

Brotação, crescimento e desenvolvimento inicial de mudas de confrei

Sprouting, growth and initial development of confrei seedlings

DOI:10.34117/bjdv7n8-298

Recebimento dos originais: 07/07/2021

Aceitação para publicação: 12/08/2021

Larissa Quirino da Silva

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2800-0526>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia
Av. Carlos Chagas Filho, 373 - Sala A1-050 - Cidade Universitária da
Universidade Federal do Rio de Janeiro- Rio de Janeiro - RJ, 21941-902, Brasil
E-mail: larissa.incpai@gmail.com

Cristina Moll Hüther

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0655-5966>

Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a
Saúde Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense
Rua Dr. Mario Vianna, 523, 24241-000, Niterói, RJ, Brasil
E-mail: cristinahuther@gmail.com

Natália Fernandes Rodrigues

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2134-733X>

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Agrícola e
Ambiental Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas
Rua Passo da Pátria, 156, bloco D, sala 236, São Domingos,
Campus Praia Vermelha Niterói, 24210-240 - RJ, Brasil
E-mail: nataliafernandes@id.uff.br

Julia Ramos de Oliveira

ORCID <http://orcid.org/0000-0002-7738-1409>

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Agrícola e
Ambiental Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas
Rua Passo da Pátria, 156, bloco D, sala 236, São Domingos
Campus Praia Vermelha, Niterói, 24210-240 - RJ, Brasil
E-mail: jroliveira@id.uff.br

Bruno Garcia Ferreira

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2156-2988>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia
Av. Carlos Chagas Filho, 373 - Sala A1-050 - Cidade Universitária da
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 21941-902, Brasil
E-mail: bruno.garcia.ferreira@gmail.com

Vitor Francisco Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2166-766X>

Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia

Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense
Dr. Mario Vianna, 523, 24241-000, Niterói, RJ, Brasil
E-mail: vitorferreira@id.uff.br

Ramonn Diego Barros de Almeida

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1286-1313>

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Agrícola e
Ambiental Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas
Rua Passo da Pátria, 156 bloco D, sala 236, São Domingos,
Campus Praia Vermelha, Niterói, 24210-240 - RJ Brasil.
E-mail: ramonnbarros@id.uff.br

Gabrielle Braz Santos Brandão

ORCID <http://orcid.org/0000-0001-5586-7750>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia
Av. Athos da Silveira Ramos, 274 - Sala G-025 - Cidade Universitária da
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 21941-902, Brasil
E-mail: gabiiebr@gmail.com

Thauanna Cruz Rodrigues

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Administração e
Ciências Contábeis

Av. Pasteur, 250 - Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22290-240, Brasil
E-mail: thauanna.cruzrodrigues@gmail.com

Mariana de Oliveira Pereira

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4243-8150>

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Agrícola e
Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas
Rua Passo da Pátria, 156, bloco D, sala 236, São Domingos
Campus Praia Vermelha, Niterói, 24210-240 - RJ, Brasil.
E-mail: marianapereira.agri@gmail.com

Daiane Cecchin

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-1846>

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Agrícola e
Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas
Rua Passo da Pátria, 156, bloco D, sala 236, São Domingos
Campus Praia Vermelha, Niterói, 24210-240 - RJ, Brasil.
E-mail: daianececchin@id.uff.br

Junior Borella

ORCID <http://orcid.org/0000-0002-0745-5759>

Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal do Rio Grande-FURG, 96203-900, Rio Grande, RS, Brasil
E-mail: borellaj@gmail.com

Thelma de Barros Machado

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9449-8695>

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas
Rua Passo da Pátria, 156, bloco D, sala 236, São Domingos
Campus Praia Vermelha, Niterói, 24210-240 - RJ, Brasil
Associated Laboratory for Green Chemistry (LAQV) of the Network of Chemistry and Technology (REQUIMTE)/ LAQV-REQUIMTE – Universidade do Porto,
Porto, Portugal
E-mail: thelma_machado@id.uff.br

Carlos Rodrigues Pereira

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4000-4324>

Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas
Rua Passo da Pátria, 156, bloco D, sala 236, São Domingos
Campus Praia Vermelha, Niterói, 24210-240 - RJ, Brasil
E-mail: crpereira@id.uff.br

RESUMO

O confrei (*Symphytum officinale*) é uma planta medicinal que tem a alantoína como substância marcadora, que é utilizada em pomadas, cremes e cosméticos, como agente de condicionamento da pele, porém pouco se sabe acerca de seu crescimento e desenvolvimento, principalmente em nível inicial do cultivo de mudas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a brotação, o crescimento e o desenvolvimento inicial de mudas de confrei quando cultivados na estação do verão, em Niterói, RJ, em casa de vegetação sob sombreamento de 70%. Para isso, as mudas foram produzidas por estaquia do rizoma e cultivadas por 63 dias após início da brotação (DAB). Foram avaliados: número de brotações, índice de velocidade de brotação (IVB), parâmetros de crescimento (altura, número de folhas e área foliar) e fluorescência da clorofila a. Os resultados demonstram que a espécie apresenta excelente taxa de brotação em um curto período de tempo, iniciando no segundo dia após o plantio e finalizando a brotação dos rizomas após 5 dias, com crescimento e desenvolvimento adequados, entretanto, aos 40 DAB as plantas apresentaram maior dissipação de energia por centro de reação dos fotossistemas (D_{Io}/RC), o que afetou o Índice de Performance (PI total), possivelmente pela falta de nitrogênio e a necessidade de um volume maior de solo para seu cultivo, devido ao seu rápido crescimento inicial. Porém, para seu cultivo inicial, nas condições climáticas de Niterói, RJ e na estação do verão, é indicado sombreamento de 70%, a fim de evitar possíveis fotodanos.

Palavras-chave: *Symphytum officinale* L., intensidade luminosa, área foliar, brotação, crescimento e desenvolvimento inicial de plântulas de confrei.

ABSTRACT

Comfrey (*Symphytum officinale*) is a medicinal plant that has allantoin as a marker, which is used in ointments, creams and cosmetics, as a skin conditioning agent, but little is known about its growth and development, especially at the initial level. of the cultivation of seedlings. Thus, this study aimed to evaluate the budding, growth and initial development of comfrey seedlings when cultivated in the summer season, in Niterói, RJ, in a greenhouse under 70% shading. For this, the seedlings were produced by cutting the rhizome and cultivated for 63 days after sprouting start (DAS). The number of shoots, budding speed index (BIS), growth parameters (height, number of leaves and leaf area)

and chlorophyll a fluorescence were evaluated. The results show that the species has an excellent rate of sprouting in a short period of time, starting on the second day after planting and finishing the sprouting of the rhizomes after 5 days, with adequate growth and development, however, at 40 DAS the plants showed higher energy dissipation per photosystem reaction center (DIo/CR), which affected the Performance Index (total PI), possibly due to the lack of nitrogen and the need for a larger volume of soil for its cultivation, due to its rapid growth initial. However, for its initial cultivation, in the climatic conditions of Niterói, RJ and in the summer season, 70% shading is recommended, in order to avoid possible photodamage.

Key-words: *Symphytum officinale* L., light intensity, leaf area, cutting Budding, growth and initial development of comfrey seedlings.

1 INTRODUÇÃO

Symphytum officinale (Boraginaceae) é uma planta conhecida vulgarmente como confrei, com importância farmacológica devida à capacidade de produção da alantoína, um metabólito do metabolismo secundário, da classe dos compostos nitrogenados, os alcaloides (FERRARI et al., 2012). Alguns estudos têm demonstrado que o confrei possui propriedades cicatrizantes devido à presença da alantoína, que estimula tanto o crescimento de tecidos novos e sadios, atuando como regeneradora (DIAS et al., 2013), quanto à proliferação celular em feridas com cicatrização lenta (ASSONUMA, 2009). Sendo assim, trata-se de uma matéria-prima vegetal com grande potencial farmacológico. Possui porte herbáceo, de clima temperado, originária dos continentes Europeu e Asiático, que foi naturalizada nos Estados Unidos e inserida na América Latina como espécie forrageira (TOLEDO et al., 2004). Assim, *S. officinale* apresenta-se amplamente distribuída ao redor do mundo, sendo cultivada em todas as regiões do Brasil (SIRIO, 2005; LORENZI e MATOS, 2008).

Além de propriedades farmacológicas comprovadas, o confrei possui ainda um grande potencial na medicina popular, já que é utilizado principalmente no tratamento de doenças musculoesqueléticas, devido às suas ações anti-inflamatória, analgésica e anti-exsudativa. O estudo do uso desses recursos vegetais pode oferecer uma opção mais prática e acessível para a produção de medicamentos e, conseqüentemente, sua distribuição, principalmente no sistema público de saúde, no caso de países em desenvolvimento como, por exemplo, o Brasil (SANTOS et al., 2011); bem como de conhecer e se conscientizar a respeito da conservação da nossa flora e criar políticas públicas que a defendam (OLIVEIRA, 2010)

A importância econômica do *S. officinale* provém principalmente de sua porção subterrânea (FERRARI et al., 2012), concentrada no caule do tipo rizoma. O desenvolvimento inicial de suas mudas deve ser adequado, o que é fundamental para um melhor crescimento e desenvolvimento da planta, incluindo sua porção subterrânea. A propagação do confrei é realizada pela divisão de touceiras ou a partir de rizomas com cerca de 5 cm, produzindo as mudas (RAIJ et al., 1996; FERRARI et al., 2012). O plantio pode ser realizado o ano todo, desde que o ambiente de cultivo possua condições satisfatórias, como umidade e temperatura adequada (FERRARI et al., 2012). Adicionalmente, a alteração de fatores ambientais, como a disponibilidade de luz, também pode influenciar no metabolismo destas plantas, o que afeta o crescimento e desenvolvimento de forma adequada (PAVARINI et al., 2012; TAKSHAK; AGRAWAL, 2019),

Para compreender melhor as respostas de uma planta de interesse às variáveis ambientais, é importante realizar estudos que enfoquem o seu metabolismo primário e a luminosidade é um fator que influencia muito o metabolismo vegetal, pois é um dos principais componentes do ambiente físico. A luz age isoladamente ou em conjunto na regulação do desenvolvimento das plantas, intervindo no crescimento, mediante a fotossíntese, e na diferenciação de tecidos, regulando processos importantes durante a morfogênese (CASTRO et al., 2003; TAIZ et al., 2017). Os fotorreceptores são responsáveis por identificar as flutuações de luminosidade no ambiente e acionar as adaptações necessárias (FRASER et al., 2016). Os complexos de reação do cloroplasto, além de outras funções, são encarregados de captar as alterações com relação à quantidade de luz no ambiente (GOMMERS, 2020). Esta percepção pode desencadear modificações na maquinaria fotossintética da planta, que podem tanto favorecer, quanto reduzir o potencial de produção do vegetal, a depender da espécie e suas adaptações (JUVANY et al., 2013).

Pouco se sabe sobre as respostas das plantas de confrei à diferentes condições de cultivo, ainda mais para mudas, já que a maioria dos estudos já realizados com essa espécie são aqueles de fins farmacológicos, como a avaliação dos potenciais efeitos tóxicos, citotóxicos e mutagênicos (DIAS et al., 2013; CAMPOS et al., 2016). Tais estudos farmacológicos, bem como seu uso na medicina popular, demonstram como o confrei pode estar sendo subutilizado, por mero desconhecimento de suas respostas de crescimento em diferentes condições ambientais, na otimização da produção de mudas e sua propagação. O conhecimento das melhores condições ambientais para a propagação

e estabelecimento de mudas de qualidade é importante para subsidiar e otimizar a produção em larga escala da espécie. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a brotação, o crescimento e o desenvolvimento inicial de mudas de confrei quando cultivados na estação do verão, em Niterói, RJ, em casa de vegetação sob sombreamento de 70%.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na estação do verão e as mudas do confrei (*S. officinale*) foram adquiridas em Rosário do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, e cultivadas em casa de vegetação com sombreamento de 70%, desde o plantio das mudas até o encerramento do experimento. O sombreamento foi utilizado por se tratar de uma planta que possui habitat em regiões úmidas e sombreadas, clima temperado (TOLEDO et al., 2004), mas as condições experimentais em que foram realizadas, na estação do verão, na cidade de Niterói, Rio de Janeiro, em que possui clima tropical, do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, referindo-se a clima tropical com inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média anual de 23°C e precipitação média anual de 1.200 mm. O local experimental pertence a Universidade Federal Fluminense (UFF), campus Gragoatá (22°54'00"S; 43°08'00"W), com altitude de 8 m acima do nível do mar.

Para a reprodução, essa foi realizada por propagação das mudas, que se deu por intermédio da utilização de fragmentos do rizoma com 10 cm de comprimento, obtidos de plantas matrizes, com três anos de idade, utilizando a região apical do rizoma. Esse material vegetal foi acondicionado em sacos de polietileno de capacidade de 1 kg, utilizando substrato comercial Terra Vegetal[®], totalizando 30 unidades experimentais e mantidas sob tais condições até os 42 dias após a brotação (DAB), e a partir do 43° dia, foram então transplantadas para vasos plásticos de capacidade de 4 L, mas todas as plantas foram mantidas no mesmo ambiente, com sombreamento de 70%, somente os vasos contendo uma maior capacidade de solo e uma camada base de brita ao fundo do vaso para facilitar a drenagem.

Antes do transplântio das mudas para os vasos maiores, foi realizada análise física e química do solo utilizado, no Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e foi classificado com textura argilosa e seu pH foi corrigido, com o auxílio do Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE, 2013), quatro meses antes do início do experimento.

A fonte de calcário utilizada para a correção continha 24% de CaO, 17,1% de MgO e 41,1%.

No dia do transplante para o vaso de 4 L, também foi aplicado o NPK e ureia, necessários para a correção da quantidade de nutrientes, requeridos pela cultura do congueiro, conforme cálculo realizado de acordo com o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE, 2013). Deste modo, foi necessária a aplicação de: 90 kg ha⁻¹ de Fósforo (P₂O₅); 60 kg ha⁻¹ de Potássio (K₂O); 90 kg ha⁻¹ de Nitrogênio, distribuídos igualmente entre vasos, sendo que cada vaso (unidade experimental) continha uma planta.

Após o fornecimento da adubação, foi aplicada a irrigação para facilitar a incorporação dos nutrientes. Durante o período de condução do experimento, a irrigação foi realizada de modo a manter a capacidade de campo, onde todos os vasos recebiam a mesma quantidade de água. O período do experimento foi de janeiro a março de 2020, com temperatura média do trimestre janeiro – março de 26,23°C.¹

Foram avaliados o número de brotações, índice de velocidade de brotação e parâmetros de crescimento (altura, número de folhas e área foliar). O índice de velocidade de brotação foi calculado pelo somatório do número de rizomas brotados a cada dia (o número total contado em cada amostragem foi subtraído do número total da contagem anterior), dividido pelo número de dias decorridos entre o plantio e data da contagem de brotação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962), adaptada para brotação de estacas, descrita a seguir:

$$IVB = (B_1/N_1) + (B_2/N_2) + (B_3/N_3) + \dots + (B_n/N_n)$$

Onde:

IVB = índice de velocidade de brotação;

B₁, B₂, B₃, ..., B_n = número de brotações computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

N₁, N₂, N₃, ..., N_n = número de dias desde o plantio das estacas à primeira, segunda, terceira e última contagem.

¹ Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/niteroi-1772/#climate-graph>>.

Avaliações da altura (cm), número de folhas (unidade), e a área foliar (cm²) foram realizadas semanalmente, com cinco repetições por análise. A altura foi medida com uma régua graduada, do colo até o ponto mais alto alcançado pelo limbo de uma das folhas eretas (medida realizada sem esticar nenhuma folha) e quando essas começaram a ficar decumbentes, a medida foi realizada até a altura do pecíolo da folha, pois a folha as folhas com crescimento se tornam decumbentes. Já o número de folhas foi obtido por contagem direta nas plantas (unidades). A área foliar (AF) foi estimada pela fórmula $\hat{AF} = \{[(\text{comprimento} \times \text{largura}) \times 0,667] \times 2\}$ (BARROS et al., 1973) sendo $\hat{AF} = 0,76.C.L \times 2$; onde \hat{AF} corresponde a estimativa da área foliar (cm²); C é o comprimento da nervura central (cm) e L é a máxima largura do limbo foliar (cm), com a utilização do retângulo circunscrito à folha, determinado previamente, de acordo com Benincasa (1988), sendo realizada em duas folhas por unidade amostral, em folhas aleatórias, eretas ou não (decumbentes).

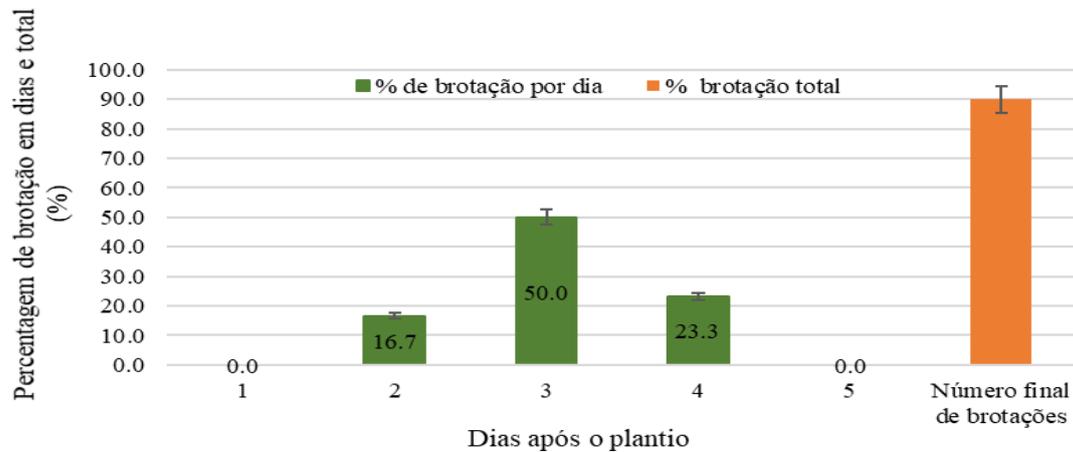
As análises de fluorescência transiente da clorofila *a* foram realizadas em 15 folhas completamente expandidas, pela manhã, não destacadas, previamente adaptadas ao escuro por 30 minutos. Utilizou-se um fluorômetro portátil (Modelo Handy PEA, Hansatech Instruments, King's Lynn, Norfolk, UK) e os parâmetros do Teste JIP foram calculados por meio da metodologia proposta por Strasser e Strasser (1995) e Tsimilli-Michael e Strasser (2008).

Os dados foram submetidos à análise de variância com delineamento inteiramente casualizado ($p \leq 0,05$) sendo utilizado o programa estatístico SISVAR 5.0[®] (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do percentual de brotação no decorrer dos dias (Figura 1), após o plantio dos fragmentos do rizoma, indicou que houve desenvolvimento de mudas em 3 dos 5 dias de análise. O terceiro dia destacou-se com uma parcela de 50% de brotação das 27 unidades amostrais, atingindo um total de 90% ao final de 5 dias. O número exato de mudas que brotaram em cada dia permitiu a obtenção do índice de velocidade de brotação da espécie (9,25), calculado de acordo com a fórmula adaptada de Maguire (1962).

Figura 1: Percentagem de brotação do rizoma por dia e total de mudas de confrei (*Symphytum officinale* L.) em janeiro de 2020 – Niterói, RJ. Barras indicam Erro Padrão.



As plantas apresentaram crescimento homogêneo até a finalização das análises (início da pandemia COVID-19), quando estavam com 63 dias após início da brotação (Figura 2). Esse rápido crescimento das mudas se deve ao método de reprodução assexuada utilizado para a propagação, em que a brotação é mais rápida (BIONDI; LEAL, 2007; SPIER et al., 2007; AZEVEDO; MOURA, 2010; PMRJ, 2021), o que explica intervalo de tempo de dois dias para que as primeiras brotações ocorressem, mas isso também depende da parte do rizoma utilizado para confecção das estacas.

Figura 2: Desenvolvimento de mudas de confrei (*Symphytum officinale*) de janeiro – março de 2020 em Niterói, RJ. (A) brotação no segundo dia após o plantio (B) brotações (C) desenvolvimento até os 42 dias após a brotação (DAB) e (D) após transplante para vasos de 4 litros.

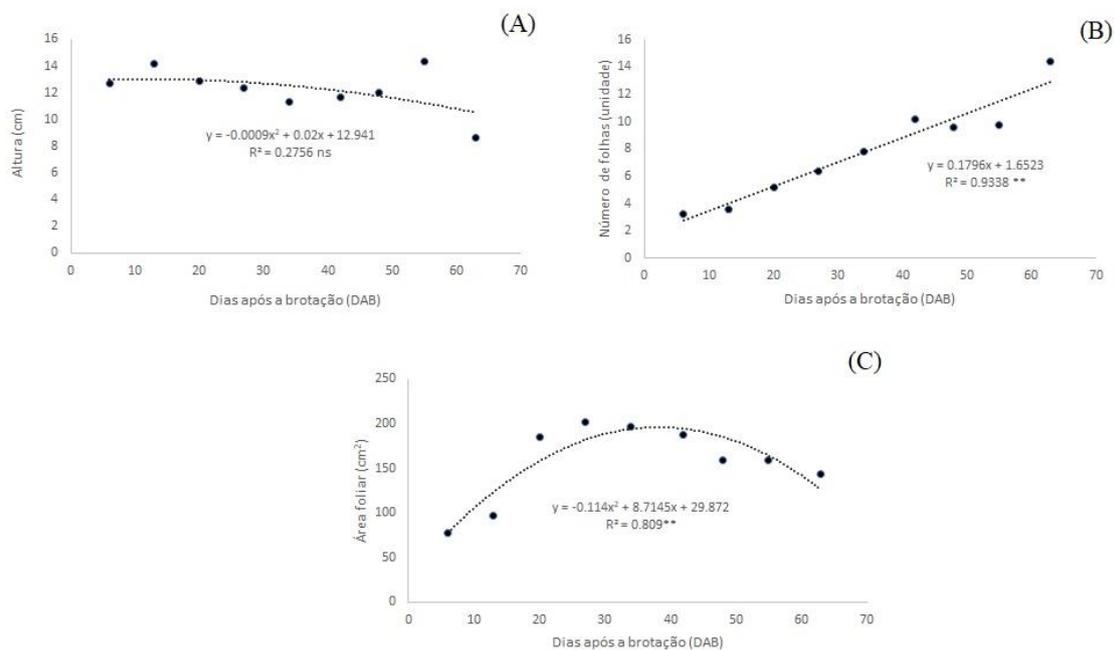


Dependendo da espécie, existe maior número de brotações do rizoma em sua porção apical, em relação às partes mediana e basal, devido ao fato de que as gemas se encontram conectadas a porções menos lignificadas do rizoma e com maior quantidade de reservas energéticas, o que possivelmente contribui para uma promoção da divisão celular mais rápida, culminando no desenvolvimento das primeiras folhas (LOPES et al.,

2003; RODRIGUES, 2007; LUZ et al., 2011). Por este motivo, utilizaram-se as regiões apicais dos rizomas para realização do experimento de brotação dessas mudas.

Para os parâmetros de crescimento das mudas (Figura 3), em relação aos dias de análises, ao logo de seu desenvolvimento, essas demonstraram as seguintes respostas: i. o parâmetro altura alcançou maiores valores na segunda e terceira semanas de análise, e foi decaindo com o passar do tempo, com menor tamanho ao final das análises, aos 63 DAB e o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático (Figura 3A); ii. as médias de número de folhas apresentaram um linha de crescimento ascendente, sendo tempo-dependente, e pela análise de regressão, o modelo que se ajustou melhor foi o linear, apresentando elevada significância (Figura 3B); iii. e a área foliar seguiu uma linha crescente, até que atingiu seu ápice, entre 27 e 34 DAB, após sofreu uma pequena redução, com característica um curva vertical convexa, sendo o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático (Figura 3C).

Figura 3: Regressão dos parâmetros de crescimento de mudas de confrei (*Symphytum officinale*) em relação ao período de análise após a brotação (DAB) para o período de janeiro a março de 2020 – Niterói, RJ. (A) Altura (cm); (B) número de folhas (unidade) e (C) área foliar (cm²). ** significativo ao nível de 0.05% e ns não significativo.



A redução na altura ao final das análises, se deve ao fato como a análise foi realizada, pois essa espécie apresenta até determinada tamanho das folhas uma característica ereta de suas folhas (Figura 4A e B). Com o ganho de biomassa e o aumento da área foliar, ocorre a dobra no pecíolo e o tombamento das folhas, ficando de modo

horizontal em relação ao solo (decumbentes) (Figura 4C e D) e não mais na vertical (ereta), em função da incapacidade do pecíolo de suportar o peso que a folha adquire ao alcançar um aumento gradativo da sua área foliar, até atingir a sua máxima. Dessa forma, a mensuração da altura foi estipulada até a folha mais ereta, quando havia folhas nessa condições (Figura 4A) e após a falta nessas condições foi estabelecido como até a altura máxima onde o pecíolo dobrava, por não ter mais folhas eretas. Suas folhas, com limbo em formato oval ou lanceolado, brotam quase ao nível do solo e não caem, ou seja, se trata de uma planta perene (VAZ e JORGE, 2006).

Figura 4: Desenvolvimento de mudas de confrei (*Symphytum officinale*) de janeiro – março de 2020 em Niterói, RJ. (A) mensuração da altura (B) comprimento da área foliar (C) largura da área foliar e (D) clips para análise de fluorescência da clorofila a.



A partir do dia 20 DAB, se evidenciou que as plantas estavam sob situação de estresse, provavelmente foi decorrente da deficiência de nitrogênio, principalmente devido aos sintomas visuais nas folhas mais velhas (Figura 2C), tendo em vista que, nas folhas, o sintoma típico de deficiência em nitrogênio é a clorose (amarelecimento), acompanhado da senescência precoce das folhas velhas (KERBAUY, 2019). Essa deficiência foi verificada quando as plantas estavam sendo cultivadas na embalagem com menor disponibilidade de solo e ainda não haviam sido transplantadas para o vaso maior, onde posteriormente foi realizada a adubação adequada, neste local anterior não foi realizada adubação. Outro fato que também deve ser levado em consideração em relação ao estresse, é que como o crescimento da parte subterrânea é mais lento, por apresentar rizoma, descartamos estresse por restrição do crescimento das raízes.

O confrei, além de utilizar nitrogênio para as funções normais do seu metabolismo, biossíntese de clorofila, produção de aminoácidos, dentre outros (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000; TAIZ et al., 2017; FAHAD et al., 2019), também requer nitrogênio para biossíntese de sua substância marcadora, a alantoína

(TEIXEIRA; DUARTE, 1985; ASSONUMA, 2009; FERRARI et al., 2012), pois em sua composição há nitrogênio, assim como em plantas de *Dioscorea* spp. (LEBOT et al., 2019). Assim, é importante que níveis adequados de nitrogênio estejam disponíveis, não apenas para evitar que as mudas cheguem a tal nível de estresse, já que isso pode também afetar negativamente a produção de alantóina.

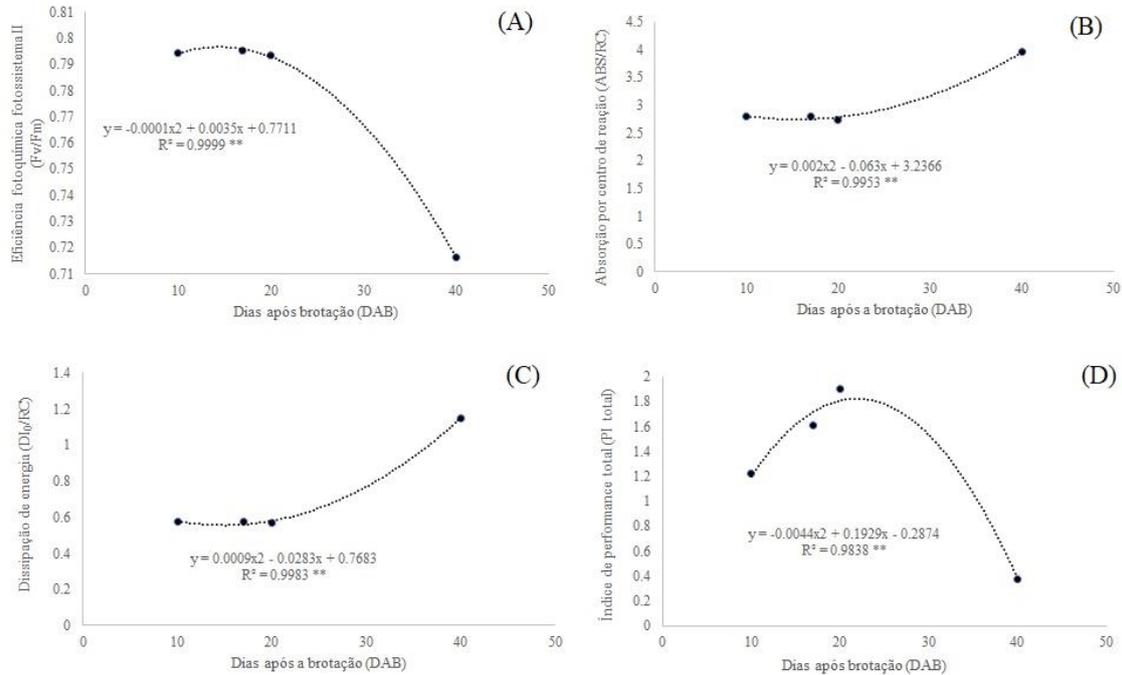
Na falta de nitrogênio, há uma remobilização das folhas mais velhas para as mais novas (TAIZ et al., 2017). Sendo assim, é aconselhável que se utilize vasos maiores para o cultivo desde o início, ou que as mudas sejam transportadas para vasos com capacidade de comportar um maior volume de solo após esse período de 34 DAB ou recebimento de adubação adequada, tendo em vista que o confrei apresenta um incremento de biomassa rápido.

Por ser uma planta medicinal, assim como na produção de outras plantas medicinais, o cultivo do confrei, quando realizado de forma comercial, recomenda-se preferencialmente orgânico, com utilização de adubação orgânica, para posterior comercialização (FERRARI et al., 2012). Deve-se observar, entretanto, que a adubação orgânica, dependendo do processo de mineralização, pode requerer mais dias para a disponibilização dos elementos minerais. Isso se relaciona com a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos (GIACOMINI et al., 2003; TRANI et al., 2013; TAIZ et al., 2017). Assim, recomenda-se que a adubação seja realizada junto com o plantio das mudas, o que não foi realizado neste trabalho, pois o substrato utilizado inicialmente era recomendado para horticultura, e no caso essa espécie demandou de mais nutrientes em um curto intervalo de tempo.

A adubação também pode ser realizada posteriormente, mesmo que haja fornecimento de adubação mineral, tendo em vista o seu rápido crescimento e desenvolvimento, inclusive sendo necessário uma troca de recipiente para cultivo, promovendo também maior zona de absorção e para o desenvolvimento do rizoma, quando se optar cultivar em vaso, tendo em vista ser o rizoma a parte de importância comercial dessa espécie.

A possível deficiência de nitrogênio a partir de certo período de desenvolvimento, também verificado na diminuição do crescimento (Figura 3), vai de acordo com os dados obtidos da análise da fluorescência da clorofila *a* (Figura 5), que manifestaram maiores desordens no metabolismo fotoquímico aos 40 DAB, demonstrando que a espécie já se encontrava em estresse, conforme verificado a tendência, com ajuste quadrático, sendo que para todas as análises houve significância.

Figura 5: Regressão de parâmetros Fluorescência da clorofila *a* em folhas de confei (*Symphytum officinale*) em relação aos dias de desenvolvimento após a brotação dos rizomas, para o período de janeiro a março de 2020 – Niterói, RJ. (A) Fv/Fm = Eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (FSII); (B) ABS/RC = fluxo de absorção por centro de reação do FSII; (C) Dio/RC = Razão de dissipação total de energia de excitação não capturada do total de centro de reação no FSII; (D) PI total = Índice de performance total, conservação de energia dos fótons absorvidos pelo FSII que serão utilizados para a redução do acceptor final de elétrons do FSI. ** significativo ao nível de 0.05% e ns não significativo.



A alteração na atividade fotoquímica pode ser evidenciada inicialmente pelo parâmetro Fv/Fm, que é uma medida da eficiência quântica máxima do fotossistema II (FSII). O Fv/Fm apresentou uma redução aos 40 DAB em relação aos dias anteriores da análise (Figura 5A). Já os os dois parâmetros que descrevem as atividades expressas por centro de reação (RC) (ABS/RC e Dio/RC), representam, respectivamente, ABS/RC (fluxo de absorção por centro de reação do FSII) (Figura 5 B) e Dio/RC (Razão de dissipação total de energia de excitação não capturada do total de centro de reação no FSII) (Figura 5C), demonstraram incremento aos 40DAB, mas a maior absorção ABS/RC também promoveu uma maior dissipação de energia na forma de calor (Dio/RC), energia essa não utilizada para a atividade fotoquímica, o que refletiu em uma queda acentuada no índice de performance total (PI total) (Figura 5D), que mede a performance da cadeia de transporte de elétrons da fotossíntese, até os aceptores finais de elétrons do FSI, interferindo assim na produção de NADPH pela etapa fotoquímica da fotossíntese.

Assim, com base nos resultados obtidos, infere-se que a espécie *S. officinale* L. (Boraginaceae) apresenta uma excelente percentagem de brotação e índice de velocidade de brotação, além de apresentarem um crescimento e desenvolvimento rápido, com

grande produção de número de folhas em um curto período de tempo, pois apresentou notável desenvolvimento em clima quente, possivelmente devido ao sombreamento de 70%, devido as condições climáticas de Niterói, RJ, principalmente na estação do verão, a fim de evitar possíveis fotodanos. Também foi possível verificar que após o 34º dia após a brotação, demonstrou uma maior demanda nutricional, possivelmente pela menor disponibilidade de substrato, sendo necessário realizar o transplante para vaso maior ou o fornecimento de nutrientes minerais, podendo ser realizada também de forma parcelada.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ.

REFERÊNCIAS

ASSONUMA, M. M. Determinação de alantoína e avaliação farmacológica de *Cordia ecalyculata* VELL (chá de bugre). 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara. 2009.

AZEVEDO, C. D.; MOURA, M. A. Cultivo de plantas medicinais: guia prático. Niterói: Programa Rio Rural, 2010. 19 p.

BANKS, J. M. Chlorophyll fluorescence as a tool to identify drought stress in acer genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, Oxford, v. 155, p. 118-127, 2018.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica* L cv. 'Bourbon Amarelo'). *Ceres*, Viçosa, v. 20, n. 107, p. 44-52, 1973.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. 41 p.

BIONDI, D.; LEAL, L. Propagação vegetativa de *Gloxinia sylvatica*. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 300-302, 2007.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CAMPOS, S. C.; SILVA, C. G.; CAMPANA, P. R. V.; ALMEIDA, V. L. Toxicidade de espécies vegetais. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 18, n. 1, supl. 1, p. 373-382, 2016.

CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVARENGA, A. A.; LIMA JÚNIOR, É. de C.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SILVA FILHO, J. L. da; VIEIRA, C. V. Crescimento e anatomia foliar de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) submetidas a diferentes fotoperíodos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1293-1300, 2003.

DIAS, N. S.; SILVA, T. C.; FILHO, G. P. B.; BADREDDINE, J. F.; MATOZINHO, H. H. S.; RESENDE, M. R.; GOMES, F. O. Projeto de pesquisa dos efeitos mutagênicos e citotóxicos do confrei (*Symphytum officinale*) no ciclo celular de *Allium cepa*. *Revista Eletrônica de Farmácia*, Goiânia, v. 10, n. 3, p. 20-29, 2013.

FAHAD, S.; KHAN, F. A.; PANDUPUSPITASARI, N. S.; HUSSAIN, S.; KHAN, I. A.; SAEED, M.; SAUD, S.; HASSAN, S.; ADNAN, M.; AMANULLAH; ARIF, M.; ALAM, M.; ULLAH, H.; HAKEEM, K. R.; ALHARBY, H.; RIAZ, M.; SAMEEULLAH, M.; HAMMAD, H. M.; HUANG, J. Suppressing photorespiration for the improvement in photosynthesis and crop yields: a review on the role of S-allantoin as a nitrogen source. *Journal of Environmental Management*, New York, v. 237, p. 644-651, 2019.

FERRARI, R.; BARBOSA, A. M.; SOUZA ORNELAS, S.; DEL LANO, M. E.; LOPES BARBOSA, A. C. Confrei (*Symphytum officinale*). Aspectos botânicos, fitoquímicos e

terapêuticos. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, Campo Grande*, v. 16, n. 6, p. 227-237, 2012.

FERREIRA, D. F. *Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciência Agrotécnica, Lavras*, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRASER, D. P.; HAYES, S.; FRANKLIN, K. A. Photoreceptor crosstalk in shade avoidance. *Current Opinion in Plant Biology, London*, v. 33, p. 1-7, 2016.

FREIRE, L. R. *Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro*. 1 ed. Brasília: Universidade Rural, 2013. 430 p.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 38, n. 9, p. 1097-1104, 2003.

GOMMERS, C. M. M. Adapting to high light: at a different time and place? *Plant Physiology, Maryland*, v. 182, n. 1, p. 10-11, 2020.

JUVANY, M.; MÜLLER, M.; MUNNÉ-BOSCH, S. Photo-oxidative stress in emerging and senescing leaves: a mirror image? *Journal of Experimental Botany, Oxford*, v. 64, n. 11, p. 3087-3098, 2013.

KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B. da; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. *Bragantia, Campinas*, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.

LE ROUZIC, B. Changes in photosynthetic yield (Fv/Fm) responses of salt-marsh microalgal communities along an osmotic gradient (Mont-Saint-Michel Bay, France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science, New York*, v. 115, p. 326-333, 2012.

LEBOT, V.; FALOYE, B.; OKON, E.; GUEYE, B. Simultaneous quantification of allantoin and steroidal saponins in yam (*Dioscorea* spp.) powders. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, Stuttgart*, v. 13, 2019.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCMANN, C.; KNAPP, M. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio Rfd of leaves with the PAM fluorometer. *Photosynthetica, Olomouc*, v. 43, n. 3, p. 379-393, 2005.

LOPES M. S.; STUMPF E.; CARVALHO F. Efeito do substrato na reprodução assexuada de *Limonium brasiliense* (Boiss.) O. Kuntze. *Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas*, v. 9, n. 4, p. 421-424, 2003.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 2 ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 394 p.

LUZ, J. M. Q.; CARVALHO A. F.; OLIVEIRA M. C. Estaquia de rizomas do carapiá, planta medicinal em extinção. *Horticultura Brasileira, Brasília*, v. 29, n. 2, p. 258-261, 2011.

KERBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan, 2019. 452 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

OLIVEIRA, R. L. C. Etnobotânica e plantas medicinais: estratégias de conservação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campin Grande, v. 10, n. 2, p. 76-82, 2010.

PAVARINI, D. P.; PAVARINI, S. P.; NIEHUES, M.; LOPES, N. P. Exogenous influences on plant secondary metabolite levels. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 176, n. 1-4, p. 5-16, 2012.

PMRJ – PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. Produção de mudas das plantas medicinais. Rio de Janeiro: Prefeitura, 2021. Disponível em <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/130096/DLFE-2312.pdf/1.0>>.

RAIJ, B.; CANATRELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2 ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico 100).

RODRIGUES, V. G. S. *Recomendações técnicas para a propagação de flores tropicais em Rondônia*. Porto Velho: Embrapa Rondônia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2007. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-RO-2010/12226/1/cot328-florestropicais.pdf>>.

RONG-HUA, L.; GUO, P. G.; MICHAEL, B.; STEFANIA, G., SALVATORE, C. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in Barley. *Agricultural Sciences in China*, Beijing, v. 5, n. 10, p. 751757, 2006.

SANTOS, R. L.; GUIMARÃES, G. P.; NOBRE, M. S. C.; PORTELA, A. S. Análise sobre a fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 486-491, 2011.

SIRIO, O. J. Verificação da potencialização do efeito cicatrizante do muco de caracóis do gênero *Achatina* promovida por dieta à base de confrei (*Symphytum officinale*). 2005. 88 f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2005.

SPIER, M.; PRESTES, C. G.; SCHWARZ, S. F.; SOUZA, P. V. D. de. Propagação vegetativa de *Ruscus hypoglossus* L. através de divisão de rizoma. *Ornamental Horticulture*, Campinas, v. 13, p. 1574-1576, 2007.

SUN, Z. R.; ZHU, N. N.; CHENG, L. L.; YANG, C. N. Comparison of photosynthesis and fluorescent parameters between *Dendrobium officinale* and *Dendrobium loddigesii*. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, Augusta, v. 8, n. 8, p. 13163-13170, 2015.

STRASSER, B. J.; STRASSER, R. J. Measuring fast fluorescence transients to address environmental questions: the JIP-test. In: MATHIS, P. (Ed.). *Photosynthesis: from light to biosphere editor*. Vol. V. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. p. 977-980.

STRASSER, R. J.; SRIVASTAVA, A.; TSIMILLI-MICHAEL, M. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples. In: YUNUS, M.; PATHRE, U.; MOHANTY, P. (Ed.). *Probing photosynthesis: mechanisms, regulation and adaptation* London: Taylor & Francis, 2000. p. 445-483.

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

TAKSHAK, S.; AGRAWAL, S. B. Defense potential of secondary metabolites in medicinal plants under UV-B stress. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, Salvador, v. 193, p. 51-88, 2019.

TAN, L.; XU, W.; WANG, J. The feasibility of Fv/Fm on judging nutrient limitation of marine algae through indoor simulation and in situ experiment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, New York, v. 229, n. 106411, 2019.

TEIXEIRA, J. P. F.; DUARTE, F. R. Avaliação do teor de ureídeos em plantas de confrei. *Bragantia*, Campinas, v. 44, n. 1, p. 487-492, 1985.

TOLEDO, A. C. O.; DUARTE, M. R.; NAKASHIMA, T. Caracterização morfo-anatômica das folhas de *Symphytum officinale* L. (Boraginaceae). *Acta Farmaceutica Bonaerense*, Buenos Aires, v. 23, n. 3, p. 359-364, 2004.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. Campinas: IAC, 2013. Disponível em <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/adubacao/ADUBACAO%20ORGANICA%20DE%20HORTALICAS%20E%20FRUTIFERAS.pdf>>.

TSIMILLI-MICHAEL, M.; STRASSER, R. J. In vivo assessment of stress impact on plants' vitality: applications in detecting and evaluating the beneficial role of mycorrhization on host plants. In: VARMA, A. (Ed.). *Mycorrhiza: state of the art, genetics and molecular biology, eco-function, biotechnology, ecophysiology, structure and systematics*. 3 ed. Dordrecht: Springer, 2008. p. 679-703.

ZANANDREA, I.; NASSI, F. L.; TURCHETTO, A. C.; BRAGA, E. J. B.; PETERS, J. A.; BACARIN, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 157-161, 2006.