

ADAPTAÇÃO DE UMA ESCALA FENOLÓGICA PARA DESCREVER O
DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS *Cybistax
antisyphilitica* (Mart.) Mart (IPÊ-VERDE) e *Platycyamus regnellii* Benth (PAU-PEREIRA).

Rafael Gonçalves Xavier¹ (IC), Fabrina Bolzan Martins (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá, IRN, Itajubá-MG.

Palavras-chave: BBCH. Fenologia do desenvolvimento. Soma térmica. Temperatura do ar.

Introdução

A fenologia é a área de estudo que analisa a interação do desenvolvimento das plantas com os fatores bióticos e abióticos locais. Em geral, a fenologia responde à temperatura do ar na forma de soma térmica (ANZANELLO; CHRISTO, 2019), sendo considerada a principal variável meteorológica (MARTINS *et al.*, 2022). A soma térmica é utilizada no processo de otimização e redução de riscos climáticos, uma vez que o conhecimento das exigências térmicas das plantas contribui para a previsão do ciclo de desenvolvimento em função dos fatores abióticos (CAVALCANTE *et al.*, 2020).

A escala BBCH (Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie) é utilizada mundialmente para padronizar os estudos fenológicos. Tal escala consiste em um sistema de código decimal uniforme para descrever o ciclo completo de desenvolvimento, com a identificação das fases (e estágios) fenológicos, sendo utilizada para espécies de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas (JACINTO *et al.*, 2022).

Inúmeros estudos foram desenvolvidos com base na escala BBCH para descrever as fases fenológicas de várias espécies, podendo-se citar: pepino (HERRAIZ *et al.*, 2015), avelã (TAGHAVI; RAHEMI; SUAREZ, 2022), manga (DELGADO *et al.*, 2011), feijão comum (CAVALCANTE *et al.*, 2020), gladiolo (SCHWAB *et al.*, 2015) e abacate (ALCARAZ; THORP; HORMAZA, 2013). Entretanto, a maioria dos estudos são realizados para culturas agrícolas e ornamentais, ou para culturas perenes de interesse agrícola, como frutíferas, sendo escassos para espécies florestais nativas, que geralmente possui menor interesse comercial.

A espécie *Platycyamus regnellii* Benth, conhecida popularmente como pau-pereira, tem ciclo perene, é nativa e endêmica do Brasil. Pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), faz parte dos domínios fitogeográficos Mata Atlântica e Cerrado, estando presente no nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil (MOURA, 2020). Distribui-se desde o sul do estado da

Bahia ao sul de São Paulo e Goiás, principalmente na floresta semidecídua de altitude (FERREIRA; COSTA; PASIN, 2015).

A espécie *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. conhecida popularmente como ipê-verde tem ciclo perene, de origem nativa, porém não é uma espécie endêmica do Brasil. Pertencente à família Bignoniaceae, faz parte dos domínios fitogeográficos Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (LOHMANN, 2020).

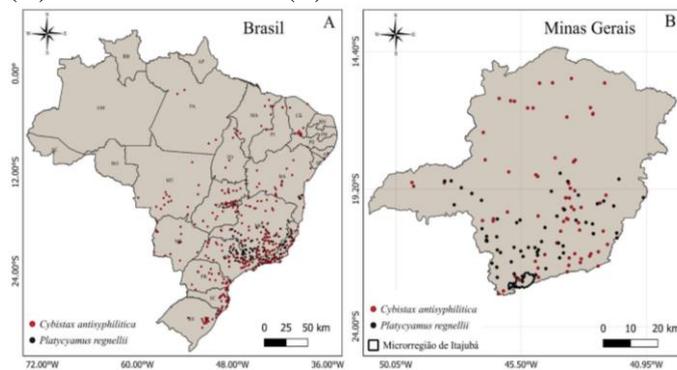
Ambas espécies apresentam ampla potencialidade de estudo, visto que possuem usos múltiplos, são indicadas para recuperação de áreas degradadas e para fins paisagísticos e além de apresentarem elevada adaptabilidade e rápido crescimento. Aliado a isso, e dada a escassez de estudos desta natureza, esta iniciação científica objetivou adaptar a escala BBCH para o desenvolvimento inicial de ambas espécies, assim como quantificar a soma térmica para atingir cada fase da escala BBCH.

Metodologia

Foram utilizados dados de número de folhas acumulado (NFa) provenientes de experimentos conduzidos na área experimental da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) (22°24'46,4"S; 45°26'48,94"W; 850 m de altitude), em Itajubá, Minas Gerais, durante os anos de 2017 e 2018. Itajubá possui clima típico de monção, com duas estações bem definidas: outono/inverno secos (de abril a setembro) e primavera/verão úmido (outubro a março) (ABREU *et al.*, 2022). Ambas espécies se destacam devido a alta distribuição espacial no Brasil (Figura 1).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, organizado em esquema fatorial (2x12), com as duas espécies nativas cultivadas em vasos de 8L, em doze datas de semeadura (DS) instaladas em intervalos de aproximadamente 30 dias em cinco repetições, totalizando 120 repetições.

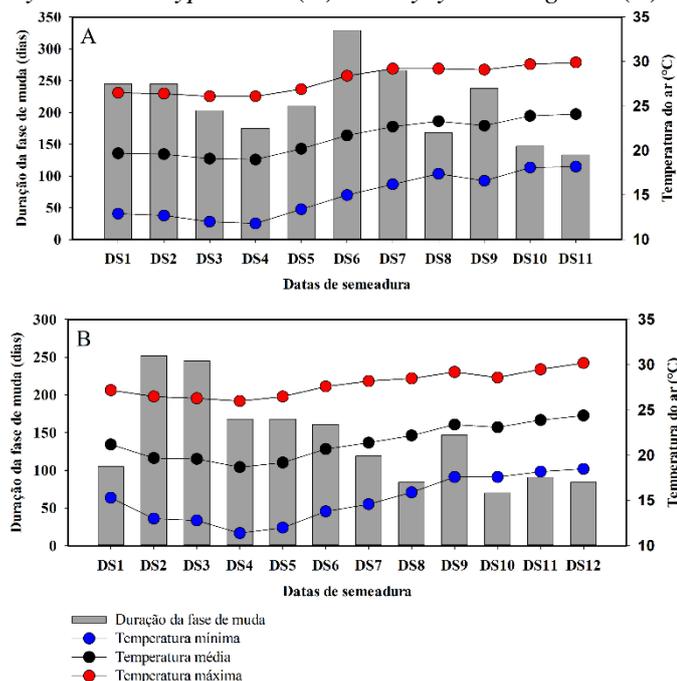
Figura 1 - Distribuição geográfica das espécies no Brasil (A) e em Minas Gerais (B).



Fonte: Autores (2022)

As diferentes DS foram instaladas para que as espécies se desenvolvessem em diferentes condições meteorológicas (Figura 2). Não houve germinação das sementes de *Cybistax antisiphilitica* na 12ª data de semeadura devido a perda de viabilidade das sementes. A data da emergência das espécies foi contabilizada quando 36% das sementes estavam germinadas e visíveis acima do solo e a data de encerramento foi considerada quando *Cybistax antisiphilitica* atingiu NFa = 20 folhas, e *Platycyamus regnellii* atingiu NFa = 10 folhas, que representam o patamar ideal para a comercialização das mudas das duas espécies nativas, e reflete entre 20 a 40 cm de altura, respectivamente.

Figura 2 - Variação da duração da fase de muda, temperatura mínima, média e máxima do ar (°C) para *Cybistax antisiphilitica* (A) e *Platycyamus regnellii* (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base na escala BBCH adaptada por CAVALCANTE *et al.*, (2020), foi desenvolvido um código de dois a três dígitos para classificar o desenvolvimento inicial das duas espécies florestais com base nos dados de NFa, medidos nas 12 DS. O código adaptado para a emergência foi 00-09/10, já os estágios de desenvolvimento foliar foram constituídos por duas cifras (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19) até o limite de 9 NFa e, entre 10 e 20 folhas, utilizou-se três cifras para a codificação (110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120).

Para o cálculo da soma térmica diária (STd, °C dia), o método utilizado foi (STRECK *et al.*, 2011; FAGUNDES *et al.*, 2021):

$$STd = \begin{cases} 0, & Tmed < Tb \text{ ou } Tmed > TB \\ Tmed - Tb \cdot 1 \text{ dia}, & Tb \leq Tmed \leq Tot \\ (Tot - Tb) \cdot \frac{(TB - Tmed)}{(TB - Tot)} \cdot 1 \text{ dia}, & Tot < Tmed \leq TB \end{cases}$$

Em que: Tmed= temperatura média diária do ar (°C), Tb = temperatura basal inferior, Tot = temperatura ótima e TB = temperatura basal superior. As temperaturas cardinais (basal, ótima e superior) de *Cybistax antisiphilitica* foram: Tb = 13°C, Tot = 20°C e TB = 48,4°C e para *P. regnellii*: Tb = 13,7°C, Tot = 21,5°C e TB = 43,4°C.

Para o cálculo da soma térmica acumulada (STa, °C dia), foram somados os valores diários de STd de cada espécie para cada DS.

$$STa = \sum_i^n STd$$

Sendo i = data de emergência e n = data de finalização do desenvolvimento inicial.

Para cada espécie, os valores de STa foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk ($\alpha=0,05$) e posterior análise de variância (ANOVA), seguido da comparação de médias pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). Todos os testes foram realizados no software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

Resultados e discussão

Os estágios de desenvolvimento identificados de acordo com a escala BBCH adaptada para as espécies, bem como a STa estão demonstrados nas tabelas 1 e 2.

O primeiro estágio da *Platycyamus regnellii*, que compreende o período desde a semeadura até a emergência (código 00-09/10), teve um acúmulo térmico de 77,78°C dia (Tab. 1). O desenvolvimento da espécie inicia-se quando os pares de cotilédones são visíveis e a primeira folha (11) está completamente expandida acima do solo. Apesar da amplitude de STa entre cada estágio

(de 00 à 110) ser de 117,39 °C dia, não houve diferença significativa. Isso pode ser justificado, pela diferença de desenvolvimento, dado pelo NFA, e necessidade térmica entre as repetições de cada tratamento.

Tabela 1 - Comparação de médias para a variável STa considerando cada estágio da escala BBCH adaptada para a espécie *Platycyamus regnellii*

<i>Platycyamus regnellii</i>			
Código	Estágio	STa (°C dia)	Desvio Padrão (°C dia)
00 - 09/10	Sem. - Emergência	77,78 a	±23,40
09/10 - 11	Emergência - 1° FV	63,2 a	±59,10
11 - 12	1° FV - 2° FV	60,57 a	±4,90
12 - 13	2° FV - 3° FV	90,55 a	±65,50
13 - 14	3° FV - 4° FV	89,66 a	±50,80
14 - 15	4° FV - 5° FV	51,02 a	±14,20
15 - 16	5° FV - 6° FV	168,41 a	±132,30
16 - 17	6° FV - 7° FV	137,33 a	±76,90
17 - 18	7° FV - 8° FV	105,84 a	±59,40
18 - 19	8° FV - 9° FV	148,93 a	±70,20
19 - 110	9° FV - 10° FV	116,44 a	±51,00

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). FV = folha visível.

Já a *Cybistax antisiphilitica* apresentou pequena diferença entre os valores de STa para cada estágio de desenvolvimento. Nesse sentido, o estágio que necessita menor necessidade térmica, dado pelo menor valor de STa (~82°C dia), é 09/10-12, que representa a emergência até a 2ª folha expandida. E o estágio que necessita maior necessidade térmica é o 16 -18, que precisa de ~225 °C dia para emitir a 6ª, 7ª e 8ª folha na haste principal.

Tabela 2 - Comparação de médias para a variável STa considerando cada estágio da escala BBCH adaptada para a espécie *Cybistax antisiphilitica*.

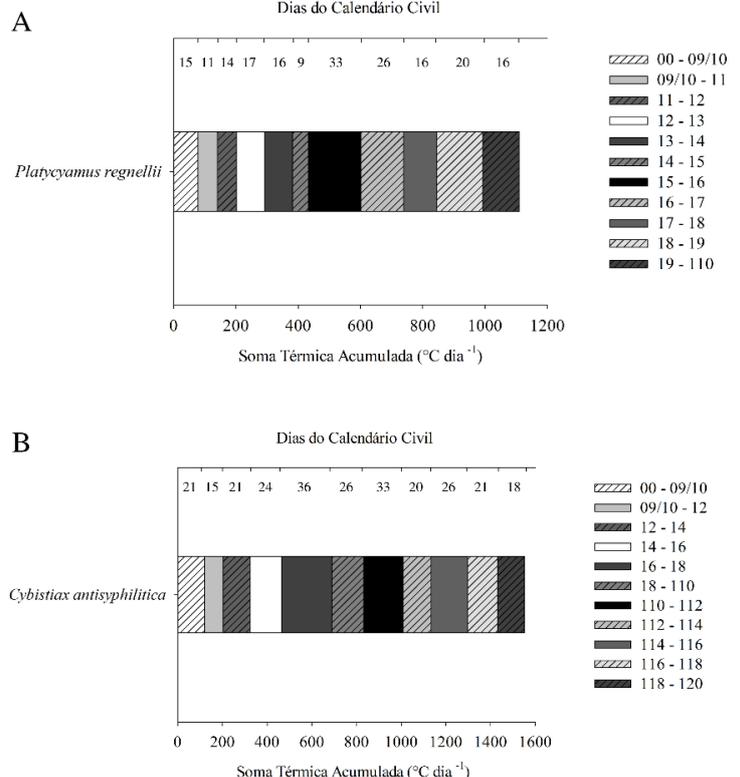
<i>Cybistax antisiphilitica</i>			
Código	Estágio	STa (°C dia)	Desvio Padrão (°C dia)
00 - 09/10	Sem. - Emergência	120,42 ab	±47,60
09/10 - 12	Emergência - 2° FV	82,33 a	±33,30
12 - 14	2° FV - 4° FV	121,52 ab	±40,00
14 - 16	4° FV - 6° FV	140,55 ab	±59,30
16 - 18	6° FV - 8° FV	225,99 b	±76,20
18 - 110	8° FV - 10° FV	140,98 ab	±72,70
110 - 112	10° FV - 12° FV	176,37 ab	±128,90
112 - 114	12° FV - 14° FV	125,61 ab	±114,10
114 - 116	14° FV - 16° FV	164,42 ab	±93,90
116 - 118	16° FV - 18° FV	132,79 ab	±47,00
118 - 120	18° FV - 20° FV	121,09 ab	±72,10

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). FV = folha visível.

De maneira geral, não houve diferença entre a necessidade térmica para a espécie *Platycyamus regnellii* Benth, pois precisou-se, em média, da mesma quantidade de energia, variando de 51,02°C dia a 168,41°C dia. Entretanto, a *Cybistax antisiphilitica* apresentou diferenças. Esse resultado indica que as práticas de manejo a serem realizadas durante o desenvolvimento inicial da *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart devem considerar a necessidade térmica, principalmente entre a sexta e a oitava folha (36 dias do calendário civil), onde o acúmulo térmico é maior, e pode ser mais lento nas épocas mais frias. Os demais estágios os valores de STa não diferem estatisticamente.

Quando se compara as duas espécies, é possível verificar que *Cybistax antisiphilitica* necessita maior acúmulo térmico durante todo o desenvolvimento inicial, com STa de 1552,1 °C dia (Fig. 3B) quando comparada com *Platycyamus regnellii*, com STa de 1109,7 °C dia (Fig. 3A). Porém, quando se analisa os dias do calendário civil, praticamente não há diferença entre a duração (dias) dos estágios de desenvolvimento e entre as duas espécies florestais. Isso demonstra que a STa descreve melhor o desenvolvimento, assim como os estágios, comparado aos dias do calendário civil.

Figura 3 - Soma térmica acumulada (°C dia) e dias do calendário civil (dias) para *Cybistax antisiphilitica* (A) e *Platycyamus regnellii* (B) em cada estágio da escala BBCH.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O acúmulo energético de STa é impactado pelas variações sazonais, uma vez que as variáveis climáticas às quais as espécies são submetidas estão sujeitas a mudanças significativas em cada período do ano. No inverno, quando as temperaturas diminuem abruptamente, espera-se um menor valor de soma térmica diária, pois o acúmulo ocorre de forma mais lenta em decorrência de temperaturas entre a Tb e a Tot serem mais frequentes e, dessa forma, estende-se por mais dias no calendário civil. Em contrapartida, no verão esse acúmulo ocorre de forma mais rápida, pois temperaturas entre a Tot e a TB são mais recorrentes.

A adaptação da escala BBCH, assim como o cômputo da STa nas duas espécies florestais, pode auxiliar no entendimento das necessidades térmicas exigidas por ambas na fase vegetativa, visto que não existia um estudo anterior que descrevesse as exigências da *Platycamus regnellii* e *Cybistiax antisiphilitica*.

A utilização da escala BBCH adaptada para as duas espécies florestais contribui para o conhecimento e identificação das necessidades térmicas requeridas para completar cada estágio de desenvolvimento inicial, e pode auxiliar nas práticas de manejo das mudas nos viveiros florestais.

Conclusões

De acordo com as análises estatísticas realizadas, não houve diferença entre o acúmulo de energia para a espécie *P. regnellii* Benth, sendo que os estágios que mais demandam acúmulo de energia são 15-16. Entretanto, a *C. antisiphilitica* apresentou diferença. O estágio que precisou de menor soma térmica (a) foi 09/10 - 12 e o estágio que precisa de maior soma térmica (b) foi 16-18. Na média, os demais estágios (ab) não diferem do menor e do maior valor de soma térmica.

Agradecimento

Agradeço sobretudo a Deus, a minha orientadora Dra. Profa. Fabrina Bolzan, a Flávia Fernanda Azevedo Fagundes pela ajuda na plotagem da figura 1 e, por fim, ao Programa Institucional de Bolsas PIBIC/CNPq.

Referências

ABREU, Marcel Carvalho *et al.* Transpiration and growth responses by Eucalyptus species to progressive soil drying. **Journal of Forestry Research**, v. 33, p. 1-15, 2022.

ALCARAZ, M. L.; THORP, T. Grant; HORMAZA, J. I. Phenological growth stages of avocado (*Persea americana*)

according to the BBCH scale. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 434-439, 2013.

ANZANELLO, Rafael; DE CHRISTO, Mariane Castanho. Temperatura base inferior, soma térmica e fenologia de cultivares de videira e quiveiro. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 3, p. 313-322, 2019.

CAVALCANTE, Adailza G. *et al.* Thermal sum and phenological descriptions of growth stages of the common bean according to the BBCH scale. **Annals of Applied Biology**, v. 176, n. 3, p. 342-349, 2020.

DELGADO, PM Hernández *et al.* Phenological growth stages of mango (*Mangifera indica* L.) according to the BBCH scale. **Scientia Horticulturae**, v. 130, n. 3, p. 536-540, 2011.

FAGUNDES, Flávia Fernanda Azevedo; DA SILVA REIS, Fernando Yuri; MARTINS, Fabrina Bolzan. A model for predicting the initial development of two native forest species under current and future climates. **Environmental and Experimental Botany**, v. 192, p. 104662, 2021.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, Mábele de Cássia *et al.* Cardinal temperatures and thermal requirements for the initial development of two Brazilian native species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, 2019.

HERRAIZ, F. J. *et al.* Phenological growth stages of pepino (*Solanum muricatum*) according to the BBCH scale. **Scientia Horticulturae**, v. 183, p. 1-7, 2015.

JACINTO, João *et al.* *Corema album* (L.) D. Don Phenological Growth Stages according to Extended BBCH Scale. **International Journal of Fruit Science**, v. 22, n. 1, p. 317-328, 2022.

LOHMANN, **Flora do Brasil**, 2020. *Cybistiax antisiphilitica* (Mart.) Mart, Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114028>> Acesso em: 10 Maio de 2022.

MARTINS, Fabrina Bolzan *et al.* Thermal and photoperiodic requirements of the seedling stage of three tropical forest species. **Journal of Forestry Research**, p. 1-12, 2022.

STRECK, N. A. *et al.* Modeling the development of cultivated rice and weedy red rice. **Transactions of the ASABE**, v. 54, n. 1, p. 371-384, 2011.

TAGHAVI, T.; RAHEMI, A.; SUAREZ, E. Development of a uniform phenology scale (BBCH) in hazelnuts. **Scientia Horticulturae**, v. 296, p. 110837, 2022.