

# Morfoanatomia dos sistemas gemíferos de poaia (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) - Rubiaceae

## Morphoanatomy of Shoot-Bud Forming Root Systems of Poaia (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) - Rubiaceae

Maurecilne L. da Silva<sup>1</sup>; Aristéa A. Azevedo<sup>2</sup>; Wagner C. Otoni<sup>3</sup>; Ilio F. de Carvalho<sup>4</sup>; Ana A. Bandini Rossi<sup>5</sup>; Gizelly M. da Silva<sup>6</sup>; Solange I. Castrillon<sup>7</sup>

<sup>1,4,6</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde. Laboratório de Genética/Cultura de Tecidos Vegetais – CPEDA, Universidade do Estado de Mato Grosso - UEMT, Tangará da Serra, MT, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Biologia Vegetal, Laboratório de Anatomia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa-UFV, Viçosa MG, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Biologia Vegetal, Laboratório de Cultura de Tecidos/BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa-UFV, Viçosa, MG, Brasil.

<sup>5</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Biológicas. Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular. Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias. Universidade do Estado de Mato Grosso-UEMT, Alta Floresta, MT – Brasil;

<sup>7</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Biológicas. Laboratório de Ecologia Vegetal, Universidade do Estado de Mato Grosso-UEMT, Cáceres, MT Brasil.

### Resumo

O objetivo do trabalho foi descrever os principais aspectos da reprodução vegetativa e da ontogenia do sistema gemífero de *C. ipecacuanha*. A propagação vegetativa ocorre na época de chuvas entre os meses de novembro a março. Em condições naturais as gemas adventícias são formadas nas raízes interligadas a planta de origem, em regiões caulinares prostradas ou a partir de segmentos radiculares isolados que sofreram injúrias mecânicas. As raízes adventícias dos caules prostrados, quando em estágio secundário de crescimento apresentam estrutura típica, com córtex amplo com sucessivos felogênios de origem a partir de divisões celulares das camadas epidérmicas e subepidérmicas. Na região onde são formadas as raízes adventícias, observam-se felogênios sucessivos e súber localizados internamente ao colênquima e, após a sua emergência são eliminados promovendo descamação de todo caule. Fragmentos radiculares de *C. ipecacuanha* quando cultivados em meio hidropônico em solução de Hoagland e em água destilada, suplementados e não suplementados com 8,9 µM de BA desenvolveram gemas radiculares, sendo produzida uma média de 12,5 gemas por segmento radicular, apresentando diferenças estatísticas entre os tratamentos. As gemas adventícias diferenciam-se em meristemóides com origem a partir do felogênio. O desenvolvimento do meristema apical das brotações radiculares promove o rompimento das camadas da periderme e as gemas com primórdios foliares em diferenciação na superfície da raiz tornam-se visíveis. As gemas localizam-se na região periférica da raiz em crescimento secundário e apresentam desenvolvimento assincrônico em um mesmo segmento radicular.

**Palavras-Chave:** Ipeca; Planta medicinal; Propagação vegetativa; Raiz gemífera.

## Abstract

The aim of the present work was to describe the principal aspects of the vegetative reproduction and ontogeny of the gemmifer system of *C. ipecacuanha*. Vegetative propagation takes place during the rainy season between November and March. Under natural conditions adventitious buds are formed on roots from parental plant, on stem regions or from isolated radicular segments that suffered mechanical injuries. Root-derived adventitious buds during secondary growth stage present typical structure, with wide cortex bearing successive phellogens originated from cell division of epidermal and sub-epidermal layers. On the region where adventitious roots are formed successive phellogens and suber located internally to the collenchyma, and after their emergence are successively peeled-off. Root fragments of *C. ipecacuanha* cultivated in Hoagland hydroponic solution and distilled water, non-supplemented and supplemented with 8.9  $\mu\text{M}$  of BA developed sprouts, with an average of 12.5. Adventitious buds differentiate in meristemoids originated from phellogen. Development of apical meristem of the radicular buds causes the breaking out of the peridermal layers while buds with early leaf under differentiation on root surface become visible. Shoot-buds are located on root periphery region under secondary growth, presenting asynchronous development in the same segment.

**Keywords:** Ipecac; Medicinal plant; Vegetative propagation; Gemmiferous roots.

## Introdução

Apoia, *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson (Rubiaceae) é uma planta medicinal que apresenta distribuição disjunta no Brasil, Colômbia e América Central (Rossi et al., 2008; Oliveira et al., 2010 a, b).

O amplo uso farmacológico de *C. ipecacuanha* está associado à presença dos alcaloides bioativos encontrados em suas raízes (Garcia et al., 2005), sendo os principais a emetina e a cefelina, utilizados no combate a febres e malária (Agra et al., 2008). As raízes da poaia crescem torcidas ramificando-se com o tempo, a parte inferior é carnosa e fibrosa, possui cheiro fraco quando frescas e um sabor amargo e nauseante (Lameira, 2002). Atualmente, encontra-se ameaçada de erosão genética e na lista vermelha de espécie em vias de extinção em consequência da coleta de suas raízes e, pela drástica redução de seu habitat em áreas de subosques de florestas (Oliveira et al., 2010). Os indivíduos crescem em agregados formando reboleiras (Rossi et al., 2008), originadas pelo crescimento vegetativo da planta via raízes gemíferas, estacas caulinares ou pela germinação de suas sementes (Oliveira et al., 2010). O cultivo da espécie é dificultado por seu lento crescimento, pela baixa porcentagem de produção e germinação de sementes e, ainda, pela perda de viabilidade das sementes após estocagem (Oliveira e Martins 1998).

Raízes de algumas plantas superiores têm a capacidade de formar gemas vegetativas em condições naturais, podas drásticas da parte aérea e ou injúrias mecânicas como um mecanismo de adaptação à reprodução vegetativa (Vilhalva e Appezzato-da-Glória, 2006; Hayashi e Appezzato-da-Glória, 2009).

A espécie *C. ipecacuanha* é uma planta que se propaga principalmente de forma vegetativa, sob determinada condição ecofisiológica de umidade e temperatura elevada e não é tolerante a intensa radiação solar (Lameira, 2002).

Geralmente, nos trabalhos com *C. ipecacuanha* é relatada o uso farmacológico e, de acordo com Assis e Giulietto (1999), ainda existem lacunas no que se refere à taxonomia, morfologia e conservação de populações naturais. Estudos anatômicos foram realizados por Gomes e colaboradores (2009) comparando plantas de poaia cultivadas *in vitro* e em cultivo natural e por Garcia e colaboradores, (2005), que caracterizaram através da histoquímica o acúmulo dos alcaloides nas raízes de acordo com a sazonalidade.

Dada à importância e necessidade da continuidade de estudos com a espécie, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar morfo-anatomicamente os caules prostrados e raízes gemíferas de *Carapichea ipecacuanha*, buscando entender o processo de formação e desenvolvimento das gemas radiculares e suas implicações na reprodução vegetativa.

## Material e Métodos

### Local de coleta

Plantas de *Carapichea ipecacuanha* foram coletadas nos meses de fevereiro a março de 2001, em populações naturais no município de Itaperuna, no estado do Rio de Janeiro, localizado a 21°07'S/ 42°06'W e 190 m de altitude. A vegetação é constituída de

fragmentos remanescentes de Mata Atlântica, próximos à área de pastagem, na Fazenda Caeté. Foram coletados fragmentos radiculares e plantas inteiras para o cultivo.

## Propagação vegetativa

Nos meses de janeiro a março foram realizadas observações de campo, referentes à profundidade do sistema radicular subterrâneo, ao tipo de órgão gemífero e ao tipo de distribuição espacial da espécie.

Foram cultivados 100 fragmentos radiculares  $\pm$  10 cm de *C. ipecacuanha* para a propagação vegetativa. Os fragmentos radiculares foram imersos em solução de hipoclorito de sódio comercial a 2,5%, por 30 minutos, e submetidos a quatro enxagues em água destilada e autoclavada. Esse material foi cultivado por 180 dias em meio hidropônico, em bandejas com sistema de arejamento, sendo 25 fragmentos radiculares para cada tratamento. As bandejas foram mantidas em local com cobertura de sombrite (70%), em casa de vegetação. Foram realizados quatro tratamentos utilizando-se: *i.* Água destilada (H<sub>2</sub>O); *ii.* Água destilada com pulso de 24 horas, suplementada com 8,9  $\mu$ M BA/6-Benziladenina (H<sub>2</sub>O + BA); *iii.* Solução de Hoagland (SH); *iv.* SH com pulso de 24 horas, suplementada com 8,9  $\mu$ M BA (SH + BA).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Os dados obtidos foram analisados, quando apropriado, com ajuda do Aplicativo computacional em genética e estatística GENES (Cruz, 2006).

Em casa de vegetação foram cultivadas 70 plantas inteiras por 270 dias em vasos de polietileno (com capacidade de 6 L), contendo uma mistura de solo, esterco e areia na proporção 3:1:1, com irrigação a cada dois dias na obtenção de material vegetativo para os estudos morfo-anatômicos.

O material testemunho foi preparado segundo as normas de herborização e depositado no Herbário VIC, do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa – UFV, sob registro de número 26.678.

## Anatomia dos órgãos vegetativos gemíferos

Foram utilizadas regiões de caule prostrado ao solo com raízes adventícias e estacas de raízes com gemas de *C. ipecacuanha* foi coletada em diferentes

estádios de desenvolvimento para a realização dos estudos anatômicos no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa.

Os órgãos vegetativos gemíferos caule e raízes foram fixados em FAA<sub>50</sub> e submetidos a vácuo, em seguida foram desidratadas em série etílica e incluídas em parafina (Johansen, 1940). Foram obtidos cortes seriados transversais e longitudinais, com 10  $\mu$ m de espessura, utilizando-se micrótomo de rotação LEICA RM 2155. Após a desparafinização, os cortes foram corados com safranina (em solução alcoólica 50%), durante 40 minutos e com azul de Astra, por 10 minutos, e montados em bálsamo do Canadá. Para evidenciar grãos de amido nos fragmentos radiculares foram aplicados testes com Lugol (Johansen, 1940). Cortes a fresco do material também foram obtidos utilizando-se um micrótomo de mesa (Ernst Leitz – Wetzlar LPC, Rolemberg & Bhering). As observações e os registros fotográficos foram realizados em estereoscópico Olympus SZH e microscópio de luz transmitida Olympus AX70.

## Resultados

A espécie *Carapichea ipecacuanha* ocorre em formações do tipo “reboleiras” (FIGURA 1A). As observações realizadas no campo indicam que a espécie apresenta aspecto semidecidual e, de acordo com as condições do ambiente, com a diminuição do regime hídrico, ocorre a perda parcial da parte aérea. Após escavação observou-se que as gemas radiculares subterrâneas estão dispostas horizontalmente e formam caule com regiões sinuosas paralelas à superfície do solo antes de emergir e, quando dispostas verticalmente desenvolvem caules eretos que atingem a superfície do solo (FIGURA 1B). O sistema subterrâneo radicular atinge aproximadamente 20-40 cm de profundidade no solo. A propagação vegetativa de *C. ipecacuanha* ocorre na época de chuvas entre os meses de novembro a março. Em condições naturais as gemas adventícias são formadas nas raízes interligadas à planta de origem, em regiões caulinares prostradas ou a partir de segmentos radiculares isolados que sofreram injúrias mecânicas.

A espécie apresenta distribuição agregada com novas plantas que se desenvolvem próximos à planta-mãe e o sistema subterrâneo, geralmente, encontra-se interligado. A regeneração de *C. ipecacuanha* é principalmente por via vegetativa e a partir das raízes gemíferas (FIGURAS 1C e D) novos indivíduos são produzidos e constituem as reboleiras, onde

se observa o desenvolvimento de ramos caulinares (FIGURA 1E) e as raízes longas ou fragmentos constituem o principal ou único sistema radicular de manutenção e crescimento dos ramos. Geralmente, o sistema caulinar apresenta porções prostradas ao solo, das quais emitem raízes adventícias primárias na região do entrenó (FIGURA 1F) que fixam e nutrem os novos indivíduos.

Na epiderme caulinar foram observados tricomas toectores unisseriados e internamente endoderme com estrias de Caspary evidentes (FIGURA 2E).

Os caules subterrâneos e aéreos, em estágio de desenvolvimento primário, constituem estrutura eustélica típica. No caule formado subterraneamente, de origem a partir de gemas radiculares, destaca-se a presença de grande quantidade de amido localizada na região cortical. A anatomia do caule revelou que em estágio secundário de crescimento este apresenta estrutura típica, com córtex amplo destacando sucessivos felogênios com origem a partir de divisões celulares tanto das camadas epidérmicas quanto das subepidérmicas (FIGURA 2A). Na região onde são formadas as raízes adventícias, observa-se a presença de felogênios sucessivos e de súber localizados internamente ao colênquima (FIGURAS 2B e D). Após a emergência das raízes adventícias, o colênquima e o súber são eliminados promovendo descamação de todo o caule (FIGURA 2C). As raízes adventícias (FIGURA 2F) são tipicamente protostélicas poliarcas com o xilema ocupando a região central do órgão e muito cedo se estabelece o crescimento secundário.

Os segmentos radiculares cultivados em meio hidropônico na solução de Hoagland e com pulso de 8,9  $\mu\text{M}$  de BA, após 60 dias desenvolveram gemas radiculares, sendo produzidas uma média de 12,5 gemas por segmento radicular apresentando diferença estatística entre o tratamento quando cultivado em água. Quando os segmentos radiculares foram cultivados em água produziram média de 8,0 brotações (FIGURA 3). Observa-se que em todos os tratamentos as gemas adventícias distribuíram-se ao longo dos segmentos radiculares (FIGURA 1C). As gemas adventícias radiculares de *C. ipecacuanha* são do tipo reparativas. De acordo com as observações realizadas no campo e no plantio em casa de vegetação, conforme a raiz sofre algum dano mecânico, esta estratégia de reparação induz o desenvolvimento de brotos.

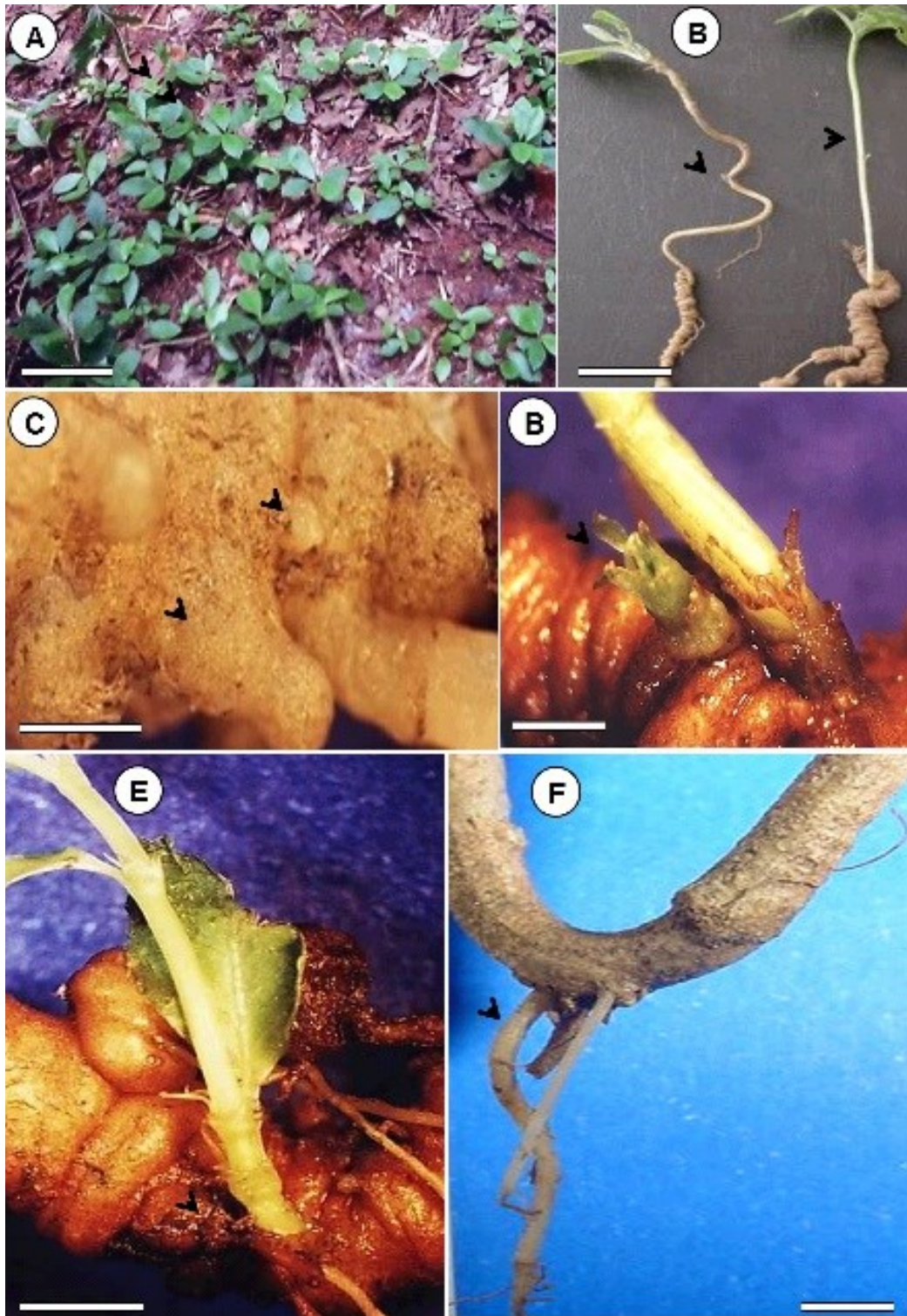
Nos estudos da ontogenia de gemas radiculares identificou-se a sua origem a partir do felogênio

cujas células se dividem nos planos anticlinal e periclinal, formando uma massa homogênea e compacta, denominada de meristemóide (FIGURA 4A), que corresponde ao estágio inicial de diferenciação das gemas. Gemas radiculares em *C. ipecacuanha* desenvolvem-se na região mais periférica da raiz evidenciada na região do felogênio (FIGURAS 4A e B). O desenvolvimento do meristema apical das brotações radiculares promove o rompimento das camadas da periderme e as gemas providas de primórdios foliares em diferenciação na superfície da raiz tornam-se visíveis. As gemas localizam-se na região periférica da raiz em crescimento secundário e apresentam desenvolvimento assíncrono em um mesmo segmento radicular (FIGURA 4B). Com o desenvolvimento dos brotos radiculares observa-se a diferenciação da protoderme, do meristema fundamental e do procâmbio (FIGURA 4C).

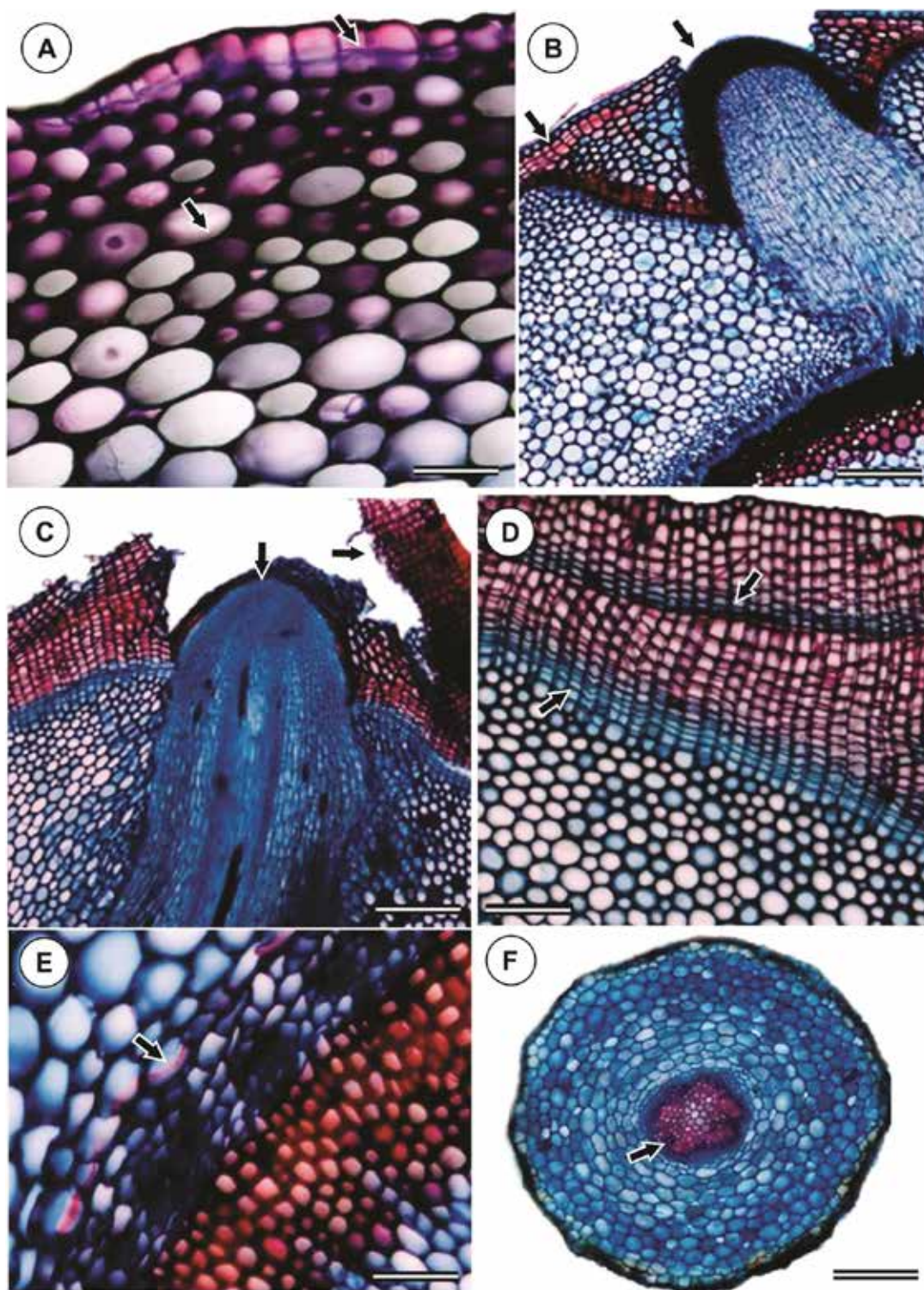
As células do domo apical são isodiamétricas, envoltas por uma camada com padrão de divisão predominantemente anticlinal e foram observados nos primórdios dos brotos coléteres e idioblastos contendo ráfides (FIGURA 4D). As gemas radiculares de *C. ipecacuanha* se desenvolvem em raízes interligadas à planta de origem (FIGURA 4E), ou a partir de fragmentos isolados de raízes (FIGURA 4F). Nos estágios de desenvolvimento mais tardios dos brotos adventícios os primórdios foliares que inicialmente formam as folhas diminutas, incolores e subterrâneas se desenvolvem e, após a sua emissão à superfície do solo, diferenciam-se em folhas clorofiladas. O teste histoquímico realizado nas raízes de *C. ipecacuanha* revelou a presença abundante de amido no parênquima cortical da raiz (FIGURA 4G).

## Discussão

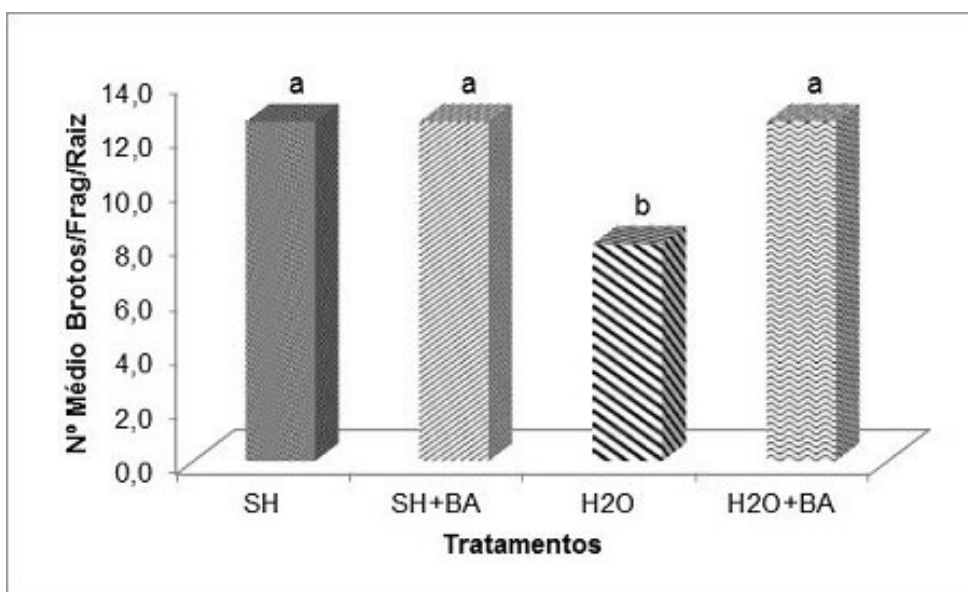
Os sistemas subterrâneos caulinar e radicular de *C. ipecacuanha* aumentam as chances de sobrevivência da espécie às condições adversas do ambiente, por meio do alto potencial gemífero de natureza mista que aumenta o número de indivíduos nas reboleiras. Este mecanismo de propagação vegetativa aparentemente está associado à perpetuação e manutenção de espécies formando populações clonais, conforme observado por Bosela e Ewers (1997), em árvores de *Sassafras albidum*. Ainda que os estudos de raízes gemíferas não sejam tão comuns, trabalhos de Rizzini e Heringer (1966), Castellani e Stubblebine (1993) relataram a sua ocorrência em ambientes de cerrado e floresta tropical.



**Figura 1** - Aspectos da reprodução vegetativa de *C. ipecacuanha*. A – Formação agregada de em forma de reboleira de plantas no campo. (Barra = 15 mm); B - Caules com morfologia sinuosa e ereto dos brotos adventícios radiculares (setas). (Barra= 10 mm); C - Morfologia externa de segmento radicular evidenciando as gemas e brotos adventícios em diferentes estádios de desenvolvimento. As setas indicam gemas e brotos (Barra = 10 mm); D - Brotos adventícios emergidos de segmento radicular (Seta) (Barra = 10 mm); E – Brotos adventícios apresentando raízes adventícias (seta). F - Disposição das raízes adventícias no caule prostrado ao solo indicado pela seta (Barra = 15 mm).



**Figura 2** - Cortes transversais do caule aéreo e de raízes adventícias de *C. ipecacuanha*. A- Epiderme caulinar se dividindo periclinalmente formando o felogênio e região do córtex. (Setas); B- Emergência de raiz adventícia em caule aéreo (Seta), felogênio na região subepidérmica situada na região do colênquima (Seta); C- Eliminação do colênquima (Seta) e de camadas mais externas de súber após emergência da raiz adventícia; D - Formação de sucessivos felogênios no caule (Seta); E - Endoderme com estrias de Caspary (Seta). F - Raiz adventícia protostélica e poliarcas (seta). (Barra = 200  $\mu$ m).



**Figura 3** - Valores médios de produção de brotos adventícios em segmentos radiculares de *C. ipecacuanha*, cultivados em meio hidropônico com sistema de arejamento em diferentes tratamentos em local sombreado por 60 dias. Legenda: SH (Solução de Hoagland); BA (6-Benziladenina).

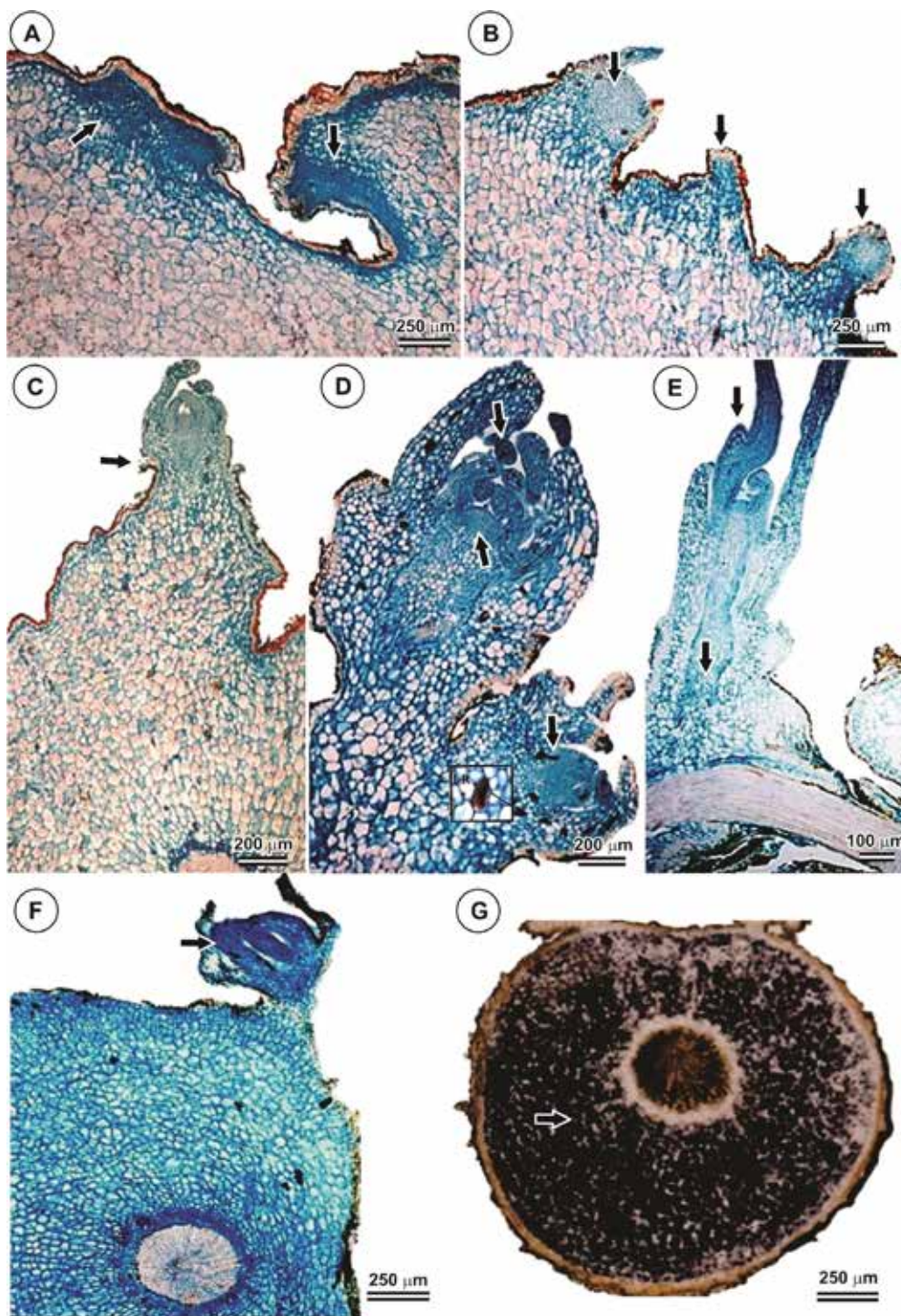
A reprodução vegetativa para a espécie é considerada a mais viável, sendo os fragmentos radiculares os mais indicados para a propagação *in vivo* (Pinto, 1972). A formação de raízes gemíferas está geralmente associada a uma forte perturbação do ambiente, capaz de interferir na reprodução por sementes e estimular a gemação radicular (Rizzini e Heringer, 1966; Jacomassi, Moscheta e Machado, 2007; Hayashi e Appezato-da-Glória, 2009).

No desenvolvimento das gemas radiculares o amido exerce influente papel para o estabelecimento e manutenção das gemas adventícias, mediante disponibilização de suprimento energético principalmente para os primórdios em desenvolvimento. Os compostos de reserva armazenados nas raízes gemíferas tornam-se disponíveis para o processo de iniciação e desenvolvimento de gemas radiculares (Vilhalva e Appezato-da-Glória, 2006). As estacas ( $\pm 10$  cm) sofreram intensa decomposição, assim os brotos foram produzidos nos fragmentes de aproximadamente 5 cm quando cultivadas em solução de Hoagland que disponibilizou macro e micronutrientes, nutrientes básicos para o estabelecimento da planta. As injúrias mecânicas e a perda parcial da parte aérea são mecanismos de indução na formação de gemas adventícias radiculares em meio de cultivo em *C. ipecacuanha*.

A formação de sucessivos felogênios pode relacionar-se com a proteção dos primórdios das raízes adventícias, onde desenvolvem camadas de súber

com posterior descamação. Em alguns casos, o felogênio de um mesmo órgão tem atividade diferenciada quando se compara uma região com outra, resultando em peridermes irregulares e, essa irregularidade geralmente é mais comum em caules. Todavia, nas áreas em que o felogênio é mais ativo, podem ocorrer formações diferenciadas (Mazzoni-Viveiros e Costa, 2003). Hayashi et al. (2001) observaram que a região de iniciação das gemas adventícias em *Machaerium schottiana* e *C. tomentosum* são formadas a partir dos tecidos do periciclo o que difere das brotações radiculares observadas em *C. ipecacuanha* que se desenvolvem a partir das células das camadas do felogênio.

A reprodução de *C. ipecacuanha* é considerada do tipo mista e as raízes gemíferas são fundamentais para a manutenção e propagação desta espécie medicinal que está em vias de extinção. Com base nos estudos anatômicos o felogênio e a sua formação em sucessivas camadas exerce a função de proteção do caule e raiz, além da origem das gemas radiculares, consideradas reparativas. As injúrias mecânicas sofridas pelas partes vegetativas atuam como um estímulo sinal para a gemação a partir do caule e raiz. Estudos morfoanatômicos da reprodução vegetativa são necessários a fim de esclarecer detalhadamente as estratégias de propagação de *C. ipecacuanha*, tendo em vista que a espécie encontra-se em risco de extinção devido ao crescente desmatamento de áreas de florestas e sobosques.



**Figura 4** - Cortes transversais da ontogenia de gemas adventícias radiculares em *C. ipecacuanha*. A - Primórdios das gemas adventícias, na região abaixo do felogênio com a formação de meristemóides (Setas). (Barra = 250 μm); B - Diferentes estádios de desenvolvimento das gemas radiculares (setas). (Barra = 250 μm); C - Emergência de gema adventícia já com os primórdios foliares (seta). (Barra = 200 μm); D - Gema radicular evidenciando os idioblastos com as ráfides, os colêteres e o domo apical (Setas). (Barra = 200 μm); E - Gemas radiculares desenvolvidas em raízes interligadas à planta-mãe evidenciando a conexão com a raiz de origem (Seta). (Barra = 100 μm); F Gema radicular desenvolvida do fragmento isolado de raiz. (Barra = 250 μm); G - Corte da raiz demonstrando a presença de amido em abundância no parênquima cortical. (Barra = 250 μm); IR - Idioblasto com ráfides.



## Referências Bibliográficas

- AGRA, M.F.; SILVA, K.N.; BASÍLIO, I.J.L.D.; FRANÇA, P.F.; BARBOSA-FILHO, J.M. 2008. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 18, p. 472-508.
- ASSIS, M.C.; GIULLIETTI, A.M. 1999. Diferenciação morfológica e anatômica em populações de "ipecaçuana" - *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, p. 205-216.
- BOSELA, M.J.; EWERS, F.W. 1997. The mode of origin of root buds and root sprouts in the clonal tree *Sassafras albidum* (Lauraceae). *American Journal of Botany*, v. 84, p. 1466-1481.
- CASTELLANI, T.T.; STUBBLEBINE, W.H. 1993. Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila, após perturbação por fogo. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 2, p. 181-203.
- CRUZ, C.D. 2006. Programa Genes - *Aplicativo computacional em genética e estatística experimental*. ([www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm)). Acesso em 10/12/2013.
- GARCIA, R.M.A.; OLIVEIRA, L.O.; MOREIRA, M.A.; BARROS, W.C. 2005. Variation in emetine and cephaeline contents in roots of wild ipecaçuana (*Psychotria ipecacuanha*). *Biochemical and Systematics Ecology*, v. 33, p. 233-243.
- GOMES, R.S.D.L.; OLIVEIRA, V.D.C.; RIBEIRO, R.L. JÁCOME, P.; PINTO, J.E.B.P. LAMEIRA, O.A.; BARROS, A.M.D. 2009. Estudo morfoanatômico comparativo entre a poaia (*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes - Rubiaceae) obtida da região Amazônica (*habitat* original) e proveniente de processo biotecnológico submetida a diferentes tratamentos de interceptação da radiação solar. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 19, p. 276-283.
- HAYASHI, A.H.; PENHA, A.S. RODRIGUES, R.R.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. 2001. Anatomical studies of shoot bud-forming roots of Brazilian tree species. *Australian Journal of Botany*, v.49, p.1-7.
- HAYASHI, A.H.; Appezato-da-Glória, B. 2009. Resprouting from roots in four Brazilian tree species. *International Journal of Tropical Biology*, v. 57, p. 789-800.
- JACOMASSI, E.; MOSCHETA, I.S.; MACHADO, S.R. 2007. Morfoanatomia e histoquímica de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). *Acta Botanica Brasílica*, v. 21, p. 575-597.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. New York: Mc. Graw Hill Book, 523 p.
- LAMEIRA, O.A. 2002. Cultivo da Ipecaçuana [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes]. EMBRAPA, *Circular técnica*, v.28, p. 1-4.
- MAZZONI-VIVEIROS, S.C.; COSTA, C.G. 2003. PERIDERME. In *Anatomia Vegetal* APPEZZATO-DA-GLÓRIA B. e CARMELLO-GUERREIRO, S.M., (orgs.), p.237-263, Editora/UFV, Viçosa, Minas Gerais.
- OLIVEIRA, L.O.; MARTINS, E.R. 1998. *O desafio das plantas medicinais brasileiras: I- o caso da poaia (Cephaelis ipecacuanha)*. UENF: FENORTE, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 73 p.
- OLIVEIRA, L. O.; VENTURINI, B.A.; ROSSI, A.A.B.; HASTENREITER S.S. 2010. Clonal diversity and conservation genetics of the medicinal plant *Carapichea ipecacuanha* (Rubiaceae). *Genetics and Molecular Biology*, v. 33, p. 86-93.
- OLIVEIRA, L.O.; ROSSI, A.A.B.; MARTINS, E.R.; BATISTA, F.R.C.; SILVA, R.S. 2010b. Molecular phylogeography of *Carapichea ipecacuanha*, an amphitropical shrub that occurs in the understory of both semideciduous and evergreen forests. *Molecular Ecology*, v. 19, p. 1410-1422.
- PINTO, C.M.D. 1972. *A Ipecaçuana*. In: Simpósio Internacional sobre as plantas de interesse econômico de La Flora Amazônica IICA. Belém, p. 109-119.
- RIZZINI, C.T.; HERINGER, E.P. 1966. Estudo sobre os sistemas subterrâneos difusos de plantas campestres. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 38, p. 85-112.
- ROSSI, A.A.B.; CLARINDO, W.R.; CARVALHO, C.R.; OLIVEIRA, L.O. 2008. Karyotype and nuclear DNA content of *Psychotria ipecacuanha*: a medicinal species. *Cytologia*, v. 73, p. 53-60.
- VILHALVA, D.A.A.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. 2006. Morfo-anatomia do sistema subterrâneo de *Calea verticillata* (Klatt) Pruski e *Isostigma megapotamicum* (Spreng.). Sherff - Asteraceae. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, p. 39-47.