

Indicação de sombreamento artificial para o cultivo de Carapichea Ipecacuanha de acordo com a atividade fotoquímica

Indication of artificial shading for the cultivation of Carapichea Ipecacuanha according to photochemical activity

DOI:10.34117/bjdv7n6-719

Recebimento dos originais: 30/05/2021

Aceitação para publicação: 30/06/2021

Lilian Thurler Nogueira

Mestrado em Engenharia de Biosistemas. Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói – RJ
E-mail: lilianthurler@id.uff.br

Cristina Moll Hüther

Doutorado em Fisiologia Vegetal. Pós-doutoranda na Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, 24241-000, Niterói, RJ, Brasil.
E-mail: cristinahuther@yahoo.com.br

Luis Willian Pacheco Arge

Doutorado em Agronomia. Pós-doutorando no Programa de Biotecnologia Vegetal e Bioprocessos, Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 21941-901, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: l.willianpacheco@gmail.com

Vitor Francisco Ferreira

Doutorado em Química Orgânica. Professor Titular na Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, 24241-000, Niterói, RJ, Brasil.
E-mail: vitorferreira@id.uff.br

Daiane Cecchin

Doutorado em Engenharia Agrícola. Professora no Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense-UFF, 24210-240, Niterói, RJ, Brasil.
E-mail: daianececchin@id.uff.br

Junior Borella

Doutorado em Fisiologia Vegetal. Professor no 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

Doutorado em Química de Produtos Naturais. Professora na Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, 24241-000, Niterói, RJ, Brasil e Investigadora LAQV-REQUIMTE - Portugal
E-mail: thelma_machado@id.uff.br

Carlos Rodrigues Pereira

Doutorado em Engenharia Agrícola. Professor Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense-UFF, 24210-240, Niterói, RJ, Brasil.
E-mail: crpereira@id.uff.br

RESUMO

A ipecacuanha (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) produz em suas raízes compostos que possuem alto valor econômico para a indústria farmacêutica, a emetina e a cefalina. Com intuito de contornar o processo de extinção que vem ocorrendo com essa espécie, melhores formas de cultivo e reintrodução no habitat natural devem ser encontradas. Para tal, diversos aspectos fisiológicos precisam ser analisados, como por exemplo, a influência da intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento dessa planta. Desta forma, este trabalho avaliou como diferentes níveis de sombreamento podem influenciar na atividade fotoquímica da fotossíntese da ipecacuanha, em diferentes estações do ano. As plantas foram dispostas em três casas de vegetação com diferentes níveis de sombreamento (50, 70 e 90%), sendo considerado o sombreamento de 70% o controle. Foram realizadas análises de fluorescência transiente da clorofila a, de acordo com as estações de 2018 (verão, outono, inverno e primavera). O sombreamento de 90%, para todas as estações do ano, foi o mais adequado para a atividade fotoquímica da fotossíntese. No entanto, o sombreamento de 50% apresentou índice de performance inferior para todas as estações, quando comparados ao controle.

Palavras-Chave: Ipecacuanha, Estresse Luminoso, Fotossíntese, Fluorescência Transiente da Clorofila A.

ABSTRACT

Ipecac (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) produces in its roots compounds that have high economic value for the pharmaceutical industry, such as emetin and cephalin. In order to reverse the process of extinction of the species that has been happening, better ways of cultivation and reintroduction into the natural habitat must be found. For this, several physiological aspects need to be analyzed, such as the influence of light intensity on the growth and development of this plant. Thus, the aim of this study was to evaluate how different levels of shading can influence the photochemical activity of Ipecac photosynthesis, in different seasons. The plants were placed in three greenhouses with different shading levels (50, 70 and 90%), with 70% shading being considered the control. Transient chlorophyll a fluorescence analyzes were performed according to the 2018 seasons (summer, autumn, winter and spring). The 90% shading, for all seasons, was the most suitable for the photochemical activity of photosynthesis. However, the 50% shading had a lower performance index for all seasons when compared to the control.

Keywords: Ipecac, Luminous Stress, Photosynthesis, Transient Fluorescence of Chlorophyll A.

1 INTRODUÇÃO

A diversidade de espécies vegetais conhecida atualmente, permite a constante produção de medicamentos pela indústria farmacêutica a partir de seus compostos. No

Brasil existe uma enorme variedade de plantas que são usadas com essa finalidade, sendo a ipecacuanha (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) uma planta pertencente a esse grupo. Ela é caracterizada por ser perene, de pequeno porte e de sub-bosque, apresentando pouca tolerância à altas intensidades de radiação solar (VIEGAS et al., 2014).

A ipecacuanha está presente nos biomas Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal, principalmente nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, e também em Minas Gerais. Atualmente, ela é caracterizada como espécie vulnerável, devido ao extrativismo na natureza que é a principal forma de obtenção para sua comercialização, além do crescente desmatamento de seu habitat natural (GARCIA et al., 2005; ZAPPI et al., 2013).

Em suas raízes, são produzidos compostos amplamente utilizados pela indústria farmacêutica para o tratamento de diversas enfermidades, como doenças pulmonárias, disenteria, e vermes (LAMEIRA, 2002; AYAZ, 2015; RICARDO et al., 2017). Esses compostos são os metabólitos secundários emetina e cefalina (VIEGAS et al., 2014).

Com intuito de contornar o processo de extinção que vem ocorrendo com essa espécie, melhores formas de cultivo e reintrodução no habitat natural devem ser encontradas. Para tal, diversos aspectos fisiológicos dessa espécie precisam ser analisados, como por exemplo, a influência da intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento dessa planta. Além disso, os sistemas de produção alternativos têm ocupado cada vez mais posição de destaque no cenário agrícola, por conta da abordagem do manejo sustentável, redução dos impactos no sistema solo-planta-atmosfera, além da conscientização social (MESQUITA et al., 2021).

Assim, uma das formas de contribuir para a manutenção dessa espécie em seu habitat natural é o fornecimento de informações sobre o seu manejo e cultivo em ambientes artificiais. Porém, Nas últimas décadas, condições climáticas extremas, tem afetado diretamente o metabolismo das plantas, principalmente a fotossíntese e respiração (REBEIZ, 2014; CHEN et al., 2017; SZYMAŃSKA et al., 2017; DALL'OSTO et al., 2020), afetando o crescimento e desenvolvimento de espécies vegetais.

A radiação solar recebida é captada principalmente pela clorofila, enquanto que os órgãos das plantas também são protegidos do excesso da radiação por carotenoides e antocianinas (KATTENBORN et al., 2019), no entanto, para essa espécie, dependendo da condição de cultivo, a quantidade luminosa pode ser estressante (SANTOS et al., 2020).

Assim, uma das formas de monitoramento de possíveis fatores estressantes causados à planta, mesmo que ainda não apresente sinais visuais, é a análise da fluorescência da clorofila a, pois essa análise combina velocidade e facilidade de medição, com um grande e informativo conjunto de dados sobre as propriedades fisiológicas e fotoquímicas das plantas, onde os parâmetros da fluorescência descrevem a eficiência e desempenho de fotossistemas no aparelho fotossintético (POLLASTRINI et al., 2017; BUSSOTTI et al., 2020; DONG et al., 2020).

Desta forma, este trabalho tem a finalidade de avaliar como diferentes níveis de sombreamento podem influenciar na atividade fotoquímica da fotossíntese da ipecacuanha, em diferentes estações do ano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL VEGETAL E CONDIÇÕES DE CULTIVO

O experimento foi realizado na Universidade Federal Fluminense, Campus Gragoatá, em casas de vegetação pertencentes ao programa Fitoterápico Farmácia Viva, subprojeto “Banco Ativo de Germoplasma de Ipecacuanha”. As estacas de raízes para produção das mudas foram provenientes do horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, do município de Belém, PA (RIBEIRO et al., 2017). Após brotação foram alocadas em vasos de 8 L, contendo solo arenoso, sendo dispostas em três casas de vegetação com diferentes níveis de sombreamento (50, 70 e 90%), permanecendo nesses ambientes por três anos. O sombreamento de 70% foi considerado o controle, por se tratar ao nível mais próximo em que a espécie encontra em seu habitat natural, subosque, na floresta (LAMEIRA, 2002).

2.2 DADOS CLIMATOLÓGICOS

Os dados climatológicos analisados foram provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, estação Rio de Janeiro – Forte de Copacabana, para o período de dezembro de 2017 a dezembro de 2018. Os dados foram disponibilizados para cada dia do período solicitado. Após realizou-se as médias por estação do ano para cada parâmetro de interesse: temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa máxima (%), e a soma da precipitação (mm) no Excel.

2.3 ANÁLISE DA FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA A

A fluorescência transiente OJIP da clorofila a foi realizada utilizando um fluorômetro portátil (Modelo Handy PEA, Hansatech Instruments, King's Lynn, Norfolk, UK), realizadas de acordo com as estações do ano (verão, outono, inverno e primavera), para o ano de 2018 e realizadas nos três sombreamentos (70, 90 e 50%).

As medidas foram realizadas em 20 folhas de cada tratamento, completamente expandidadas, não destacadas e previamente adaptadas ao escuro por 30 minutos para oxidação completa do sistema fotossintético da cadeia de transporte de elétrons. A emissão de fluorescência foi induzida em uma área de 4 mm de diâmetro da folha pela exposição da amostra a um pulso de luz vermelha (pico 650 nm) numa intensidade de cerca de $3.000 \mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$. As intensidades de fluorescência foram medidas entre 50 μs e 1 s. As intensidades de fluorescência determinadas em 50 (F50 μs), 100 (F100 μs), 300 (F300 μs) μs , 2 (F2 ms) e 30 (F30 ms) ms e Fm (fluorescência máxima), foram utilizadas para calcular os parâmetros de Teste JIP (STRASSER e STRASSER, 1995). Foi considerada como fluorescência inicial (F0) a intensidade medida a 50 μs .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Climaticamente a região possui clima Aw, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical com inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média anual de 23°C e precipitação média anual de 1200 mm.

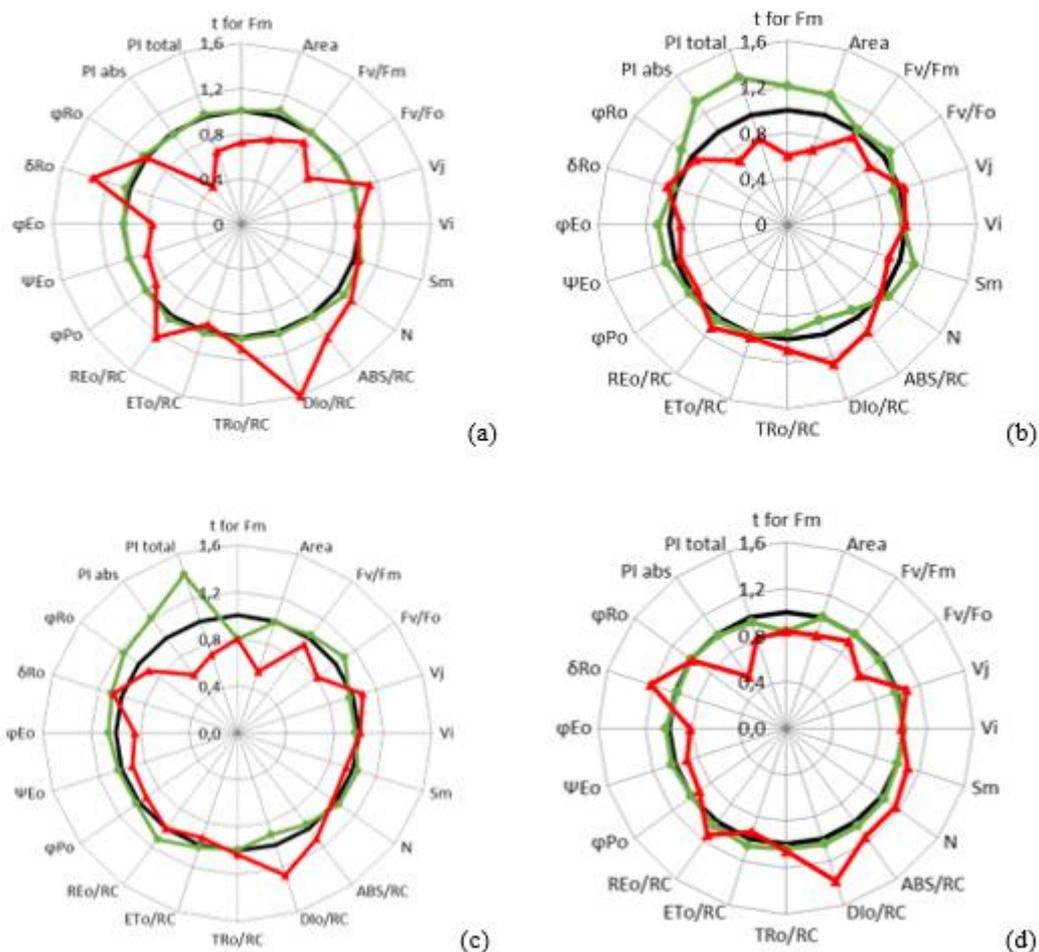
Para o período analisado, em relação as estações do ano, na região em que o experimento foi realizado, mostram que a média da temperatura máxima foi de 24°C e a soma pluviométrica 946,8 mm (Tabela 1), demonstrando que a temperatura se manteve dentro da normalidade, mas em relação a precipitação, foi inferior.

Tabela 1 – Valores médios dos dados climatológicos ao longo do experimento (INMET)

Parâmetros	Estações do ano			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Média Temperatura máxima (°C)	27,15	23,88	22,36	23,94
Média Temperatura mínima (°C)	26	22,92	21,45	22,85
Média Umidade máx. relativa (%)	79,53	80,37	77,89	82,01
Média Radiação (KJ/m ²)	1241,26	1228,77	1780,05	2137,09
Soma Precipitação (mm)	350	214,8	41,4	340,6

Em relação aos dados da análise da fluorescência da clorofila a, para plantas expostas aos três níveis de sombreamento, 50, 70 e 90%, evidenciou-se que a ipecacuanha apresenta diferentes respostas fotoquímicas de acordo com a estação em que se encontra (Figura 1).

Figura 1. Parâmetros do Teste JIP, em relação ao respectivo controle, obtidos a partir da fluorescência transiente OJIP das clorofilas de plantas de ipecacuanha cultivadas em diferentes sombreamentos, nas estações verão (a), outono (b), inverno (c) e primavera (d), do ano de 2018 – Niterói, RJ. Controle (—), nível de sombreamento 50% (-▲-) e 90% (-●-).



As plantas presentes no sombreamento de 50% tiveram respostas muito diferentes em relação ao controle, independentemente da estação do ano, demonstrando não ser um sombreamento artificial indicado para utilizar no seu cultivo, isso para as condições climatológicas do local.

Observou-se que a eficiência máxima do fotossistema II (FSII) (Fv/Fm) e o rendimento quântico efetivo de conversão da energia fotoquímica do FSII, representado pelo parâmetro (Fv/Fo), apresentaram valores inferiores ao controle para todas as

estações. Outro parâmetro muito influenciado pelo sombreamento de 50% foi o DI_o/RC que representa o fluxo de energia dissipada por centro de reação, constatando que grande parte da energia absorvida pela planta estava sendo reemitida na forma de calor, refletindo no parâmetro que demonstra a performance ao longo da cadeia de transporte de elétrons (PI_{total}).

Entretanto, as plantas no sombreamento de 90%, em todas as estações do ano, obtiveram valores próximos ao controle, muitas vezes superior ao controle, conforme pode-se observar nos parâmetros como o PI_{abs} e o PI_{total} , que demonstram, respectivamente, o índice de performance na base de absorção do fotossistema II (FSII) e o índice de performance total, medindo a performance desde os prótons absorvidos pelo FSII até os aceptores de elétrons no fotossistema I (FSI), indicando assim, que esse sombreamento não influenciou no processo fotossintético das plantas de ipecacuanha.

Assim, as plantas no sombreamento de 50% estavam sob estresse luminoso e não estavam realizando o processo fotossintético de forma adequada, principalmente no verão e primavera. O fato de a maior incidência solar ocorrer nesse sombreamento, pode justificar a perda de eficiência e performance inferior das ipecacuanhas que estão alocadas nessa casa de vegetação, tendo em vista que pode ser um excesso de luminosidade para essa espécie.

A intensidade e a temperatura da luz são fatores ambientais primários que afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Alterações em sua intensidade, alcance e duração podem levar a respostas aclimatórias, danos celulares e, finalmente, a morte das plantas. As plantas desenvolveram vários mecanismos de proteção eficientes que permitem sobreviver sob condições desfavoráveis de luz e temperatura. Esses mecanismos estão ligados predominantemente à cadeia fotossintética de transporte de elétrons, ao ciclo xantofila e à via fotorrespiratória (SZYMAŃSKA et al., 2017)

Sombreamento ou o excesso de luminosidade podem promover inúmeros efeitos fisiológicos nos vegetais (LIMA et al., 2008; TAIZ et al., 2017; SANTOS et al., 2020) e consequentemente influenciar no crescimento e desenvolvimento da espécie, conforme já descrito por Ribeiro et al. (2019a), em que área foliar e altura de ipecacuanha são alteradas pelo sombreamento e também crescimento (RIBEIRO et al., 2019b).

Esses resultados em relação a atividade fotoquímica são importantes, pois representam parte do metabolismo primário dessa espécie, porém podem apresentar possíveis interferências no metabolismo secundário e alterar o teor dos alcaloides isoquinolínicos, cefalina e emetina, que essa espécie produz, conforme evidenciado por

Santos et al. (2020), com essa mesma espécie, verificaram que tanto a estação do ano quanto o nível de sombreamento afetam o metabolismo da ipecacuanha, inclusive a produção de emetina e cefalina.

4 CONCLUSÃO

O sombreamento de 90%, para todas as estações do ano, foi o mais adequado para a atividade fotoquímica. No entanto, o sombreamento de 50% apresentou índice de performance total inferior para todas as estações, quando comparados ao sombreamento de 70%, considerado como controle para essa espécie.

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

AYAZ, M.M. Effect of Natural Treatments Ipechahcuana 6 and Spongia 6 on COPD in Human Patients. *J Pulm Respir Med*, v. 5, 298. 2015.

BUSSOTTI, F.; GEROSA, G.; DIGRADO, A.; POLLASTRINI, M. Selection of chlorophyll fluorescence parameters as indicators of photosynthetic efficiency in large scale plant ecological studies. *Ecol Indic*, v. 108, 105686, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105686>

CHEN Y-E.; ZHANG, C-M.; SU, Y-Q.; MA, J.; ZHANG, Z-W.; YUAN, M.; ZHANG, H-Y.; YUAN, S. Responses of photosystem II and antioxidative systems to high light and high temperature co-stress in wheat. *Environ Exp Bot*, n.135, p.45–55, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.12.001>

DALL'OSTO, L. CAZZANIGA, S. ZAPPONE, D. BASSI, R. Monomeric light harvesting complexes enhance excitation energy transfer from LHCII to PSII and control their lateral spacing in thylakoids. *Biochim Biophys Acta*. v. 1861:148035, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2019.06.007>

DONG, Z.; MEN, Y.; LIU, Z.; LI, J.; JI, J. Application of chlorophyll fluorescence imaging technique in analysis and detection of chilling injury of tomato seedlings. *Comput Electron Agric*, v. 168, 105109, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105109>.

GARCIA, R.M.A.; DE OLIVEIRA, L.O.; MOREIRA, M.A.; BARROS, W.S. Variation in emetine and cephaeline contents in roots of wild Ipecac (*Psychotria ipecacuanha*). *Biochem. Syst. Ecol.* v.33, p.233-243, 2004.

KATTENBORN, T.; SCHIEFER, F.; ZARCO-TEJADA, P.; SCHMIDTLEIN, S. Advantages of retrieving pigment content [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] versus concentration [%] from canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, v.230, n.1, 111195, 2019. <http://doi.org/10.1016/j.rse.2019.05.014>

LAMEIRA, O.A. Cultivo da Ipecacuanha [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes]. Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

LIMA, J.D.; SILVA, B.M.S.; MORAES, W.S.; DANTAS, V.A.V.; ALMEIDA, C.C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Acta Amazonica*. v. 38, n.1, p. 5 – 10, 2008.

MESQUITA, A.C.; ROCHA, D.N.S.; BARBOSA, T.C.S.; NOGUEIRA, W.R.S.; ARAÚJO, M.G. crescimento e teor de carboidratos da melancia adubada com biofertilizantes na região semiárida nordestina. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.6, p.54705-54717; jun. 2021, DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-062>

POLLASTRINI, M.; NOGALES, A.G.; BENAVIDES, R.; BONAL, D.; FINER, L.; FOTELLI, M.; GESSLER, A. GROSSIORD, C.; RADOGLU, K.; STRASSER, R.J.; BUSSOTTI, F.; NIINEMETS, U. Tree diversity affects chlorophyll a fluorescence and

other leaf traits of tree species in a boreal forest. *Tree Physiol*, v.37, p.199–208, 2017. <http://doi:10.1093/treephys/tpw132>

REBEIZ, C.A. *Chlorophyll Biosynthesis and Technological Applications*. Springer London. 469 p. 2014. <http://doi:10.1007/978-94-007-7134-5>

RIBEIRO, F.N.S.; HÜTHER, C.M.; CORREIA, D.M.; MACHADO, T.B.; PEREIRA, C.R. Área foliar e altura de ipeca são alteradas pelo sombreamento. *Enciclopédia Biosfera*, v.16, p.254–263, 2019a. http://doi:10.18677/EnciBio_2019A18

RIBEIRO, F.N.S. HÜTHER, C.M.; OLIVEIRA, E.; MORAES, J.B.; MACHADO, T.B.; LAMERA, O.A.; PEREIRA, C.R. Influência de diferentes substratos e níveis de radiação no crescimento de *Carapichea ipecacuanha* (ipecacuanha). *R Cubana Plan Medicinales*, v.24, e764, 2019b.

RIBEIRO, F.N.S. HÜTHER, C.M.; MACHADO, T.B.; LAMERA, O.A.; PEREIRA, C.R. Propagação de ipecacuanha por estacas de raiz em diferentes condições ambientais e substratos. *Enciclopédia Biosfera*, v.14, p.1072-1083, 2017. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2017A86

RICARDO, L.M.; DE PAULA-SOUZA, J.; ANDRADE, A.; BRANDÃO, M.G.L. Plants from the Brazilian Traditional Medicine: species from the books of the Polish physician Piotr Czerniewicz (Pedro Luiz Napoleão Chernoviz, 1812–1881). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 27, n.3, p.388–400, 2017.

SANTOS, C.M.P.P.; HÜTHER, C.M.; BORELLA, J, RIBEIRO, F.N.S.; DUARTE, G.C.A.; CARVALHO, L.F.; OLIVEIRA, E.; LAMEIRA, A.O.; PINHO, C.F.; MACHADO, T.B.; PEREIRA, C.R. Season and shading affect emetine and cephalin production in *Carapichea ipecacuanha* plants. *Plant Biosystems*, p.1–14. 2020. <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1832602>

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*. Montpellier, France, p. 977– 980, 1995. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0173-5_1142

SZYMAŃSKA, R.; ŚLESIAK, I.; ORZECZOWSKA, A.; KRUK, J. Physiological and biochemical responses to high light and temperature stress in plants. *Environ Exp Bot* v.139, p.165–177, 2017. <http://doi:10.1016/j.envexpbot.2017.05.002>

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

VIEGAS, I.J.M.; GALVÃO, J. R.; SILVA JUNIOR, M.L.; MELO, N.C.; OLIVEIRA, M.S. Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiência nutricional em ipeca. *Revista caatinga*, v.27, n.1, 141–147, 2014.

ZAPPI, D.; JARDIM, J. SOUZA, E.B.; DI MAIO, F.R.; BARBOSA, M.R.; VALENTE, A.S.M.; SANTOS, L.A.F.; FILHO, N.P.M. Rubiaceae. In: Jakobsson A (ed) *Livro vermelho da flora do Brasil*, 1st edn. CIP-Brasil, Rio de Janeiro, p. 922- 941, 2013.