Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2016). A análise indicou um solo ácido (pH: 5,1), conteúdo de matéria orgânica baixo (1,6 %), nível de fósforo baixo (3,8 mg dm⁻³), nível de potássio alto (50,0 mg dm⁻³), nível de cálcio baixo (1,7 cmol_c dm⁻³), nível de magnésio médio (0,9 cmol_c dm⁻³), índice SMP de 6,2 e CTC_{pH 7,0} baixa (6,1 cmol_c dm⁻³).

Os dados meteorológicos de precipitação (mm), temperatura média (°C), insolação mensal (h) e velocidade máxima do vento (m/s) são do Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia/ Estação Santa Maria A803 - RS (BDMET/INMET, 2021) (Figura 1).

Figura 1 – Precipitação (mm), temperatura média (°C), insolação total (h) e velocidade máxima do vento (m/s) mensais, registradas na região de estudo, durante o período de condução dos ensaios com *Monteverdia ilicifolia* no campo



Fonte: BDMET/INMET (2021)



2.2 Produção das mudas e preparo da área e plantio

As mudas de *M. ilicifolia* foram produzidas em casa de vegetação com os bioestimulantes *Trichoderma* e vermicomposto, constituindo dois ensaios. A semeadura foi realizada em tubetes de 180 cm³ em novembro de 2015. Foram utilizadas sementes revestidas pelo arilo provenientes de plantas matrizes localizadas em populações naturais próximas à região de plantio. As mudas permaneceram em casa de vegetação por 180 dias. Após esse período foram transplantadas para embalagens de polietileno (15 x 20 cm²) preenchidas com substrato composto por solo, esterco bovino curtido e casca de arroz carbonizada na proporção 3:2:1 (v/v) e transportadas para área externa a pleno sol visando o período de rustificação onde permaneceram até o momento do plantio que ocorreu aos 330 dias após a semeadura.

O ensaio com *Trichoderma* testou três cepas não-comerciais (cepas T1 e T2: *T. asperelloides* e cepa T10: *T. virens*) pertencentes à Coleção de fungos benéficos do Centro de Pesquisa em Florestas, as quais foram inoculadas em uma mistura de substrato comercial Carolina Soil® e solo não-estéril peneirado na proporção 1:1 (v/v) e um tratamento controle (sem *Trichoderma*). A multiplicação e a inoculação das cepas de *Trichoderma* no substrato foram realizadas segundo metodologia proposta por Steffen e Maldaner (2017). Foram avaliadas cinco plantas por tratamento, totalizando 20 plantas.

O ensaio com vermicomposto comparou seis proporções de vermicomposto (v) e solo não-estéril (s) (Tabela 1). O resíduo orgânico utilizado para a obtenção do vermicomposto foi esterco bovino curtido e o solo utilizado foi o mesmo do local de estudo. As análises químicas do vermicomposto e do solo foram realizadas pelo LAS/UFMS. Foram avaliadas dez plantas por tratamento, totalizando 60 plantas

Em agosto de 2016, foi realizada uma escarificação mecânica nas linhas de plantio (até 30 cm de profundidade). As mudas foram plantadas em covas abertas manualmente, com auxílio de pá de corte, de dimensões aproximadas de 30 x 30 x 30



cm (27.000cm³) em outubro de 2016 (330 dias após a semeadura). Foram adicionados no interior de cada cova 170 g de NPK (5-20-20) e 230 g de calcário dolomítico como fertilização de base, incorporando os materiais ao solo.

Tabela 1 - Composição de tratamentos utilizados no ensaio de porções de vermicomposto e solo não-estéril com *Monteverdia ilicifolia* no campo, Santa Maria, RS

Tratamento	Vermicomposto (v)	Solo não-estéril (s)
T0	0%	100%
T20	20%	80%
T40	40%	60%
T50	50%	50%
T60	60%	40%
T80	80%	20%

Fonte: Autores (2021)

No momento do plantio, as mudas produzidas com *Trichoderma* spp. apresentavam alturas médias iguais a 10,0 cm (cepa T1), 10,4 cm (cepa T2), 11,2 cm (cepa T10) e 10,0 cm (controle). Para as mudas produzidas com vermicomposto, as médias em altura foram iguais a 18,2 cm (T₂₀), 19,1 cm (T₄₀), 20,8 cm (T₅₀), 19,6 cm (T₆₀), 15,7 cm (T₈₀) e 13,6 cm (T₀).

O espaçamento utilizado no plantio foi 4,0 m entre linhas e 3,5 m entre plantas, totalizando uma área de 789 m². Houve necessidade de irrigação das plantas apenas a partir da segunda quinzena do mês de dezembro, sendo realizadas duas aplicações de 5 L de água/planta com intervalo de aplicação de sete dias entre elas. Em outubro de 2019 (1.080 dias após plantio), foi realizada uma fertilização de cobertura com aplicação de 5 L de húmus líquido no solo, próxima ao caule de cada planta em todos os tratamentos. O fertilizante foi produzido pelo Centro de Pesquisas em Florestas.

2.2 Variáveis analisadas

O período da fenologia reprodutiva da *M. ilicifolia* foi analisado em 2018, 2019 e 2020, pelo método presença/ausência de floração e frutificação, quantificados pelo



Índice de atividade (IA), que exprime o percentual de indivíduos que manifestaram os eventos em cada amostragem (BENCKE; MORELLATO, 2002). Cada planta foi analisada de forma direta e mensalmente, entre agosto e dezembro de cada ano, período fenológico padrão citado na literatura para a espécie na região sul do Brasil (MALYSZ; ZANIN, 2011; MARIOT, 2005). Como floração, consideramos desde o surgimento de botões florais até a presença de flores em antese, e como frutificação consideramos desde o surgimento de frutos verdes até sua maturação fisiológica.

3 RESULTADOS

As plantas de *M. ilicifolia*, produzidas com os bioestimulantes vermicomposto e *Trichoderma* e cultivadas no campo, expressaram a mudança da fase vegetativa para a fase reprodutiva 22 meses após o plantio (meses após plantio) em agosto de 2018. Considerando o período desde a sementeira como referência, a primeira fenologia reprodutiva ocorreu após 31 meses. As plantas possuíam aspecto visualmente saudável, hábito verde, sem sintomas de deficiência nutricional e/ou doenças (incluindo os tratamentos testemunhas). Em alguns indivíduos, foi possível verificar danos causados por formigas cortadeiras, principalmente nas ramificações e folhas jovens.

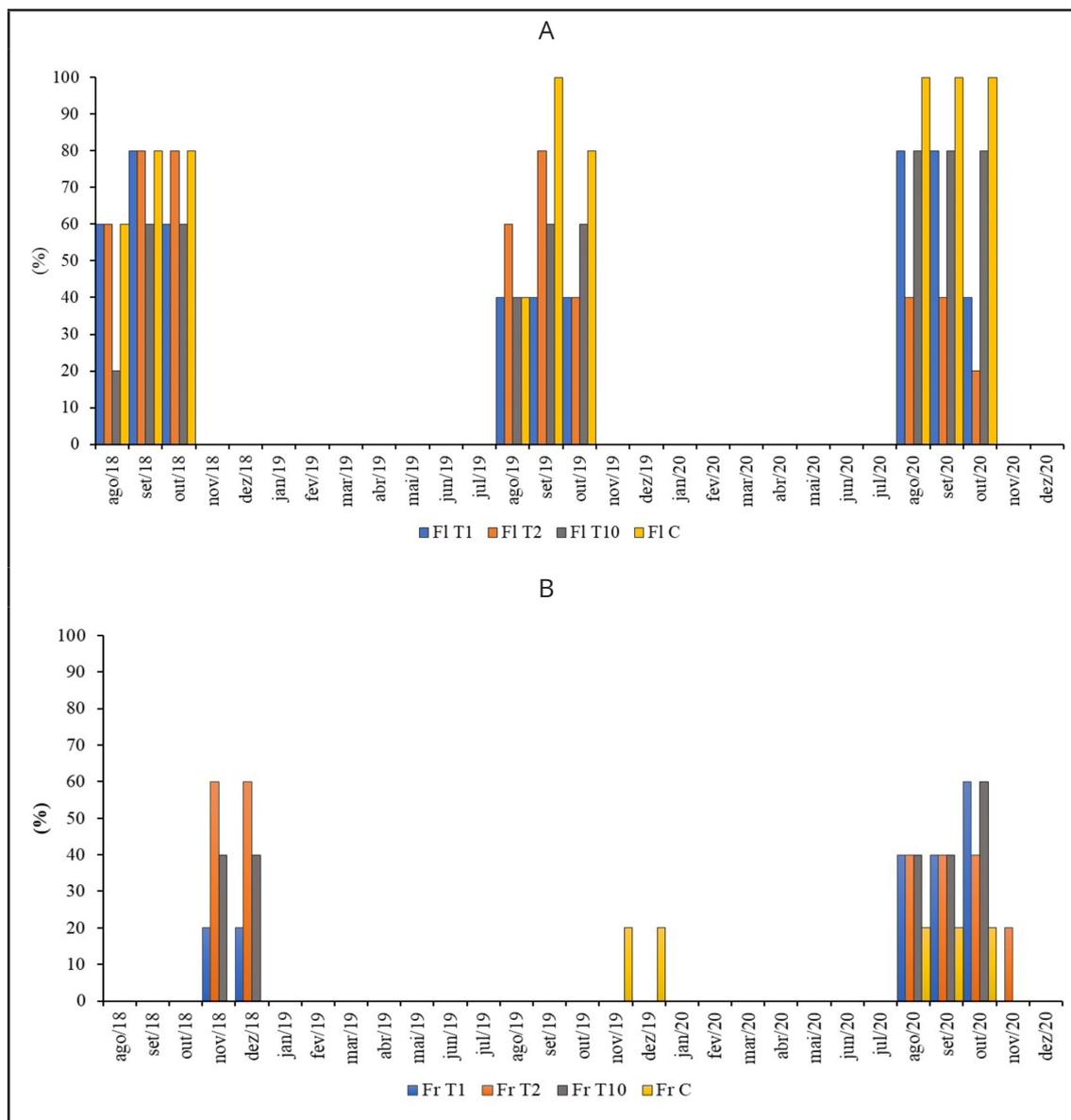
Para o ensaio com *Trichoderma* (Figura 2), o período reprodutivo da *M. ilicifolia* foi observado entre agosto e dezembro em 2018 e 2019. Nesses anos, a floração iniciou em agosto e terminou em outubro com IA máximos a partir de setembro para todos os tratamentos. Os IA máximos de floração de 2018 em relação a 2019 diminuíram para as plantas cultivadas com T1 (de 80% em 2018 para 40% em 2019) e aumentaram para as plantas cultivadas sem *Trichoderma* spp.(controle) (de 80% em 2018 para 100% em 2019) (Figura 2a).

O período de frutificação das plantas cultivadas com *Trichoderma* spp. em 2018 e 2019 foi observado entre novembro e dezembro, mas em 2018 somente as plantas cultivadas com *Trichoderma* spp. (T1, T2 e T10) frutificaram, enquanto em 2019, a



frutificação foi observada apenas para as plantas cultivadas sem o bioestimulante (controle) (Figura 2b).

Figura 2 – Índice de Atividade (%) de floração (a) e frutificação (b) de plantas de *M. ilicifolia* cultivadas com *Trichoderma* no campo, Santa Maria, RS



Fonte: Autores (2021)

Em que: Fl é a floração; Fr é a frutificação; T1 e T2: cepas *T. asperelloides* e T10: cepa *T. virens*; C é o controle (sem *Trichoderma*).

Para o ensaio com vermicomposto, o período reprodutivo das plantas em 2018 e 2019 ocorreu a partir de agosto até novembro (Figura 3). A floração nesses anos



iniciou em agosto e se estendeu até outubro, com índices de atividade (IA) máximos em setembro para a maioria das proporções. Em 2018, o IA máximo observado foi de 50% para as plantas cultivadas com as proporções T_{50} e T_{80} , e em 2019 o IA máximo foi de 60% para as plantas cultivadas com as proporções T_0 e T_{80} (Figura 3a).

A frutificação das plantas cultivadas com vermicomposto em 2018 e 2019 foi observada somente em novembro, com IA não superiores a 20% nos dois anos. Em 2018, somente as plantas cultivadas com as proporções T_{50} , T_{60} e T_{80} frutificaram, enquanto em 2019 somente as plantas cultivadas com as proporções T_0 , T_{60} e T_{80} apresentaram frutos (Figura 3b).

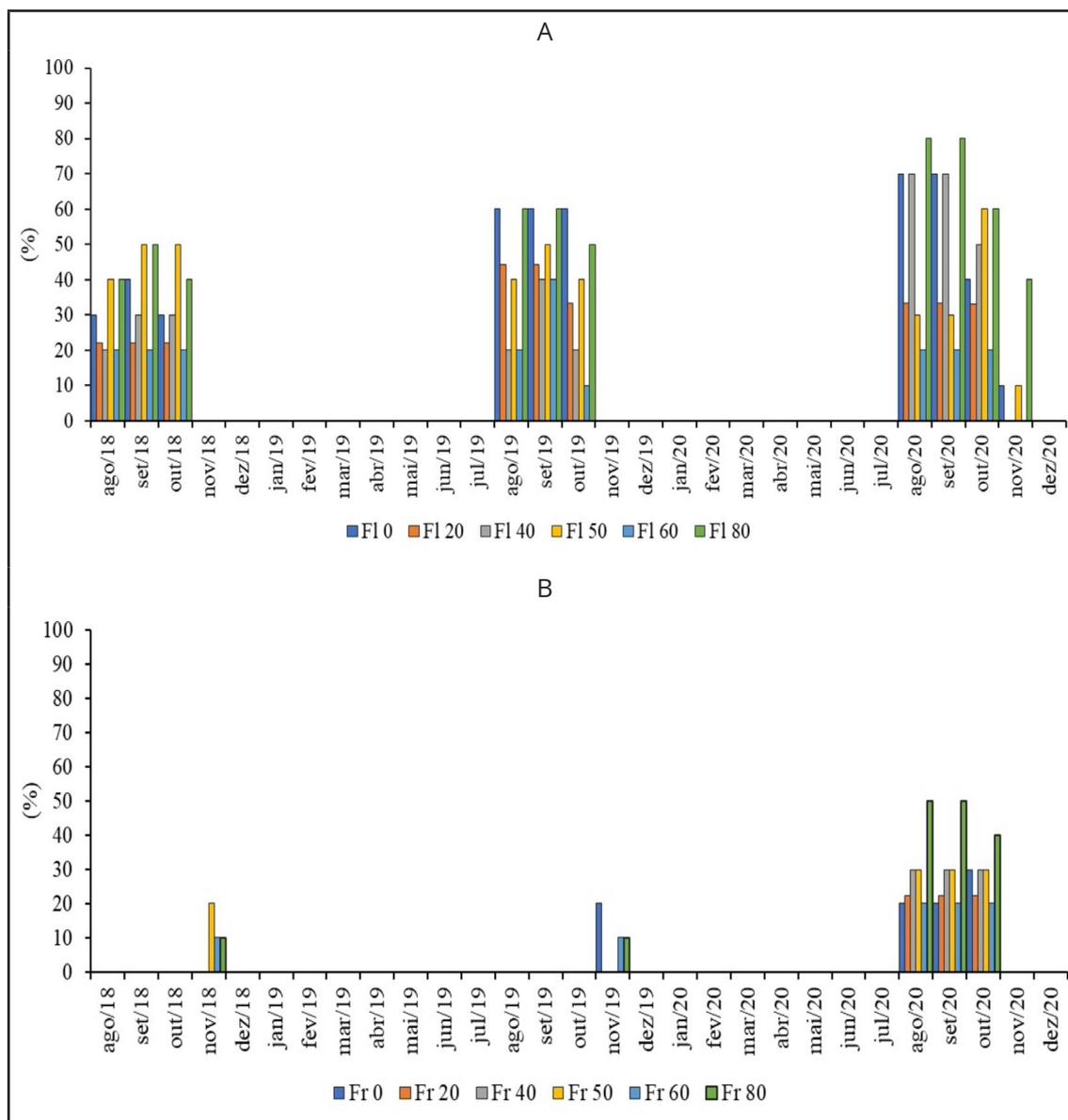
Em relação à fenologia reprodutiva observada em agosto/2020, para as plantas cultivadas com *Trichoderma* spp. e vermicomposto, verificou-se que a espécie antecipou o seu período reprodutivo quando comparado às duas observações anteriores mencionadas, pois nesse momento os eventos de floração e de frutificação ocorreram simultaneamente (Figuras 2 e 3).

A floração/2020 das plantas cultivadas com vermicomposto apresentou períodos de duração distintos entre os tratamentos, se estendendo até setembro para as plantas cultivadas com a proporção T_{20} , outubro para T_{40} e T_{60} e até novembro para T_0 , T_{50} e T_{80} . Os picos de floração foram observados principalmente nos meses de agosto e setembro para T_0 , T_{20} , T_{40} e T_{80} com IA máximos iguais a 70, 33, 70 e 80%, respectivamente. A proporção T_{50} teve IA máximo em outubro com 60% das plantas em floração e as plantas cultivadas com a proporção T_{60} apresentaram IA máximo igual a 20% durante todo o período observado (Figura 3a).

A frutificação/2020, por sua vez, foi observada entre agosto e outubro. As plantas cultivadas com as proporções T_{20} , T_{40} , T_{50} e T_{60} de vermicomposto apresentaram IA constantes durante todo o período com valores não superiores a 30%. Os IA máximos de frutificação das plantas cultivadas com a proporção T_0 foi em outubro (30%), enquanto para T_{80} ocorreu em agosto e setembro (50%) (Figura 3b).



Figura 3 – Índice de Atividade (%) de floração (a) e frutificação (b) de plantas de *M. ilicifolia* cultivadas com vermicomposto no campo, Santa Maria, RS



Fonte: Autores (2021)

Em que: FI = floração; Fr = frutificação; 0, 20, 40, 50, 60 e 80% equivalem às proporções de vermicomposto em relação às proporções de solo.

Para as plantas cultivadas com *Trichoderma* spp. em agosto/2020, a floração se estendeu até outubro para todos os tratamentos. As plantas cultivadas com as cepas T1 e T2 tiveram IA de floração máximos em agosto e setembro, enquanto as plantas cultivadas com a cepa T10 e o controle mantiveram IA constantes em todo o período (Figura 2a). A frutificação das plantas iniciou em agosto e se estendeu até outubro



para todos os tratamentos, exceto a cepa T2 (até novembro). As plantas cultivadas com as cepas T1 e T10 tiveram IA máximo de frutificação em outubro (IA = 60%). Os índices para a cepa T2 e controle foram constantes durante todo o período, com 40% e 20%, respectivamente (Figura 2b).

4 DISCUSSÕES

A primeira fenologia reprodutiva em plantas cultivadas de *M. ilicifolia* sugere uma fase juvenil relativamente curta para a espécie, semelhante aos resultados observados por Scheffer (2001). Segundo a autora, o florescimento da espécie, quando cultivada, ocorre a partir de 36 meses ou 48 meses após a sementeira.

A mudança para a fase adulta reprodutiva das espécies costuma ocorrer após um período de crescimento vegetativo e como resposta a uma série de estímulos internos (como idade cronológica e altura das plantas) e estímulos externos (como temperatura e fotoperíodo) (TAIZ; ZEIGER; MOLLER; MURPHY, 2017). Neste estudo, nem todas as plantas cultivadas apresentaram a mudança para a fase adulta reprodutiva em agosto/2018, o que pode estar relacionado com o fato de existir variações em altura. Além disso, nem todas as plantas que floresceram no primeiro ano expressaram a fenologia reprodutiva nos anos seguintes, demonstrando que fatores ambientais podem ter atuado sobre o processo, assim como fatores relacionados à variabilidade genética.

A antecipação da fenologia reprodutiva em 2020 não era um resultado esperado, visto que o comportamento reprodutivo da espécie é descrito como sazonal, anual e regular (PERLEBERG; BARBIERI; MARIOT; SILVA; SEE MORE; SILVA; MAGALHÃES, 2021; MAZZA; SANTOS; MAZZA, 2011), mas sobretudo porque os dois ciclos anteriores observados coincidiram com o período de ocorrência considerado padrão da fenologia reprodutiva da espécie em regiões subtropicais (MALYSZ; ZANIN, 2011).

A antecipação da fenologia reprodutiva possivelmente ocorreu devido às variações climáticas que antecederam o início da emissão de botões florais no ciclo de 2020. Em maio/2020, a temperatura média registrada foi mais baixa (15,6 °C) em



relação a maio/2018 e maio/2019 (17,2°C e 18,0°C, respectivamente), estando muito próxima às temperaturas registradas em agosto/2018 (12,8°C) e agosto/2019 (14,9°C) quando a espécie iniciou a fenologia reprodutiva. Além disso, de novembro/2019 a maio/2020, o número de horas de insolação foi maior em relação ao mesmo período do ano anterior, em decorrência do período de estiagem entre fevereiro e abril/2020 (Figura 1). Esses resultados sugerem que a *M. ilicifolia* pode ser sensível ao fotoperíodo e à temperatura (entre 12,8°C e 15,6°C) para expressar a fenologia reprodutiva. Segundo Taiz, Zeiger, Moller e Murphy (2017), o comprimento do dia é um fator determinante do florescimento, mas algumas espécies só respondem ao fotoperíodo quando alcançada uma determinada temperatura.

Estudos fenológicos com a *M. ilicifolia* em regiões subtropicais evidenciaram relação entre as variáveis climáticas e os eventos fenológicos da espécie. Mazza, Santos e Mazza (2011) verificaram que a temperatura e comprimento do dia do mês anterior influenciam na emissão de botões florais e na antese das flores, assim como o volume de precipitação no mês da antese interfere nesse evento e consequentemente na ocorrência de frutos imaturos. Segundo Perleberg; Barbieri, Mariot, Silva, See More, Silva e Magalhães (2021), a temperatura e a duração do dia influenciam não só no início, mas também na continuidade da fenologia reprodutiva da *M. ilicifolia*, de modo que a maior produção de botões florais ocorre em baixas temperaturas e a antese das flores ocorre com mais intensidade à medida que a temperatura média se eleva.

Os resultados também sugerem alguma evidência entre o início da fenologia reprodutiva e as variáveis climáticas temperatura média, horas de insolação e precipitação (estiagem). Essa relação fica ainda mais evidente a partir da antecipação da floração em 2020 e na ausência de frutificação em 2019. De acordo com Taiz, Zeiger, Moller e Murphy (2017), as plantas respondem às mudanças do ambiente alterando sua fisiologia ou morfologia para melhorar a sobrevivência e a reprodução. Plantas perenes, como a *M. ilicifolia*, tendem a ajustar seus programas de metabolismo e desenvolvimento visando garantir o armazenamento ideal de recursos alimentares para sobreviverem nos períodos posteriores.



Por outro lado, a floração da espécie em 2018 e 2019 foi sazonal e síncrona às épocas e aos eventos climáticos observados para os períodos, com duração de 3 meses, enquanto em 2020, é possível que o período de floração tenha se estendido por 6 a 7 meses, caracterizando um ciclo atípico para a espécie. Malysz e Zanin (2011), ao estudarem a fenologia reprodutiva em indivíduos adultos de *M. ilicifolia* em regiões próximas, observaram a ocorrência de botões florais e flores em antese em baixa intensidade a partir do mês de março, sugerindo que as plantas podem ter detectado algum estímulo ambiental para entrarem em fenologia reprodutiva.

De acordo com Taiz, Zeiger, Moller e Murphy (2017), o florescimento possui regulação autônoma quando ocorre somente em resposta aos fatores de desenvolvimento internos da planta e independe de fatores ambientais. Porém, a resposta é facultativa quando o florescimento ocorre devido a estímulos ambientais ou também na ausência deles. Os resultados sugerem que a *M. ilicifolia* possui resposta facultativa, pois demonstrou depender de sinais ambientais e autônomos para promover o desenvolvimento reprodutivo.

Em relação à primeira frutificação das plantas, observada em 2018, o uso dos biostimulantes no processo de produção das mudas pode ter favorecido direta/indiretamente na formação dos frutos, uma vez que os bioestimulantes auxiliam no aumento da produtividade de espécies vegetais (STEFFEN; MALDANER; MORAIS; SALDANHA; MISSIO; STEFFEN; OSORIO FILHO, 2019; MARRA; LOMBARDI; D'ERRICO; TROISI; SCALA; VINALE; WOO; BONANOMI; LORITO, 2019).

Na fase reprodutiva de 2019, mesmo com o aumento dos índices de atividade para floração, a maioria das plantas não frutificou. Esse resultado possivelmente foi influenciado pelo volume de chuva acima da média climatológica (INMET, 2019) associado aos ventos mais intensos na região, em outubro (Figura 1), culminando com a abscisão das flores. A influência negativa de fatores abióticos relacionados ao clima sobre as fenofases reprodutivas, principalmente, no início da floração é relatada em outros estudos (SOUZA; FUNCH, 2016; STEENBOCK, 2003).



Em 2020, a frutificação iniciou antes (agosto) para as plantas cultivadas com os dois bioestimulantes em decorrência da antecipação do florescimento. No entanto, independentemente de a floração ter sido observada por um período de tempo maior, a frutificação ocorreu somente até outubro (vermicomposto) e novembro (*Trichoderma* spp.). Isso indica que houve mais de uma emissão de flores durante o ciclo e que parte delas não foi fecundada, pois as flores de outubro não resultaram em frutos nos meses seguintes. A emissão de novas flores após a ocorrência de geadas intensas foi observada em populações naturais de *M. ilicifolia*, resultando em um ciclo efêmero e ausência de frutos (STEENBOCK, 2003).

Houve uma tendência de aumento nos IA de floração das plantas de cada tratamento, para os ensaios com *Trichoderma* spp. e vermicomposto no decorrer dos ciclos reprodutivos. Para a frutificação, essa tendência também foi observada, exceto em 2019, entretanto o aumento nos IA não foi muito expressivo de 2018 para 2020. Isso pode ter ocorrido devido ao grau de perturbação em áreas cultivadas ser mais elevado e refletir na presença de polinizadores (SCHEFFER, 2001). Por isso, os índices de atividade mais baixos para frutificação podem ser resultado da não formação de frutos a partir de flores funcionalmente masculinas ou que o processo de fecundação não é concluído (PERLEBERG; BARBIERI; MARIOT; SILVA; SEE MORE; SILVA; MAGALHÃES, 2021).

Neste estudo, não foi possível analisar o tipo floral de cada indivíduo, visto que até a terceira fase reprodutiva da espécie somente o tratamento controle do insumo *Trichoderma* spp. havia apresentado 100% dos indivíduos em floração (Figura 2a). Dessa forma, faz-se necessário identificar os tipos florais da espécie em estudos posteriores para compreender melhor a dinâmica reprodutiva do cultivo em relação à produção de frutos e sementes, visto que a espécie apresenta flores morfológicamente hermafroditas, mas funcionalmente masculinas ou femininas (MAZZA; SANTOS; MAZZA, 2011; STEENBOCK, 2003; PERLEBERG; BARBIERI; MARIOT; SILVA; SEE MORE; SILVA; MAGALHÃES, 2021).



Tendo em vista os resultados apresentados, sugere-se acompanhar o desempenho reprodutivo das plantas cultivadas e aprofundar os estudos sobre a influência das variáveis ambientais, a fim de que essas informações possam ser utilizadas para auxiliar nas estratégias de cultivo e manejo da espécie e contribuir para minimizar os impactos negativos oriundos do extrativismo predatório.

5 CONCLUSÕES

A primeira fenologia reprodutiva da espécie ocorreu 22 meses após o plantio. O índice de atividade de floração foi mais intenso que o índice de atividade de frutificação no decorrer dos três períodos reprodutivos analisados, mas ainda são incipientes para inferir sobre a ação dos bioestimulantes, tendo em vista a presença de dois tipos florais com características que podem ter influenciado nos resultados encontrados. As variáveis climáticas, como temperatura, insolação e precipitação interferiram nas atividades de floração e frutificação. Para futuros trabalhos, é necessário avaliar a tipologia floral de cada indivíduo cultivado para compreender melhor a dinâmica reprodutiva da espécie na área de estudo e confirmar possíveis efeitos dos bioestimulantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo apoio financeiro ao projeto “Ações sustentáveis para o extrativismo e conservação de espécies florestais nativas do Rio Grande do Sul”. E à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 113, p. 407-427, 2013.



BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS [do] Instituto Nacional de Meteorologia para Ensino e Pesquisa. **BDMET-INMET**, 2021. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>; Acesso em: 24/08/2020

BENCKE, C. S.; MORELLATO, P.C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p.237-248, 2002.

BRASIL - Instrução Normativa n. 2, de 13 de maio de 2014. Publica a Lista de medicamentos fitoterápicos de registro simplificada e a Lista de produtos tradicionais fitoterápicos de registro simplificado. **Diário Oficial da União**. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2014.

BRASIL – Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde, Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Relação Nacional de Medicamentos Essenciais: Renome 2020**. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2020, 217 p.

CARVALHO-OKANO, R. M. **Estudos taxonômicos do gênero Maytenus Mol. emend. Mol. (Celastraceae) do Brasil extra-amazônico**. 1992. 253f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, SP, 1992.

CQFS/SBSC-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC, 2016. 11 ed., 376 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. SANTOS, H. G. (Org.). 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

EMBRAPA. **Sistema de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

GUARINO, E. S. G.; MOLINA, A. R.; BARBIERI, R. L. Distribuição potencial de espinheira-santa (*Monteverdia ilicifolia* e *M. aquifolia*) e sua relação com os bancos ativos de germoplasma da Embrapa (**Boletim de pesquisa e desenvolvimento 328**). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1 ed. 2019. 15 p.

HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.; STRECK, N.A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente: História Natural de Santa Maria**. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Editora Pallotti: n. 38, 2009.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Boletim Agroclimatológico Mensal**, v. 54, n. 4. Brasília: Inmet, 2019.

MALYSZ, M.; ZANIN, E. M. Floração, frutificação e biologia floral em *Maytenus muelleri* Schwake. **Perspectiva**, v. 35, n. 129, p. 45-52, 2011.



MARIOT, M. P.; BARBIERI, R. L. Divergência genética entre acessos de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek e *M. aquifolium* Mart.) com base em caracteres morfológicos e fisiológicos, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 3, p. 243-249, 2010.

MARIOT, M. P. **Recursos genéticos de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* e *M. aquifolium*) no Rio Grande do Sul**. 2005. 131 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 2005.

MARRA, R.; LOMBARDI, N.; D'ERRICO, G.; TROISI, J.; SCALA, G.; VINALE, F.; WOO, S. L.; BONANOMI, G.; LORITO, M. Application of *Trichoderma* strains and metabolites enhances soybean productivity and nutrient content. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 67, p. 1814-1822, 2019.

MAZZA, M. C. M.; SANTOS, J. E.; MAZZA, C. A. S. Fenologia reprodutiva de *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae) na Floresta Nacional de Irati, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 565-574, 2011.

PERLEBERG, T. D.; BARBIERI, R. L.; MARIOT, M. P.; SILVA, T. E. da; SEE MORE, J. M. V.; SILVA, P. da S.; MAGALHÃES, R. de S. C. de. Reproductive biology of espinheira-santa (*Monteverdia ilicifolia*, Celastraceae). **Ciência e Natura**, v. 43, e51, 2021.

REIS, M. S.; SIMINSKI, A. Espécies medicinais nativas da Região Sul do Brasil. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Sul / Brasília: MMA, 2011. 934 p**

ROSMANA, A.; TAUFIK, M.; ASMAN, A.; JAYANTI, N. J.; HAKKAR, A. A.; Dynamic of vascular streak dieback disease incidence on susceptible cacao treated with composted plant residues and *Trichoderma asperellum* in field. **Agronomy**, v. 9, n. 650, p. 1-11, 2019.

SCAGLIA, B.; NUNES, R. R.; REZENDE, M. O. de O.; TAMBONE, F.; ADANI, F. Investigating organic molecules responsible of auxin-like activity of humic acid fraction extracted from vermicompost. **Science of the Total Environment**, v. 562, p. 289-295, 2016.

SCHEFFER, M. C. **Sistema de cruzamento e variação genética entre populações e progênies de espinheira - santa**. 2001. 116 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2001.

SOUZA, I. M.; FUNCH, L. S. Synchronization of leafing and reproductive phenological events in *Hymenaea* L. species (Leguminosae, Caesalpinioideae): the role of photoperiod as the trigger. **Brazilian Journal of Botany**, v.40, n. 1, p. 1-12, 2016.

STEENBOCK, W. **Fundamentos para o manejo de populações naturais de espinheira - santa, *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. (Celastraceae)**. 2003. 145 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.



STEFFEN, G. P. K.; MALDANER, J.; MORAIS, R. M.; SALDANHA, C. W.; MISSIO, E. L.; STEFFEN, R. B.; OSORIO FILHO, B. D. The vermicompost anticipates flowering and increases tomato productivity. **Agrociencia Uruguay**, v. 23, n. 1, p. 1-7, 2019b.

STEFFEN, G. P. K.; MALDANER, J. Methodology for *Trichoderma* sp. multiplication in organic substrates. **International Journal of Current Research**, v. 9, n. 1, p. 44564- 44567, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

VIEIRA, R. F.; SILVA, S. R. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genético de plantas medicinais e aromáticas**: Resultados da 1ª Reunião Técnica. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia / Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) / Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 2002. 184 p.

Contribuição de Autoria

1 Aline Peccatti

Engenheira Florestal, Técnica em Paisagismo, Mestra em Engenharia Agrícola

<https://orcid.org/0000-0001-9453-7658> • aline.peccatti@gmail.com

Contribuição: Metodologia; Pesquisa, Análise de dados; Redação do manuscrito original

2 Ana Paula Moreira Rovedder

Engenheira florestal, Dra. em Ciência do Solo, Professora

<https://orcid.org/0000-0002-2914-5954> • anarovedder@gmail.com

Contribuição: Metodologia; Pesquisa; Escrita – revisão e edição; Supervisão

3 Djoney Procknow

Engenheiro Florestal, Mestre, Doutor em Engenharia Agrícola, Professor

<https://orcid.org/0000-0002-0128-125X> • djoneyprocknow@gmail.com

Contribuição: Metodologia; Escrita – revisão e edição

4 Gerusa Pauli Kist Steffen

Engenheira Agrônoma, Mestre, Doutora em Ciência do Solo, Pós-doutoramento em Bioinsumos para o cultivo de oliveiras

<https://orcid.org/0000-0002-0464-567X> • gerusa-steffen@agricultura.rs.gov.br

Contribuição: Metodologia; Pesquisa; Redação do manuscrito original



5 Cleber Witt Saldanha

Engenheiro Florestal, Mestre, Dr., Pós-Doutorado em Morfogênese in vitro de plantas com ênfase em propagação fotoautotrófica in vitro

<https://orcid.org/0000-0001-6147-6027> • clebersaldanha@yahoo.com.br

Contribuição: Metodologia; Pesquisa; Redação do manuscrito original

6 Amanda Jaenisch Floresta

Engenheira Florestal

<https://orcid.org/0000-0002-1030-6017> • amanda.floresta@hotmail.com

Contribuição: Pesquisa; Metodologia; Redação do manuscrito original

7 Rodrigo Pinto da Silva

Graduando em Engenharia Florestal, Técnico em Meio Ambiente

<https://orcid.org/0000-0002-9966-889X> • silvarp96@gmail.com

Contribuição: Pesquisa; Metodologia; Redação do manuscrito original

8 Patricia Sulzbach

Graduanda em Engenharia Florestal, Técnica em Agropecuária

<https://orcid.org/0000-0002-3838-2441> • patricia_sulzbach@hotmail.com

Contribuição: Pesquisa; Metodologia; Redação do manuscrito original

Como citar este artigo

PECCATTI, A.; ROVEDDER, A. P. M.; PROCKNOW, D.; STEFFEN, G. P. K.; SALDANHA, C. W.; FLORESTA, A. J.; SILVA, R. P.; SULZBACH, P. Aspectos iniciais da fenologia reprodutiva de plantas de *Monteverdia ilicifolia* (Mart. ex. Reissek) Biral cultivadas com bioestimulantes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e68893, p. 1-20, 2023. DOI 10.5902/1980509868893. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509868893>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.