



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS - PPGCF

RAPHAEL LOBATO PRADO NEVES

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS EM
ACESSOS DE *Psychotria ipecacuanha* (BROTERO) STOKES, RUBIACEAE.**

BELÉM
2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS - PPGCF

RAPHAEL LOBATO PRADO NEVES

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS EM
ACESSOS DE *Psychotria ipecacuanha* (BROTERO) STOKES, RUBIACEAE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais: área de concentração em Sistemas Agroflorestais, para obtenção do título de Mestre.
Orientador: Dr. Osmar Alves Lameira.

BELÉM

2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS - PPGCF

RAPHAEL LOBATO PRADO NEVES

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS EM
ACESSOS DE *Psychotria ipecacuanha* (BROTERO) STOKES, RUBIACEAE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em fevereiro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Pesquisador Dr. Osmar Alves Lameira – Orientador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Pesquisadora Dra. Maria do Socorro Padilha de Oliveira – 1º Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Pesquisadora Dra. Fernanda Ilkiu Borges de Souza – 2º Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Professora Dra. Lucila Elizabeth Fragoso Monfort – 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Dra. Iracema Maria Castro Coimbra Cordeiro – 4º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi realizado graças à colaboração direta ou indireta de muitas pessoas e instituições. Assim, manifesto minha gratidão a todos e em particular:

Ao meu orientador Dr. Osmar Alves Lameira por compartilhar seus conhecimentos e por todas as lições de serenidade, generosidade e, principalmente, por me inspirar cientificamente nestes três anos de convivência. Agradeço a oportunidade de conviver todos estes anos com o senhor e desfrutar de seus ensinamentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, do Instituto Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia pela oportunidade do aprendizado.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

A EMBRAPA por ter viabilizado grande parte deste trabalho.

A Dra. Maria do Socorro Padilha de Oliveira pelos ensinamentos e colaboração para execução desta pesquisa.

Aos colegas Rafael Marlon Alves de Assis, Fernanda Naiara Santos Ribeiro e Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal pela colaboração e apoio no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental.

Ao amigo e colega de curso Ruy Guilherme Correia pelo incentivo, aprendizado e apoio em muitos momentos desta pesquisa e outros.

A amiga e colega, desde a graduação, Ana Paula Ribeiro Medeiros pela cumplicidade e incentivo ao longo do curso.

A Dra. Giselle Maria Rachid Viana pelos ensinamentos, dedicação, apoio e incentivo para a elaboração deste e de outros trabalhos.

Aos membros da banca por todas as considerações e auxílio para este trabalho. Dra. Fernanda Ilkiu Borges de Souza, Dra. Lucila Elizabeth Fragoso Monfort e Dra. Iracema Maria Castro Coimbra Cordeiro.

A minha mãe Regina de Nazaré Lobato Neves, meus padrinhos Waded Rachid Viana e Luis Viana Filho, e toda minha família por todo o amor e paciência dedicados ao longo dessa jornada.

A Geândria Silva, por ter sido fundamental em todos os momentos, sempre me incentivando e me tratando com muita dedicação e carinho.

Aos meus queridos amigos Renan Serique, Jonas Carneiro, Gabriel Sá e Renata França pela amizade e por estarem sempre presentes nos momentos mais importantes de minha vida.

Aos meus colegas de curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, Luiz Dionisio, Fábio Leão, Mariana de Oliveira, Stephane Aguiã, Roseane Siqueira e Marcelo de Oliveira, por fazerem parte dessa jornada na reta final do curso, me incentivando, auxiliando e pela cumplicidade em todos os momentos.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram na realização desta pesquisa.

A todos, minha eterna gratidão.

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, Mestre maior, que enche nosso caminho de luz para que estejamos sempre preparados para receber novas conquistas.

Aos meus pais, José Prado Neves (*in memoriam*) e Regina de Nazaré Lobato Neves por todo amor incondicional, dedicação, educação e ensinamentos transmitidos em todos os momentos de nossa convivência.

Aos meus padrinhos, Luís Viana Filho e Waded Rachid Viana, minha eterna gratidão por terem me proporcionado um alicerce sólido com suas lições de caráter, educação, paciência e, principalmente, amor.

Ao meu irmão José Prado Neves Junior que fez e sempre fará parte das minhas conquistas.

As filhas dos meus padrinhos, que, carinhosamente, chamo de irmãs, Danielle e Giselle Rachid, por toda paciência e ensinamentos no âmbito educacional e pessoal.

EPÍGRAFE

"A mente que se abre a uma nova idéia
jamais volta ao seu tamanho original."

(Albert Einstein)

"Não me envergonho de mudar de idéia
porque não me envergonho de pensar..."

(Blaise Pascal)

RESUMO

A espécie *Psychotria ipecacuanha* (Brotero) Stokes, Rubiaceae, conhecida popularmente como ipeca, ipecacuanha ou poaia, encontra-se ameaçada de erosão genética e em vias de extinção. O objetivo deste estudo foi o de avaliar acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de *Psychotria ipecacuanha*, além de identificar descritores morfológicos para a espécie. Foram avaliados 17 acessos de *Psychotria ipecacuanha*, *in vivo*, através de 19 caracteres morfológicos, utilizando a parte aérea da planta. A seleção dos descritores foi realizada através da análise de componentes principais. Os acessos de *Psychotria ipecacuanha* possuem variações morfológicas. Através da análise multivariada de dissimilaridade, pôde-se destacar os acessos 602x819 como os mais dissimilares e 836x837 como os menos dissimilares. Foi identificado a contribuição relativa dos caracteres utilizados neste estudo, os que mais contribuíram foram os caracteres “Altura da planta” e “Altura da primeira ramificação”, com porcentagens aproximadas de 44% e 35% respectivamente. Os caracteres que menos contribuíram foram “Comprimento do pecíolo” com 0,08% e “Base foliar” com 1,86%. Este estudo caracterizou e avaliou a variabilidade morfológica dos acessos de *Psychotria ipecacuanha*, identificou e agrupou os descritores com menor e maior contribuição. Estas informações são inéditas para a espécie e servirão de base para a seleção de indivíduos de interesse dos programas de melhoramento, além de fornecer informações fundamentais que facilitarão a identificação de espécimes em ecossistemas nativos ou plantados.

Palavras-Chave: Análise de componentes principais. Plantas medicinais. Rubiaceae.

ABSTRACT

The specie *Psychotria ipecacuanha* (Brotero) Stokes, Rubiaceae, popularly known as ipeca, ipecacuanha or poaia, is threatened by genetic erosion and endangered. The aim of this study was evaluate accessions of the Active Germplasm Bank of *Psychotria ipecacuanha*, and identify morphological descriptors for the specie. Were evaluated 17 *Psychotria ipecacuanha* accessions, *in vivo*, through 19 morphological characters, using the aerial parts of the plant. The selection of descriptors was performed by principal component analysis. *Psychotria ipecacuanha* accessions have morphological variations. Through multivariate analysis of dissimilarity, it could highlight the accesses 602x819 as the most dissimilar and 836x837 as the least dissimilar. Was identified the relative contribution of characters used in this study, those most contributed were "Plant height" and "First branch height", with approximate percentages of 44% and 35% respectively. Characters that have contributed least were "Petiole length" with 0.08% and "Leaf base" with 1.86%. This study characterized and evaluated the morphological variability of *Psychotria ipecacuanha* accesses, identified and grouped the descriptors with lower and higher contribution. This information is unprecedented for the species and will serve as a basis for the selection of subjects of interest to genetic breeding programs, as well as provide key information that will facilitate the identification of specimens in planted or native ecosystems.

Keywords: Principal component analysis. Medicinal plants. Rubiaceae.

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	10
REFERÊNCIAS.....	13
2. CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS DE ACESSOS DE <i>Psychotria ipecacuanha</i> (IPECA).....	15
2.1. INTRODUÇÃO.....	15
2.2. MÉTODOS.....	16
2.2.1. Área do estudo.....	16
2.2.2. Germoplasma avaliado.....	16
2.2.3. Caracterização e avaliação morfológica.....	17
2.3. RESULTADOS.....	18
2.3.1. Caracteres redundantes.....	18
2.3.2. Morfologia qualitativa.....	18
2.3.3. Seleção de descritores.....	20
2.3.4. Análise de agrupamento.....	20
2.4. DISCUSSÃO.....	23
2.4.1. Caracteres redundantes.....	23
2.4.2. Morfologia qualitativa.....	23
2.4.3. Seleção de descritores.....	23
2.4.4. Análise de agrupamento.....	24
REFERÊNCIAS.....	26

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A espécie *Psychotria ipecacuanha* (Brotero) Stokes, Rubiaceae, conhecida popularmente como ipeca, ipecacuanha ou poaia, encontra-se ameaçada de erosão genética e em vias de extinção. Os fatores que contribuíram para essa ameaça foram a exploração intensa a partir do século XVI, devido ao elevado valor comercial de suas raízes; desmatamento da Mata Atlântica e a abertura de novas fronteiras agrícolas diminuindo suas áreas de ocorrência natural; a forma extrativista com plantios de ipeca inexpressivos, sem manejo adequado; e a dificuldade do cultivo convencional da espécie, frente à grande demanda de mercado. (LAMEIRA, 2002; OLIVEIRA; MARTINS, 1998; ROCHA; LAMEIRA, 2011).

Um fator a ser considerado é que, como a cadeia extrativista não é regulamentada e o cultivo da espécie é inexpressivo, não existem padrões de qualidade para comercialização do produto, que pode ser vendido fresco ou seco. De face ao exposto, Lameira (2002) afirma que a industrialização da ipeca deveria ser considerada como uma das metas de governo nos programas de cultivo e fomento.

A maioria dos estudos acerca de ipeca está voltado a fitoquímica, devido ser encontrado em suas raízes dois valiosos alcaloides, Emetina e Cefalina, que conferem à planta poderes eméticos, amebicida, expectorante e antiinflamatório. Essas propriedades medicinais já eram conhecidas e utilizadas pelas populações nativas brasileiras antes do descobrimento, conhecimentos esses que logo foram repassados aos colonizadores europeus, o que contribuiu para a espécie integrar a pauta de produtos tropicais exportados pelo Brasil desde o período colonial, além de ter sido considerada a espécie de maior valor medicinal no Brasil (AKERELE et al., 1991; MIRANDA, 1983; ASSIS, 1992; CORRÊA, 2010).

No Estado do Mato Grosso, pioneiro da indústria extrativa de ipeca, a produção chegou a alcançar, no século XIX, a partir de 1835, cerca de 440 toneladas/ano. Entre 1960 e 1970 foi registrada a produção de aproximadamente 80 toneladas/ano e, a partir dos anos 80, essa produção decresceu progressivamente, estando em 1993 em torno de 7,5 toneladas/ano. Esse decréscimo deveu-se, sobretudo, à forma de exploração dessa espécie (ADDOR, 1945; SKORUPA; ASSIS, 1998).

A redução na oferta de raízes resultou na elevação dos seus preços, tanto no mercado interno como externo, para cerca de R\$ 60,00 a R\$ 80,00 e US\$ 100,00 a US\$ 120,00 por quilo, respectivamente (LAMEIRA, 2002). Em reportagem apresentada pelo jornal Globo Rural em julho de 2013 a cotação do quilo de raiz seca variava de R\$ 100,00 a R\$ 160,00. Ainda assim, a ipeca é uma espécie de exportação de grande demanda, especialmente nas

áreas industrializadas, com destaque para Inglaterra, Estados Unidos e Canadá, países importadores que industrializam esta espécie (SILVA, 2014).

Poucos estudos foram desenvolvidos no que se refere à taxonomia, morfologia e conservação dessa espécie. Num esforço contínuo, os pesquisadores têm tentado tornar viável o uso, a manipulação e a disponibilização de plantas úteis com potencial mercadológico, visando avançar nestes estudos, em 1989 foi estabelecido o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *Psychotria ipecacuanha*, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

Silva (1999) ratifica a importância de estudos acerca da caracterização de populações a níveis genéticos ou fenotípicos a fim de conhecer a variabilidade e estrutura genética existente no germoplasma disponível, e também identificar aqueles caracteres que sejam ligados à produtividade. E também fornecer informações utilizando descritores a fim de individualizar fenotipicamente cada acesso pertencente ao BAG. Todos os descritores, sejam eles quantitativos ou qualitativos, contribuem para a determinação da divergência, em maior ou menor proporção (MOURA, 2003).

A descrição das características das espécies é datada de muitos anos, como forma de sistematizar e classificar os seres vivos. Os vegetais, principalmente pela sua importância na alimentação e utilização como condimentos fitoterápicos e estéticos, foram descritos e caracterizados ao longo da história (BORÉM, 2005). Nas coleções de germoplasma, o termo descritor é utilizado para se referir a um atributo ou caráter que se observa ou se mensura nos acessos, sendo capaz de discriminar um acesso de outro. Nesses locais, frequentemente, há um grande número de acessos que necessita ser caracterizado e avaliado, além de ser regra geral as observações e a mensuração de um grande número de caracteres (PEREIRA, 1989; QUEROL, 1993).

Assim sendo, nos Programas de melhoramento genético de plantas, o estudo da diversidade genética proporciona informações fundamentais, em relação à caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis. Uma outra vertente é que a caracterização vegetal também é uma etapa fundamental no processo de criação de novos genótipos pelo melhoramento genético vegetal. Onde descritores bem definidos, podem garantir características hereditárias próprias da nova variedade e podem fornecer os elementos para manutenção da pureza vegetal (SILVA, 2014).

Em face a problemática e importância acerca da espécie, este estudo apresenta os seguintes objetivos:

Objetivo geral:

Caracterizar e avaliar acessos de *Psychotria ipecacuanha*, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Ipeca.

Objetivos específicos:

1- Caracterizar e avaliar, através de descritores morfológicos, acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Ipeca;

2- Identificar descritores morfológicos com maior e menor contribuição de acordo com a divergência fenotípica dos acessos;

REFERÊNCIAS

ADDOR, A.A. Considerações acerca da poaia. **Boletim do Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola**. v. 34, p. 1-18, 1945.

AKERELE, O.; HEYWOOD, V.; SINGE, H. **Conservation of medicinal plants**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 362 p.

ASSIS, M. C. **Aspectos taxonômicos, anatômicos e econômicos da “ipeca” *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes. (Rubiaceae)**. 1992. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. 969p.

CORRÊA, M. X. ; Ensaio bibliográfico sobre a Economia da Poaia na Zona da Mata Mineira. In: XX CICLO DE ESTUDOS HISTÓRICOS, 2009, Ilhéus, **Anais...** Ilhéus, 2010.

LAMEIRA, O. A. Cultivo da Ipecacuanha [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes]. EMBRAPA, **Circular Técnica** , n.28, p.1-4, 2002.

MIRANDA, G. O. **A poaia: um estudo em Barra do Bugres**. Monografia (Especialização em História) - Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, 1983.

MOURA, E. F. **Divergência genética entre acessos de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*)**. 2003. 75 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

OLIVEIRA, L.O.; MARTINS, E.R. **O desafio das plantas medicinais brasileiras: I - O caso da poaia (*Cephaelis ipecacuanha*)**. Campos dos Goytacazes: UENF, 1998. 73p.

PEREIRA, V. A. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.)**. 1989. 180 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1989.

QUEROL, D. **Recursos genéticos, nosso tesouro esquecido**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 206p.

ROCHA, T.T.; LAMEIRA, O. L. Avaliação do período de floração e frutificação do BAG ipecacuanha. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA, 15., 2011, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

SILVA, F. C. **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, M. L. **Cultivo agroflorestal de *Psychotria Ipecacuanha* (Brot.) Stokes no território do baixo sul da Bahia.** 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2014.

SKORUPA, L. A.; ASSIS, M. C. Collection and conserving Ipecae (*Psychotria ipecacuanha*, Rubiaceae) germplasm in Brazil. **Economic botany**, v. 52, n. 2, p. 209-210, 1998.

2. CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS EM ACESSOS DE *Psychotria ipecacuanha* (IPECA)¹

2.1. INTRODUÇÃO

A espécie *Psychotria ipecacuanha* (Brotero) Stokes, Rubiaceae, conhecida popularmente como ipeca, ipecacuanha ou poaia, encontra-se ameaçada de erosão genética e em vias de extinção. Os fatores que contribuíram para essa ameaça foram a exploração intensa a partir do século XVI, devido o elevado valor comercial de suas raízes; desmatamento da Mata Atlântica e a abertura de novas fronteiras agrícolas diminuindo suas áreas de ocorrência natural; a forma extrativista com plantios de *P. ipecacuanha* inexpressivos e sem o manejo adequado; e a dificuldade do cultivo convencional da espécie, frente à grande demanda de mercado.^{1,2-3}

É encontrado nas raízes de *P. ipecacuanha* valiosos alcaloides, a psicotrina, emetina e cefalina, que conferem à planta poderes eméticos, amebicida, expectorante e antiinflamatório. Essas propriedades medicinais já eram conhecidas e utilizadas pelas populações nativas brasileiras antes do descobrimento, conhecimentos esses que logo foram repassados aos colonizadores europeus, o que contribuiu para a espécie integrar a pauta de produtos tropicais exportados pelo Brasil desde o período colonial, além de ter sido considerada a espécie de maior valor medicinal no Brasil.^{4-5,6,7}

Poucos estudos foram desenvolvidos no que se refere à taxonomia, morfologia e conservação dessa espécie. Em um esforço contínuo, pesquisadores tem tentado tornar viável o uso, a manipulação e a disponibilização de plantas com potencial mercadológico. Visando avançar nestes estudos e a conservação da espécie, em 1989 foi estabelecido o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *P. ipecacuanha*, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, sendo este o único banco ativo de *P. ipecacuanha* existente no planeta.

A fim de manter as informações dos BAG's atualizadas e disponíveis para seus mais diversos usos, a caracterização morfológica se mostra vantajosa, em comparação com as demais técnicas, por poder ser elaborada *in vivo* e em curto tempo, não precisar de equipamentos complexos ou análises laboratoriais, por não precisar de elevado dispêndio financeiro, poder auxiliar na prévia caracterização e seleção de indivíduos de interesse, onde descritores bem definidos podem garantir

¹Este capítulo segue as normas de apresentação da Revista Cubana de Plantas Medicinales.

características hereditárias próprias e fornecer os elementos para manutenção da pureza vegetal, além de haver facilidade em ser replicada periodicamente.⁸

Visando contribuir com informações que servirão de base para a seleção de indivíduos de interesse dos programas de melhoramento, além de fornecer informações fundamentais que facilitarão a identificação de indivíduos em ecossistemas nativos ou plantados, este estudo, inédito para a espécie, teve o objetivo de caracterizar e avaliar acessos pertencentes ao banco ativo de germoplasma de *P. ipecacuanha*, e o de identificar descritores morfológicos para a espécie.

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Área do estudo

O estudo decorreu no Banco Ativo de Germoplasma de *P. ipecacuanha*, situado no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, com altitude de 10m e temperatura média anual de 30°C. O clima em Belém, segundo a classificação de Köppen (1900-1936) é do tipo Af_i, ou seja, clima tropical chuvoso de monção. A pluviosidade média anual é de 2.858,7 ± 76,6 mm/ano com maior volume no período chuvoso (dezembro a maio), correspondendo a 71,2 % do total anual, enquanto que os 28,8 % restantes são distribuídos nos meses de junho a novembro.⁹

2.2.2. Germoplasma avaliado

Foram avaliados 17 acessos, conservados *in vivo* no banco ativo de germoplasma de *Psychotria ipecacuanha* (Brotero) Stokes, Rubiaceae; em cada acesso foram selecionados cinco indivíduos para a caracterização morfológica. Os acessos se encontram em ambiente onde há o controle de pragas e doenças, adubação orgânica e intensidade luminosa com sombrite 70%.

Os 17 acessos avaliados foram coletados em diferentes localidades. O acesso 590 foi coletado no município de Salto do Céu, o 595 no município Mirassol D'oeste, o 596 em Novo Horizonte, o 602 em Pontes e Lacerda, o 607 em Vila Bela da Santíssima Trindade e o 707 em Salto do Céu, ambos municípios do estado do Mato Grosso. O acesso 753 foi coletado no município de Caratinga, no estado de Minas Gerais. Os acessos 610, 612, 826, 828, 829, 833, 834, 836 e 837 foram coletados no município de Costa Marques, no estado de Roraima e o acesso 819 foi coletado no município de Cacoal, no estado de Roraima.

2.2.3. Caracterização e avaliação morfológica

Os aspectos morfológicos qualitativos selecionados para análise foram: Forma foliar (FF); Base foliar (BF); Ápice foliar (AF); Cor da folha apical (CDFA); Cor do pecíolo (CDP); Cor da nervura foliar (CDN); Tipo de caule (TC); Tipo de folha (TF); Filotaxia (F); Consistência da folha (CDF); Tipo de venação foliar (TDVF); Tipo de estípula (TDE); Posição do pecíolo (PDP).

Os aspectos morfológicos quantitativos selecionados para análise foram: Altura da planta em centímetros (AP); Altura da primeira ramificação em centímetros (APR); Número de nós na haste principal (NNHP); Largura da folha em centímetros (LF); Comprimento da folha em centímetros (CF); Comprimento do pecíolo em centímetros (CP).

Os dados morfológicos quantitativos, exceto número de nós na haste principal, foram aferidos com auxílio de régua e paquímetro. Forma foliar, Base foliar e Ápice foliar foram caracterizados com base em *Carlton*¹⁰. Cor da folha apical, Cor do pecíolo e Cor da nervura foliar foram caracterizados com auxílio de carta de cores *Standard Leaf Color Charts*¹¹.

Após tabulação dos dados, foram eliminados os caracteres redundantes e realizada a análise dos dados qualitativos. Posteriormente, com o auxílio do *software Genes*¹², foi realizada a análise de componentes principais, com o emprego da distância euclidiana média padronizada, uma vez que os acessos se encontram estabelecidos sem obedecer a nenhum delineamento experimental. Esta análise foi executada com base na média de cada caráter, a partir da matriz de correlação.¹³

Realizou-se o descarte das variáveis por dois procedimentos: o primeiro procedimento foi o de seleção direta, proposto por *Jolliffe*,¹⁴⁻¹⁵ neste caso foram eliminados todos os caracteres que apresentaram maior coeficiente de ponderação em valor absoluto (autovetor) no componente principal de menor autovalor, partindo do último componente até aquele cujo autovalor não excedesse a 0,70.

O segundo foi o de seleção com reanálise, sugerida por *Cury*,¹⁶ em que a cada caráter descartado, foi realizada nova análise com os caracteres remanescentes, examinando os coeficientes de correlação do caráter sugerido para descarte com os demais caracteres. A seleção com reanálise foi finalizada quando o caráter a ser descartado se mostrou altamente correlacionado com pelo menos um caráter já descartado. Porém, o descarte final foi realizado com base na informação obtida nos

dois procedimentos, sendo indicado para descarte o descritor identificado, simultaneamente, nos dois procedimentos.

Foi realizada também a análise de agrupamento, com objetivo de reunir os acessos com o uso de medidas de dissimilaridades. Foi gerada a matriz de dissimilaridade através do método de agrupamento de ligação média entre grupo, conhecida como *Unweighted Paired Group Method Using Arithmetic Averages (UPGMA)*¹³, destacando-se os acessos mais semelhantes e mais diferentes entre si. Foi gerado gráfico da distância Euclidiana Média através do método UPGMA, e com base nesta matriz, identificado os grupos similares pelo método de otimização de Tocher.

2.3. RESULTADOS

2.3.1. Caracteres redundantes

Foram eliminados os seguintes caracteres redundantes: Tipo de caule (Ereto); Tipo de folha (Simples); Filotaxia (Opostas decussadas); Consistência da folha (Membranosa); Tipo de venação foliar (Peninérvea); Tipo de estípula (Interpecioliada); Posição do pecíolo (Oposto).

2.3.2. Morfologia qualitativa

O caráter Forma foliar (FF) para *P. ipecacuanha*, obteve classificação "Obovada" e "Elíptica", sendo 10 acessos (590, 596, 612, 707, 753, 819, 828, 834, 836 e 837) classificados como "Obovada" e sete acessos (595, 602, 607, 610, 826, 829 e 833) como "Elíptica". O caráter Base foliar (BF) obteve classificação "Revoluta" e "Cuneada", sendo que quatro acessos (590, 596, 707 e 753) foram classificados como "Revoluta" e 13 acessos (595, 602, 607, 610, 612, 819, 826, 828, 829, 833, 834, 836 e 837) foram classificados como "Cuneada". Para o caráter Ápice foliar (AF), os resultados variaram em "Acuminado" e "Agudo", sendo que quatro acessos (602, 834, 836 e 837) foram classificados como "Acuminado" e 13 acessos (590, 595, 596, 607, 610, 612, 707, 753, 819, 826, 828, 829 e 833) foram classificados como "Agudo" (Figura 01).

O caráter Cor da folha apical (CDFA) foi classificado em tonalidades de "Verde escuro" e "Verde claro", classificados na carta de cores como "7.5 GY 4 / 4" e "7.5GY 4.5 / 5" respectivamente, sendo que 10 acessos (607, 612, 753, 819, 826, 829, 833, 834, 836 e 837) foram classificados como "Verde escuro" e sete acessos (590, 595, 596, 602, 610, 707 e 828) como "Verde claro". O caráter Cor do pecíolo (CDP) foi classificado em tonalidades de "Verde escuro" e "Verde claro", classificados na carta de cores como "7.5GY 3.5 / 4" e "7.5GY 4.5 / 4" respectivamente, sendo que oito

acessos (590, 595, 602, 607, 612, 826, 828 e 829) foram classificados como “verde escuro” e nove acessos (596, 610, 707, 753, 819, 833, 834, 836 e 837) como “verde claro”. O caráter Cor da nervura foliar (CDN) foi classificado em tonalidades de “verde escuro” e “verde claro”, classificados na carta de cores como “7.5GY 5 / 7” e “7.5GY 6 / 7” respectivamente, sendo que cinco acessos (590, 595, 596, 602 e 834) foram classificados como “verde escuro” e 12 acessos (607, 610, 612, 707, 753, 819, 826, 828, 829, 833, 836 e 837) como “verde claro” (Figura 01).

Figura 01. Classificação dos caracteres morfológicos qualitativos de 17 acessos de *P. ipecacuanha*.

Acessos	Forma da folha	Base foliar	Ápice foliar	Cor da folha apical	Cor do pecíolo	Cor da nervura
590	Obovada	Revoluta	Agudo	Verde claro	Verde escuro	Verde escuro
595	Elíptica	Cuneada	Agudo	Verde claro	Verde escuro	Verde escuro
596	Obovada	Revoluta	Agudo	Verde claro	Verde claro	Verde escuro
602	Elíptica	Cuneada	Acuminado	Verde claro	Verde escuro	Verde escuro
607	Elíptica	Cuneada	Agudo	Verde escuro	Verde escuro	Verde claro
610	Elíptica	Cuneada	Agudo	Verde claro	Verde claro	Verde claro
612	Obovada	Cuneada	Agudo	Verde escuro	Verde escuro	Verde claro
707	Obovada	Revoluta	Agudo	Verde claro	Verde claro	Verde claro
753	Obovada	Revoluta	Agudo	Verde escuro	Verde claro	Verde claro
819	Obovada	Cuneada	Agudo	Verde escuro	Verde claro	Verde claro
826	Elíptica	Cuneada	Agudo	Verde escuro	Verde escuro	Verde claro
828	Obovada	Cuneada	Agudo	Verde claro	Verde escuro	Verde claro
829	Elíptica	Cuneada	Agudo	Verde escuro	Verde escuro	Verde claro
833	Elíptica	Cuneada	Agudo	Verde escuro	Verde claro	Verde claro
834	Obovada	Cuneada	Acuminado	Verde escuro	Verde claro	Verde escuro
836	Obovada	Cuneada	Acuminado	Verde escuro	Verde claro	Verde claro
837	Obovada	Cuneada	Acuminado	Verde escuro	Verde claro	Verde claro

2.3.3. Seleção de descritores

Após feita análise, foi sugerido para descarte Ápice foliar (AF) e Comprimento da folha (CF). A Altura da planta (AP) e Altura da primeira ramificação (APR) apresentaram porcentagens aproximadas de 44% e 35%, respectivamente. Os componentes principais que menos contribuíram foram Comprimento do pecíolo (CP) com 0,08% e Base foliar (BF) com 1,86% (Figura 02).

Figura 02. Contribuição relativa de 10 caracteres para a dissimilaridade de 17 acessos de *P. ipecacuanha*

CARÁTER	S _j	VALOR(%)
NNHP	77,2	2,7625
LF	174,12	6,2307
AP	1235,98	44,2284
APR	980,9	35,1006
CP	2,34	0,0837
FF	70	2,5049
BF	52	1,8608
CDFA	70	2,5049
CDP	72	2,5765
CDN	60	2,1470

2.3.4. Análise de agrupamento

Na matriz de dissimilaridade (Figura 03), os acessos mais semelhantes, ou seja, de maior similaridade foram os acessos 836x837 com dissimilaridade aproximada de 0,15 e 595x602 com 0,19. Os Acessos mais diferentes, ou seja, de maior dissimilaridade foram 602x819, 596x826 e 596x829, ambos com dissimilaridade aproximada de 0,77.

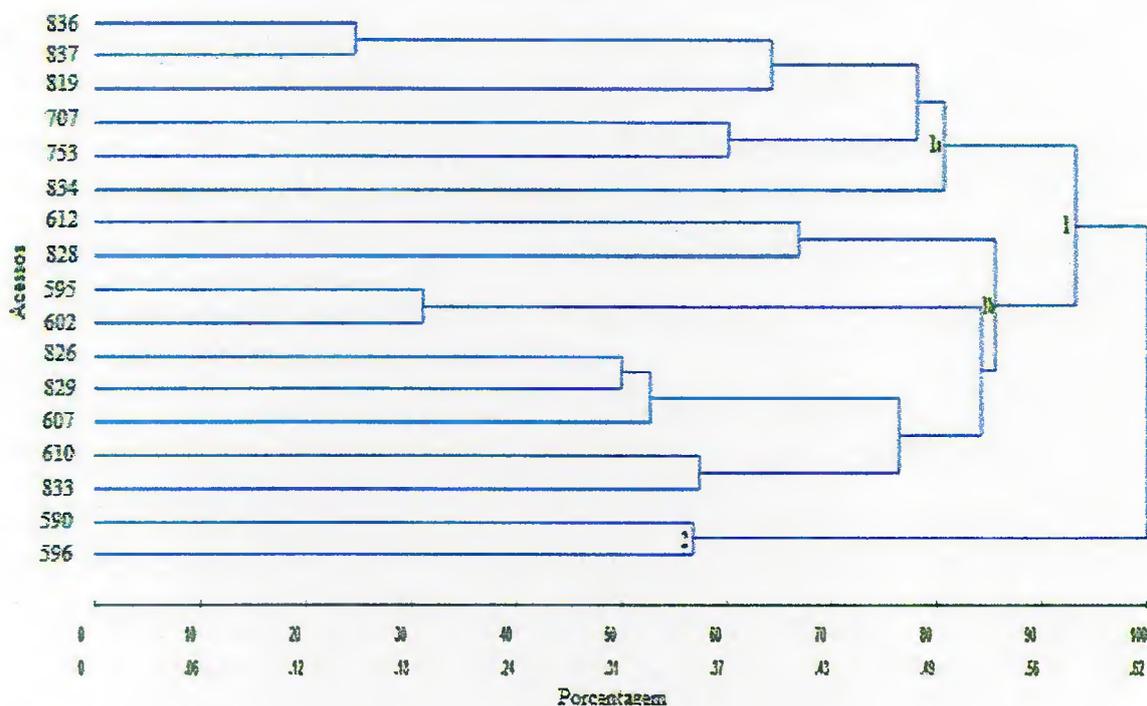
Figura 03. Matriz de dissimilaridade entre 17 acessos de *P. ipecacuanha* destacando, em negrito, os acessos com maior e menor dissimilaridade.

Acesso	590	595	596	602	607	610	612	707	753	819	826	828	829	833	834	836	837
590	0																
595	0,47	0															
596	0,35	0,59	0														
602	0,50	0,19	0,64	0													
607	0,67	0,47	0,73	0,55	0												
610	0,66	0,51	0,61	0,48	0,56	0											
612	0,65	0,61	0,75	0,62	0,45	0,64	0										
707	0,49	0,69	0,43	0,66	0,72	0,47	0,69	0									
753	0,59	0,74	0,52	0,74	0,60	0,62	0,61	0,37	0								
819	0,69	0,71	0,56	0,77	0,50	0,58	0,56	0,60	0,48	0							
826	0,67	0,49	0,77	0,47	0,32	0,49	0,44	0,66	0,59	0,61	0						
828	0,49	0,47	0,59	0,48	0,49	0,49	0,42	0,50	0,57	0,54	0,47	0					
829	0,67	0,53	0,77	0,51	0,33	0,51	0,57	0,65	0,58	0,61	0,31	0,53	0				
833	0,76	0,64	0,70	0,60	0,48	0,36	0,60	0,57	0,52	0,51	0,43	0,60	0,39	0			
834	0,62	0,60	0,56	0,58	0,62	0,63	0,57	0,60	0,47	0,54	0,59	0,57	0,61	0,52	0		
836	0,66	0,66	0,62	0,65	0,54	0,46	0,41	0,49	0,44	0,38	0,48	0,49	0,54	0,41	0,45	0	
837	0,65	0,67	0,62	0,66	0,57	0,48	0,50	0,48	0,42	0,42	0,49	0,52	0,50	0,44	0,46	0,15	0

Na análise da Distância Euclidiana Média (Figura 04), pôde-se observar a formação de dois grupos (1 e 2) e a formação de dois subgrupos (1a e 1b). O subgrupo 1a é formado pelos acessos 836, 837, 819, 707, 753 e 834. O subgrupo 1b é formado pelos acessos 612, 828, 595, 602, 826, 829, 607, 610 e 833. O grupo 2 é formado pelos acessos 590 e 596. Assim, como na matriz de dissimilaridade, nota-se

novamente a maior similaridade entre os acessos 836 e 837 e a maior dissimilaridade entre os acessos 602 e 819.

Figura 04. Distância Euclidiana Média pelo método UPGMA (Após o descarte de AF e CF).



O agrupamento pelo método de Tocher resultou na formação de seis grupos de similaridade, sendo o grupo I formado pelos acessos 836, 837, 610, 833, 826 e 707; o grupo II formado pelos acessos 590 e 596; o grupo III formado pelos acessos 753 e 834; o grupo IV formado pelos acessos 607, 828, 595 e 602; o grupo V formado pelo acesso 612 e o grupo VI formado pelo acesso 819. Novamente, a maior dissimilaridade encontrada está entre os acessos 602 (Figura 05).

Figura 05. Agrupamento pelo método de Tocher - Distância Euclidiana média padronizada (Após o descarte de AF e CF)

Grupos	Acessos						
I	836	837	610	833	829	826	707
II	590	596					
III	753	834					
IV	607	828	595	602			
V	612						
VI	819						

2.4. DISCUSSÃO

2.4.1. Caracteres redundantes

Para a seleção de descritores, todo caráter deve apresentar uma parcela de contribuição na variação do germoplasma analisado. Mas há uma tendência de que o aumento do número de descritores avaliados ocasione a presença de caracteres redundantes, posto que esses caracteres quase sempre estão associados a outros.¹⁷ A eliminação dos redundantes é uma decisão vantajosa, pois reduz o trabalho sem ocasionar perda na precisão da caracterização, especialmente se esses caracteres forem de difícil mensuração e apresentarem baixa variabilidade e estilidade de expressão,¹⁸ por isso, foram eliminados todos os caracteres redundantes neste trabalho.

2.4.2. Morfologia qualitativa

Assis & Giulietti,¹⁹ em um estudo comparativo de populações de ipeca, afirmaram que as variações associadas ao comprimento e largura das folhas estão expressas na variação das folhas, na qual variaram desde elípticas até ovais, oblongo-lanceoladas ou obovais. Observaram também que não houve correlação entre os padrões de morfologia foliar encontrados e a distribuição geográfica.

No presente estudo, as variações morfológicas da forma da folha estão entre Obovada e Elíptica, sendo que 59% (10 acessos/17 acessos) estão representados por Obovada e os demais sete, como elíptica. Este resultado está de acordo com a caracterização morfológica feita por *Assis & Giulietti*¹⁹.

2.4.3. Seleção de descritores

A análise de componentes principais vem se destacando como a metodologia mais empregada em bancos e ou coleções de germoplasma, pois além de identificar os caracteres mais importantes na contribuição de variação total disponível entre os indivíduos analisados, fornece indicação para eliminar os que pouco contribuem.²⁰

*Assis & Giulietti*¹⁹ realizando avaliação de 97 populações de *P. ipecacuanha* de diversas procedências, baseadas no exame de exsicatas provenientes de diversos herbários nacionais e estrangeiros, afirmam que o primeiro componente principal foi a simetria da folha, que incluiu o comprimento e a largura das folhas e que representou 72,4% do total. O segundo componente principal foi a distância entre os entrenós e que representou 13,1% da variabilidade total.

Neste trabalho, as variáveis que mais contribuíram foram Altura da planta (AP) e Altura da primeira ramificação (APR), ressalta-se que as procedências deste

presente estudo abordaram três estados brasileiros e com espécimes *in vivo*, e o referido trabalho de Assis & Giuliatti¹⁹ avaliaram procedências de outros países através de exsicatas.

2.4.4. Análise de agrupamento

A diversidade genética pode estar associada à distância geográfica. Neste estudo, os acessos com maior dissimilaridade (602x819, 596x826 e 596x829) apresentam procedência de diferentes estados, sendo 602 e 596 procedentes do estado do Mato Grosso e os acessos 819, 826 e 829 do estado de Rondônia. O mesmo para os acessos que apresentaram a menor dissimilaridade, ou seja, os mais semelhantes, sendo os acessos 836x837 procedentes de Rondônia e 595x602 do Mato Grosso. Fatores, como a seleção, deriva genética, fluxo gênico, entre outros, podem atuar de forma conjunta ou isolada, em diferentes intensidades e determinar a existência ou não de algum paralelismo entre essas medidas.²¹

O subgrupo 1a da distância euclidiana média foi agrupado com seis acessos, sendo que quatro deles (836, 837, 819 e 834) são provenientes do estado de Rondônia, o 707 proveniente do Mato Grosso e o 753 proveniente de Minas Gerais. O subgrupo 1b, agrupado por nove acessos, possui seis acessos (612, 828, 826, 829, 610 e 833) procedentes de Rondônia, e três acessos (595, 602 e 607) procedentes do Mato Grosso. Podemos perceber que apesar de diferentes procedências, houve o agrupamento destes acessos. O aumento da distância geográfica nem sempre implica em maior divergência genética, pois a deriva genética e a seleção natural em diferentes ambientes podem contribuir muito mais para a divergência do que a separação geográfica.²²

Pelo método de Tocher podemos observar a semelhança com as demais análises, ressalta-se a formação de seis grupos, sendo o grupo I com cinco acessos (836, 837, 610, 833 e 826) provenientes de Rondônia e apenas o 707 proveniente do Mato Grosso. O grupo II com os acessos 590 e 596, ambos do estado do Mato Grosso, semelhante ao encontrado no grupo 2 da Distância Euclidiana Média. O grupo III ficou agrupado por dois acessos, 753 (estado de Minas Gerais) e 834 (estado de Rondônia). O grupo IV pelos acessos 607, 595 e 802 do Mato Grosso e 828 de Rondônia. E aqueles com maior dissimilaridade formando grupos distintos, o grupo V formado pelo acesso 612 (proveniente do Mato Grosso) e o grupo VI pelo acesso 819 (proveniente de Rondônia).

Este estudo caracterizou e avaliou a variabilidade morfológica dos acessos de *P. ipecacuanha*, identificou e agrupou os descritores com menor e maior contribuição. Estas informações são inéditas para a espécie e servirão de base para a seleção de indivíduos de interesse dos programas de melhoramento, além de fornecer informações fundamentais que facilitarão a identificação de espécimes em ecossistemas nativos ou plantados.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira LO, Martins ER. O desafio das plantas medicinais brasileiras: I - O caso da poaia (*Cephaelis ipecacuanha*). Campos dos Goytacazes: UENF, 1998.
2. Lameira OA. Cultivo da Ipecacuanha *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; 2002.
3. Rocha TT, Lameira OL. Avaliação do período de floração e frutificação do BAG ipecacuanha. In: Anais do 15º Seminário de Iniciação Científica da Embrapa. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; 2011.
4. Miranda GO. A poaia: um estudo em Barra do Bugres [monografia]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 1983.
5. Akerele O, Heywood V, Syngé H. The conservation of medicinal plants. Cambridge: Cambridge University Press; 1991.
6. Assis MC. Aspectos taxonômicos, anatômicos e econômicos da "ipeca" *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes. (Rubiaceae) [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1992.
7. Corrêa MX. Ensaio bibliográfico sobre a Economia da Poaia na Zona da Mata Mineira. In: Anais do XX ciclo de estudos históricos. Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz; 2010.
8. Silva ML. Cultivo agroflorestal de *Psychotria Ipecacuanha* (Brot.) Stokes no território do baixo sul da bahia [dissertação]. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana; 2014.
9. Silva Júnior JA, Costa ACL, Pezzuti JCB, Costa RF, Galbraith D. Análise da Distribuição Espacial do Conforto Térmico na Cidade de Belém, PA no Período Menos Chuvoso. Revista Brasileira de Geografia Física. 2012; 2: 218-232.
10. Carlton WM. Laboratory Studies in General Botany. New York: Ronald Press Company; 1961.
11. Kiuchi T, Yazawa H. *Standard Leaf Color Charts*. Tokyo: National Institute of Agricultural Sciences; 1972.
12. Cruz CD. Programa Genes: Biometria. Viçosa: Editora UFV; 2006.
13. Cruz CD, Regazzi AJ, Carneiro PCS. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: editora UFV; 2004.
14. Jolliffe IT. Discarding variables in a principal component analysis. I: artificial data. Journal of the Royal Statistical Society Series C. 1972; 21(2): 160-173.

15. Jolliffe IT. Discarding variables in a principal component analysis. II: real data. *Journal of the Royal Statistical Society Series C*. 1973; 22(1): 21-31.
16. Cury R. Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na agricultura autóctone do Sul do Estado de São Paulo [dissertação]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 1993.
17. Daher RF. Diversidade morfológica e isoenzimática em capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1993.
18. Pereira VA. Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 1989.
19. Assis MC, Giulietti AN. Diferenciação morfológica e anatômica em populações de "ipecacuanha" - *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae). *Revista Brasileira de Botânica*. 1999; 22(2).
20. Alves RM. Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro, *Theobroma grandiflorum* (Will ex Spreng) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 2002.
21. Dias LAS. Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.) [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 1994.
22. UPADHYAY, M.K.; MURTY, B.R. Genetic divergence in relation to geographical distribution in pearl millet. *Indian Journal Genetics & plant Breeding*. 1970; 30(3): 704-715.