



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE BIOTECNOLOGIA –
REDE BIONORTE

**FENOFASES, AVALIAÇÃO
MORFOLÓGICA E CONSERVAÇÃO *IN*
VITRO DE *Carapichea ipecacuanha*
(Brot.) L. E *Ananas comosus* (L.) Merr.
var. *Erectifolius* (L. B. Smith) Coppens
& F. Leal**

MEICIANE FERREIRA CAMPELO

**BELÉM – PA
2022**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA
-REDE BIONORTE

**FENOFASES, AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. E *Ananas comosus* (L.) Merr.
var. *Erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal**

MEICIANE FERREIRA CAMPELO

BELÉM – PA

2022

MEICIANE FERREIRA CAMPELO

FENOFASES, AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. E *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *Erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Alves Lameira

Belém – PA
AGOSTO/2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo
com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)**

F383f Ferreira Campelo, Meiciane.

Fenofases, avaliação morfológica e conservação in vitro de
Carapichea ipecacuanha (Brot.) L. e Ananas comosus (L.) Merr.
Var. erectifolius (L. B. Smith) Coppens & F. Leal / Meiciane
Ferreira Campelo. — 2022.
84 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Osmar Alves Lameira
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade e Biotecnologia, Belém, 2022.

1. Curauá. 2. Ipeca. 3. Recursos genéticos. 4. Fenologia. I.
Título.

CDD 581.634

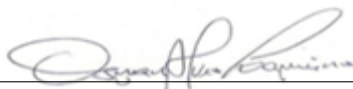
MEICIANE FERREIRA CAMPELO

FENOFASES, AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. E *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *Erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal

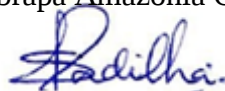
Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia.

Aprovada em 05/08/2022.

Banca examinadora



Prof. Dr. Osmar Alves Lameira (Orientador)
Embrapa Amazônia Oriental



Dra. Maria do Socorro Padilha de Oliveira
Embrapa Amazônia Oriental



Dra. Ana Paula Ribeiro Medeiros
SEMAS-PA



Dr. José Eduardo Brasil Pereira Pinto
UFLA



Heráclito Eugenio Oliveira da Conceição
UFRA

DEDICATÓRIA

“Aos meus pais e ao meu esposo que, com muito amor, dedicação e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta tão sonhada etapa da minha vida.”

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a DEUS pelo dom da vida, por me dar forças de seguir em frente diante de tantos momentos difíceis que tive que enfrentar durante o curso, é graças a Deus que hoje posso vivenciar mais esta experiência.

Manifesto minha gratidão também:

Aos meus pais, meu alicerce base do que hoje me tornei, a vocês minha eterna gratidão.

Ao meu esposo Edilson pelo amor, companheirismo, incentivo, sem seu apoio e compreensão essa caminhada não seria possível.

Às minhas amadas filhas Julyane e Jeany, fonte inesgotável de força para essa trajetória. Aos meus sogros e familiares pelo carinho e incentivo.

Aos meus irmãos pelo companheirismo, incentivo e carinho no decorrer desta trajetória.

Ao meu orientador Dr. Osmar Alves Lameira, profissional e ser humano ímpar, obrigada pela inspiração, pelos ensinamentos acadêmicos e ensinamentos de vida, grata pela confiança e oportunidade a mim cedidos.

Agradeço aos membros da banca de qualificação e defesa pela contribuição e a oportunidade de aprender com as suas ideias e reflexões.

Ao Gilberto amigo querido obrigado pelo carinho e conselhos, por tornar o ambiente de trabalho acolhedor.

À grande amiga que o doutorado me proporcionou Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira, obrigada pela cumplicidade, companheirismo, ensinamentos, por sempre estar ao meu dispor, quando precisei.

Aos meus amigos do Horto de plantas Medicinais, Allan Christian Santos Ramires, Amanda Nascimento Monteiro grata pela amizade, colaboração e apoio no desenvolvimento da pesquisa.

As colegas Carol, Mila e Tassia do Laboratório de Biotecnologia e Recursos Genéticos da Embrapa Amazônia Oriental pelo apoio e contribuição na pesquisa.

Aos funcionários, Paulo César Barros, Edil e Lucivaldo, do Horto de plantas Medicinais pela parceria e colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

À todos os colegas da turma 2018 do Bionorte, em especial a querida Maria Tatiane Gonçalves Sá (*In Memoriam*), pelo conhecimento compartilhado, incentivo e cumplicidade ao longo do curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, pela oportunidade de aprendizado.

A Embrapa Amazônia Oriental – EMBRAPA, por ter viabilizado esta pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil(CAPES)
pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram na realização desta pesquisa,minha
eterna gratidão.

CAMPELO, Meiciane Ferreira. **Fenofases, avaliação morfológica e conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. e *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal.** 2022. 84 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi quantificar as fenofases, caracterizar morfológicamente acessos de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. e de *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal. e avaliar o efeito do meio de cultura MS com diferentes concentrações de sais e o meio MS suplementado com Sorbitol na conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), visando aumentar o intervalo entre subcultivos para até 12 meses, além de garantir estabilidade genética da espécie de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Para fenologia avaliou-se a ocorrência de floração e frutificação em 42 acessos, os dados foram coletados durante cinco dias por semana de janeiro de 2015 a dezembro de 2019, os dados climáticos cedidos pela Estação Meteorológica da Embrapa Amazônia Oriental Belém-Pa. Para a avaliação foram utilizados sete caracteres morfológicos quantitativos: altura da planta; largura da folha; comprimento da folha; número de perfilhos na base, número de perfilhos na base do fruto, número de perfilho no ápice e número de folhas. As medições foram realizadas com auxílio de régua e paquímetro. Para a conservação as avaliações foram realizadas a cada três meses, totalizando três avaliações no período 12 meses, avaliou-se o percentual de plantas que apresentaram: folhas verdes, brotos, somente folhas amarelas ou mortas, ápice morto, raiz e necessidade de repicagem (possui ao menos uma gema viva e folhas). Na espécie *Ananas comosus* evidenciou-se variações proeminentes para fenologia reprodutiva, com atividade fenológica distintas entre os acessos, além de correlações com significância, intensidade e proporções desiguais para as variáveis analisadas nos grupos de acessos observados; os acessos possuem variabilidade morfológica de acordo com os sete caracteres quantitativos em estudo, sendo os caracteres comprimento da folha, altura da planta e número de folhas os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos. O estudo fenológico da espécie *Carapichea ipecacuanha* evidenciou variações no padrão dos eventos fenológicos reprodutivos, atividade fenológica dissimilares entre acessos, além de correlações entre frutificação e variáveis climáticas com significância, intensidade e proporcionalidades desiguais entre os grupos de acessos observados; todos os caracteres morfológicos avaliados apresentaram contribuição para diferenciação entre acessos, sendo largura da folha, comprimento do pecíolo e altura da planta os que respectivamente mais contribuíram para a divergência entre os acessos; é viável a conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) sob crescimento lento em meio de cultura MS, aumentando o intervalo entre subcultivos para até 12 meses, além de garantir.

Palavras-chave: Curauá; Ipeca; Fenologia; Descritores; Crescimento Lento.

CAMPELO, Meciciane Ferreira. **Phenophases, morphological evaluation and *in vitro* conservation of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. and *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *erectifolius* (L.B. Smith) Coppens & F. Leal.** 2022. 84 f. Thesis (P.hD. in Biotechnology) – Federal University of Pará, Belém, 2022.

ABSTRACT

The aim of this study was to quantify the phenophases and morphologically characterize accessions of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. and *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *erectifolius* (L.B. Smith) Coppens & F. Leal. and to evaluate the effect of the MS culture medium with different concentrations of salts and the MS medium supplemented with Sorbitol on the *in vitro* conservation of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), aiming to increase the interval between subcultures for up to 12 months, in addition to guaranteeing genetic stability of the species of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. For phenology, the occurrence of flowering and fruiting was evaluated in 42 accessions, data were collected five days a week from January 2015 to December 2019, climatic data provided by the Meteorological Station of Embrapa Eastern Amazon Belém-Pa. For the evaluation, seven quantitative morphological characters were used: plant height; sheet width; sheet length; number of tillers at the base, number of tillers at the base of the fruit, number of tillers at the apex and number of leaves. Measurements were performed with the aid of a ruler and caliper. For conservation, evaluations were carried out every three months, totaling three evaluations in the 12-month period, the percentage of plants that presented: green leaves, shoots, only yellow or dead leaves, dead apex, root and need for pricking out (has at least one live bud and leaves). In the species *Ananas comosus*, there were prominent variations for reproductive phenology, with distinct phenological activity between accessions, in addition to correlations with unequal significance, intensity and proportions for the variables analyzed in the groups of accessions observed; the accessions have morphological variability according to the seven quantitative characters under study, being the characters leaf length, plant height and number of leaves the ones that most contributed to the divergence between the accessions. The phenological study of the species *Carapichea ipecacuanha* showed variations in the pattern of reproductive phenological events, dissimilar phenological activity between accessions, in addition to correlations between fruit set and climatic variables with unequal significance, intensity and proportionality between the observed access groups; all the morphological characters evaluated presented a contribution to the differentiation between accessions, with leaf width, petiole length and plant height being the ones that respectively contributed the most to the divergence between accessions; the *in vitro* conservation of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) under slow growth in MS culture medium is feasible, increasing the interval between subcultures for up to 12 months, in addition to guaranteeing genetic stability of the species.

Keywords: Curauá; Ipeca; Phenology; Descriptors; Slow Growth

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 – Clima do Local de estudo, temperatura média do ar e precipitação pluviométrica média mensal e anual referente ao período de 2015 a 2019, em Belém-PA. 37

Figura 2 – Sazonalidade fenológica nos eventos reprodutivos de floração e frutificação do Curauá. 38

Figura 3 – Percentual de dias por mês de ocorrência do evento fenológico de floração de Curauá e Precipitação Pluviométrica (A) e Temperatura Média do ar (B), no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019. 41

Figura 4 – Percentual de dias por mês de ocorrência do evento fenológico de frutificação de Curauá e Precipitação Pluviométrica (A) e Temperatura Média do ar (B), no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019. 42

CAPÍTULO II

Figura 1 – Clima do Local de estudo, temperatura média do ar e precipitação pluviométrica média mensal e anual referente ao período de 2015 a 2019, no município de Belém-PA. 48

Figura 2 – Padrão fenológico dos eventos reprodutivos de floração e frutificação da Ipeca. 49

Figura 3 – Percentual de dias por mês de ocorrência do evento fenológico de floração da Ipeca, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019. 53

Figura 4 – Percentual de dias por mês de ocorrência do evento fenológico de frutificação da Ipeca, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019. 54

CAPÍTULO III

Figura 1 – Dendograma gerado pelo método UPGMA a partir das dissimilaridades obtidas entre 42 acessos de *Ananas comosus* var. *erectifolius* conservados no BAG da Embrapa Amazônia Oriental, com base em sete caracteres morfológicos. 61

CAPÍTULO IV

Figura 1 – Dendograma gerado pelo método UPGMA a partir das dissimilaridades obtidas entre 66 acessos de ipeca conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em cinco caracteres morfológicos. 69

CAPÍTULO V

Figura 1 – Porcentagem de sobrevivência de plantas de ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L.) conservadas *in vitro* em meio de cultura com diferentes concentrações de sais de MS a cada trimestre por 12 meses. 77

Figura 2 – Efeitos do meio MS suplementado com diferentes concentrações de Sorbitol (5; 10 e 15 g L⁻¹) nas características morfológicas de plantas de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), conservadas *in vitro* durante seis meses. **79**

Figura 3 – Efeitos do meio MS suplementado com diferentes concentrações de Sorbitol (5; 10 e 15 g L⁻¹) nas características morfológicas de plantas de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), conservadas *in vitro* durante nove meses. **79**

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Atividade fenológica reprodutiva de acessos de Curauá provenientes de seis municípios-Pará, Brasil. (N° = número de indivíduos avaliados; floração = ●; frutificação = ○).

Tabela 2 – Correlações de Spearman (ρ) entre a média mensal das variáveis climáticas e os eventos fenológicos de acessos de Curauá com origem de seis municípios, Pará- BR.

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Atividade fenológica reprodutiva de acessos de Ipeca provenientes de cinco Estados, Brasil. (N°= número de indivíduos avaliados; floração = ○; frutificação = *).

Tabela 2 – Correlações de Spearman (ρ) entre a média mensal das variáveis climáticas e os eventos fenológicos de acessos de Ipeca provenientes de cinco Estados, BR.

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Procedência e nomenclatura de 42 acessos registrados no BAG de *Ananas comosus* var. *erectifolius* da Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 2 – Grupos formados pelo método de Tocher entre os 42 acessos de *Ananas comosus* var. *erectifolius* com base em sete caracteres morfológicos-Distância Euclidiana média padronizada.

Tabela 3 – Contribuição relativa de sete caracteres para a dissimilaridade de 42 acessos de *Ananas comosus* conservados no BAG da Embrapa Amazônia Oriental, com base em sete caracteres morfológicos.

CAPÍTULO IV

Tabela 1 – Procedência e nomenclatura de 66 acessos conservados no Bag de ipecada Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 2 – Grupos formados pelo método de Tocher entre os 66 acessos de ipeca conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em cinco caracteres morfológicos.

Tabela 3 – Contribuição relativa de cinco caracteres para a dissimilaridade de 66 acessos de ipeca conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em cinco caracteres morfológicos.

CAPÍTULO V

Tabela 1 – Efeito do meio MS com diferentes concentrações de sais no percentual de 76 plantas de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) com presença de folhas verdes, botos, somente folhas amarelas/mortas, com ápice morto, raiz e necessidade de repicagem, conservadas *in vitro* durante 12 meses.

Tabela 2 – Efeito do meio MS suplementado com diferentes concentrações de 78 Sorbitol, no percentual de plantas de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) com presença de folhas verdes, botos, somente folhas amarelas/mortas, com ápice morto, raiz e necessidade de repicagem, conservadas *in vitro* durante nove meses.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Geral.....	17
1.1.2	Específicos.....	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	BOTÂNICA E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESPÉCIES <i>Ananas comosus</i> VAR. ERECTIFOLIUS E <i>Carapichea ipecacuanha</i> (BROT.) L.	18
2.2	IMPORTÂNCIA DAS ESPÉCIES <i>Ananas comosus</i> VAR. ERECTIFOLIUS E <i>Carapichea ipecacuanha</i> (BROT.) L.	19
2.3	FENOLOGIA VEGETAL E ELEMENTOS CLIMÁTICOS	20
2.4	AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA E IDENTIFICAÇÃO DE DESCRITORES....	21
2.4	CONSERVAÇÃO <i>IN VITRO</i> DE GERMOPLASMA	22
3	CAPÍTULOS	24
3.1	CAPÍTULO I	24
3.2	CAPÍTULO II.....	36
3.3	CAPÍTULO III.....	48
3.4	CAPÍTULO IV	57
3.5	CAPÍTULO V	66
4	CONCLUSÃO GERAL	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

1 INTRODUÇÃO

Durante longos períodos na história, o uso de plantas medicinais esteve presente, não só devido ao seu caráter alimentar, mas também às suas propriedades de cura, sejam elas reais ou ritualísticas (GUPTA *et al.*, 2008). No Brasil, das 200 mil espécies vegetais que possam existir, é provável que pelo menos, a metade pode ter alguma propriedade terapêutica útil à população, dentre elas tem-se as espécies *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. e *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal classificadas como medicinais e que apresentam potencial econômico.

Segundo CRESTANI *et al.* (2010) algumas partes da planta de *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal, conhecida popularmente como curauá destacam-se como potenciais fármacos. O curauá apresenta fibras longas com propriedade antimicrobiana, boa resistência, maciez e peso reduzido, tais características impulsionam o seu uso na fabricação de papel, confecção de cordas, barbantes, produtos artesanais, na indústria geotêxtil e automobilística para produção de componentes para bancos e revestimento de automóveis (FUJIIHASHI e BARBOSA, 2002; CORDEIRO *et al.*, 2011), além das Fibras serem matérias primas de fontes renováveis, biodegradáveis (SATYANARAYANA *et al.*, 2007).

A *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. também chamada ipeca, contém principalmente em suas raízes princípios ativos com atividade farmacológica de relevância econômica devido à presença de dois alcalóides isoquinilínicos: a emetina e a cefalina, seu uso principal é como emético, essa propriedade deve-se mais à cefalina que à emetina, provocando vômito em ocasiões de intoxicação (SILVA, 2014; RICARDO *et al.*, 2017).

Entretanto, devido à diminuição das áreas de ocorrência natural em consequência da ocupação acelerada e desordenada, da abertura de novas fronteiras agrícolas, do processo extrativo indiscriminado, além da dificuldade do cultivo convencional diante da grande demanda de mercado muitas espécies de valor econômico em particular as espécies medicinais, estão em vias de extinção ou ameaçadas de erosão genética (LAMEIRA e OLIVEIRA, 2009). Como consequência, a ipeca está listada entre as espécies ameaçada de extinção e muitas outras estão sendo direcionadas para tal classificação. Estudos que auxiliem para identificação, avaliação e conservação de tais germoplasma são de extrema importância para minimizar os riscos de perda de material genético, além de auxiliar em um maior aproveitamento do potencial de uso do germoplasma.

Considerando os recursos genéticos como a fração da biodiversidade que tem previsão de uso atual ou potencial e o germoplasma constituinte do patrimônio genético de uma espécie como fonte de variabilidade genética (KIIHL, 2019). Logo, tem-se nos Bancos Ativos

de Germoplasma (BAGs) uma alternativa para a conservação dos recursos genéticos (BESPALHOK *et al.*, 2007). Pois, apresentam como principais objetivos diminuir a erosão genética quando a pressão por uma determinada espécie está alta, conservar genes que possam ser de interesse futuro e possibilitar a utilização do germoplasma ali depositados em programas de melhoramento (RIOS, 2020).

A caracterização do germoplasma consiste em identificar, descrever semelhanças e diferenças entre acessos, é uma atividade essencial no manejo das coleções de germoplasma, pois viabiliza seu uso e justifica a conservação da espécie, possibilitando avanços em estudos de variabilidade genética, assim como facilita a identificação de indivíduos superiores em relação a alguma característica específica (MATA, 2010). Existem diversas formas de caracterização: morfológica, citogenética, química, bioquímica e molecular (SALOMÃO, 2010).

O compartilhamento de informações sobre a caracterização morfológica dos recursos genéticos, só é eficiente se todos usarem os mesmos critérios de avaliação, isto é, os mesmos descritores (GOTOR *et al.*, 2011). Um descritor pode ser definido como um atributo ou característica mensurável que é observado em um acesso de um banco de germoplasma (BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2007). Podem ser quantitativos ou qualitativos e auxiliam a descrição das características das plantas, permitindo verificar a diferenciação entre acessos distintos. De acordo com SILVA (2014), os descritores bem definidos, podem garantir características hereditárias próprias da nova variedade e podem fornecer os elementos para a manutenção da pureza vegetal.

Entre os outros tipos de avaliações que são aplicadas em um BAG destacam-se os estudos da fenologia, que se refere à parte da botânica que estuda os diferentes eventos biológicos, tanto vegetativa (germinação, emergência, crescimento da parte aérea e das raízes) como reprodutivo (florescimento, frutificação e maturação), demarcando as épocas de ocorrência e as respectivas características (NEVES *et al.*, 2010). Cada espécie apresenta comportamento diferente em função das variações do ambiente, sendo necessários estudos sobre o comportamento das espécies em cada local de cultivo (SEGANTINI *et al.*, 2010).

Conhecer os padrões fenológicos, comportamento anual das espécies e as relações das fenofases com as variações ambientais são ferramentas para a compreensão dos fatores que atuam na reprodução e sobrevivência das plantas. Logo, o entendimento dos ciclos reprodutivos das plantas é de fundamental importância para o manejo, conservação e preservação de recursos genéticos (OLIVEIRA, 2008; CARVALHO, 2015).

A Embrapa Amazônia Oriental visando à conservação de materiais vegetais de duas espécies de plantas medicinais de valor econômico instalou dois Bancos Ativo de germplasma:

Ipeca e Curauá, sendo, o BAG Ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L.) instalado em agosto de 1988. Atualmente contém 68 acessos procedentes de municípios dos Estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso, Rio de Janeiro e Rondônia. Enquanto, o BAG Curauá (*Ananas comosus*) foi instalado em julho de 2001, atualmente contém 58 acessos procedentes de municípios do Estado do Pará; ambos possuem como objetivos principais enriquecer, conservar, avaliar, caracterizar, documentar e disponibilizar o germoplasma dessas espécies (PÁDUA, 2020). Os BAGs de Ipeca e Curauá localizados nesta unidade da Embrapa são conservados em campo e *in vitro*.

Segundo SOUZA *et al.* (2006), e SILVA (2016), o cultivo *in vitro* vegetal permite a micropropagação e a conservação de germoplasma. A conservação *in vitro* compreende a manutenção de germoplasma, por meio da técnica de cultura de tecidos *in vitro*, em condições controladas que favorece o crescimento lento dos explantes através da redução do metabolismo vegetal, proporcionando a sua conservação (SILVA *et al.*, 2018).

Coleções mantidas em condições de crescimento lento requerem renovação anual ou bianual, por meio da transferência para novo meio de cultura diferenciando do subcultivo que visa à multiplicação em larga escala (SOARES *et al.*, 2011). Estudos realizados por MATSUMOTO *et al.* (2010), utilizando a técnica da cultura de tecidos *in vitro* em condições controladas de temperatura, fotoperíodo e em meio de cultura que favoreça o crescimento lento dos propágulos, permitiu a conservação a médio prazo do germoplasma vegetal.

Diante do exposto, esta pesquisa foi norteada pelas seguintes questões: evidenciar e compreender os ciclos fenológicos reprodutivos das espécies ipeca e curauá, averiguar possível correlação destes eventos com os elementos climáticos, precipitação e temperatura média do ar; avaliar e identificar os descritores morfológicos destas espécies visando à seleção dos genótipos; avaliar o efeito do meio de cultura MS com diferentes concentrações de sais e do agente osmótico Sorbitol, para viabilizar o aumento de intervalo entre o subcultivo de ipeca.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar as fenofases, caracterizar morfológicamente acessos de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. e *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *erectifolius* (L. B.Smith) Coppens & F. Leal. e desenvolver protocolos de conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L.

1.2 Específicos

- Relacionar o comportamento fenológico de ipeca e curauá, com as condições climáticas da região, e identificar os meses de ocorrência ou ausência das fenofases; com a finalidade de indicar a época mais adequada para a coleta e utilização do material vegetal da espécie.
- Identificar descritores morfológicos de ipeca e curauá, visando à avaliação do germoplasma, fornecendo informações para a conservação e o uso dos recursos genéticos.
- Estabelecer meio de cultura que viabilize a conservação *in vitro* de ipeca com intervalo entre subcultivos de no mínimo 12 meses.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BOTÂNICA E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESPÉCIES *Ananas comosus* VAR. *ERECTIFOLIUS* E *Carapichea ipecacuanha* (BROT.) L.

A família Bromeliaceae apresenta 3.400 espécies distribuídas em 58 gêneros (GIVNISH *et al.*, 2011). Sua distribuição geográfica é tipicamente neotropical (ZANELLA, 2012), com exceção da espécie *Pitcairnia feliciana* (JACQUES-FELIX, 2000), nativa do oeste da África. As espécies de Bromeliaceae são encontradas em uma grande variedade de habitats. As mesófitas prevalecem em ambientes com alta umidade, como em florestas tropicais, enquanto as xerófitas com metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) são capazes de habitar ambientes secos, como em savanas, campos rupestres, ambientes desérticos e mesmo sobre rochas nuas (LINDER e RUDALL, 2005).

Segundo o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group - APG IV (2018), a família Bromeliaceae, juntamente com outras 16 famílias, pertence à ordem *Poales*. A monofilia de *Poales* é bem sustentada por caracteres moleculares (LINDER & RUDALL, 2005) e compreende 7% de todas as Angiospermas e 33% das monocotiledôneas, incluindo táxons importantes economicamente e ecologicamente (GIVNISH *et al.*, 2010). Bromeliaceae ocupa uma posição basal em relação às demais famílias, representando, assim um clado de divergência precoce dentro da ordem (GIVNISH *et al.*, 2010).

O curauá é uma bromélia terrestre de porte pequeno a médio, monocotiledônea, herbácea e perene; as folhas são eretas, com faces planas, coriáceas e rígidas; possui duas variedades comumente designadas de curauá branco e curauá roxo com folhas de 4 a 5 cm de largura e até 1,5 m de comprimento (CORDEIRO *et al.*, 2009). Planta da região amazônica possui seu habitat natural caracterizado por ser um solo arenoso e pouco fértil. É possível encontrar esta espécie em alguns estados brasileiros como Acre, Mato Grosso, Goiás, Amazonas e Pará, neste último tiveram início às primeiras plantações comerciais (ZAH *et al.*, 2007).

A família Rubiaceae é a quarta maior família dentre as angiospermas, superada somente pela Orchidaceae, Asteraceae e Fabaceae (DELPRETE, 1999). Apresenta aproximadamente 615 gêneros e 13.150 espécies (HEYWOOD *et al.*, 2007), com distribuição cosmopolita, mais abundantes nas regiões tropicais e em ambos os hemisférios (TAYLOR *et al.*, 2004), apresenta 1.412 espécies, distribuídas em 126 gêneros, 45 subespécies e 56 variedades, sendo que na Amazônia Brasileira é representada por 106 gêneros, 756 espécies, 16 subespécies e 31 variedades (ZAPPI *et al.*, 2018).

A espécie *Carapichea ipecacuanha* pertencente à família Rubiaceae, apresenta as seguintes sinônimas científicas: *Eve ipeca* Standley, *Cephaelis ipeca* Rich., *Cephaelis emética*

Pers., *Uragoga ipeca* Baill., *Psychotria ipeca* Mull. Arg e *Ipeca officinalis* Arr. Cam. Seu centro de origem é o Brasil, onde pode ser encontrada nos Estados de Mato Grosso, Rondônia, Pará, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Pernambuco e Bahia. Porém, a área de maior ocorrência fica no Estado de Mato Grosso (LAMEIRA, 2002). De acordo como mesmo autor, a espécie é nativa das regiões sombrias e úmidas das florestas tropicais da América, com ocorrência no Brasil, Colômbia, Venezuela, Peru, Equador, Bolívia, Guianas e América Central. CORRÊA (2012) relata que a ipeca ocorre em diversas regiões, entretanto existem diferenciações morfológicas e anatômicas entre as plantas, mas as plantas encontradas no Brasil apresentam maior concentração dos princípios ativos.

A ipeca é caracterizada como um subarbusto pode alcançar até 30 cm de altura aos 2,5 anos de idade. Seus ramos aéreos, emitidos a partir dos nós e seu rizoma, são cilíndricos, com 0,6 a 1,9 cm de diâmetro, e os entrenós, de 0,2 a 7,0 cm de comprimento (LAMEIRA, 2002). As folhas são lisas e persistentes na parte superior dos ramos, ovais, elípticas e oblongas. A inflorescência terminal é envolvida por brácteas ovais, agudas e lobadas de coloração esverdeada; apresentam pedúnculo ereto com 1,2 a 3,5 cm de comprimento (SANCHÉZ, 2006). As flores são hermafroditas e apresentam-se nas cores creme ou branca, raramente vináceas e o fruto é do tipo baga, elíptico, com 1,0 cm x 0,7 cm, apresentando epicarpo vermelho a vináceo (LAMEIRA, 2002).

2.2 IMPORTÂNCIA DAS ESPÉCIES *Ananas comosus* VAR. *ERECTIFOLIUS* E *Carapichea ipecacuanha* (BROT.) L.

Entre as espécies da região Amazônica com potencial para produção de fibras, destaca-se o curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L.B. Smith) Coppens & F. Leal). No Brasil e no exterior, a fibra de curauá é submetida a frequentes pesquisas, que vêm apresentando resultados significativos, o que torna essa espécie a mais promissora entre as espécies produzidas na Amazônia brasileira. A região que compreende o Oeste do Pará, situada na Amazônia Oriental, tem vivenciado a experiência agrícola com a planta nativa da região (CORDEIRO *et al.*, 2016).

A propriedade mais conhecida dessa planta foi descoberta pelos povos primitivos da floresta (RAMALHO, 2005). Os índios já usavam a fibra resistente contida dentro das folhas do curauá para amarrar objetos de músicas e produtos em geral (CAMARINHA *et al.*, 2020).

Suas fibras apresentam uso diversificado, degradável e reciclável, além de possuir ótimas propriedades mecânicas (BARBOSA, 2011), são utilizadas para a fabricação de papel, na produção de componentes para bancos e revestimento de automóveis (CORDEIRO *et al.*, 2010). Sua fibra é empregada na fabricação de diversos produtos, indo de fibras para a

indústria automobilística, fábricas de calçados, cordas, confecção de artesanatos diversos, podendo viabilizar a implantação de agroindústrias. Além disso, a mucilagem, que é um subproduto da fibra, pode ser usada na alimentação animal, na medicina (pois tem uma toxina que funciona como bactericida) e na fabricação de papel (LAMEIRA *et al.*, 2020).

A ipeca é reconhecida mundialmente, como uma planta medicinal de grande importância econômica, o seu amplo uso farmacológico está associado à presença de alcalóides bioativos encontrados em suas raízes (emetina e cefalina), que possibilita seu uso também como expectorante, anti-inflamatório e no combate a diarreia (OLIVEIRA e VIEGAS, 1997; OLIVEIRA, 2010), usadas no tratamento antidiarréico, amebicida, expectorante, anti-inflamatório e no controle da anorexia (PORTAL *et al.*, 2013).

Seu uso principal é como emético, essa propriedade deve-se mais à cefalina que à emetina, provocando vômito em ocasiões de intoxicação, com o objetivo de impossibilitar ou diminuir a absorção do agente tóxico ingerido e que ainda está no estômago (SILVA, 2014).

Para a obtenção da emetina e cefalina, demandadas pela indústria farmacêutica, faz-se a retirada da raiz da planta, pois é a parte que possui maior concentração desses alcalóides. Entretanto, arrancando-se a raiz, a espécie não se regenera e por essa razão a ipeca é uma espécie ameaçada de erosão genética ou em vias de extinção, pelo fato de ter sofrido intenso processo extrativo por mais de dois séculos (ROCHA e LAMEIRA, 2011).

2.3 FENOLOGIA VEGETAL E ELEMENTOS CLIMÁTICOS

A fenologia consiste na parte da botânica que estuda os diferentes eventos biológicos tanto vegetativos (germinação, emergência, crescimento da parte aérea e das raízes) quanto reprodutivos (florescimento, frutificação e maturação), demarcando a época de ocorrência e as respectivas características. (NEVES *et al.*, 2010; MORELLATO *et al.*, 2016).

O conhecimento da fenologia é relevante para o estudo da dinâmica da população e da comunidade de plantas de uma determinada área (ORTOLANI e CAMARGO, 1987; MORELLATO, 2007) é possível fazer o uso racional dos recursos vegetais, uma vez que será observado qual o estágio adequado para realização de cada operação que envolva o uso da planta, além de ser base para a compreensão dos fatores que estimulam a ocorrência do florescimento e frutificação. Segundo FREITAS *et al.* (2013) um dos papéis principais sobre a importância da fenologia está no âmbito do conhecimento da biologia reprodutiva das plantas, favorecendo informações reais e relevantes para que venham proporcionar como serão definidas as estratégias sustentáveis de uso e acompanhamento de impactos como a exploração e a reprodução das espécies, a caracterização dos estágios fenológicos das diferentes espécies.

A fenologia fornece também informações sobre o melhor período para coleta de material vegetal de interesse, para a obtenção de subprodutos com fins fitoquímicos, cosméticos ou nutricionais (ZANIOLO, 2002). Apesar da sua importância, pesquisas sobre o padrão fenológico de espécies com grande potencial econômico da Amazônia são escassas (PIRES *et al.*, 2016).

Identificar os padrões fenológicos, e as relações das fenofases com as variações ambientais é uma ferramenta para a compreensão dos fatores que atuam na reprodução e sobrevivência de plantas, sendo fundamental para o manejo, conservação e preservação de recursos genéticos (OLIVEIRA, 2008; CARVALHO, 2009).

Ressalta-se que as fases fenológicas de uma planta podem variar conforme as condições climáticas (SCORIZA e PIÑA-RODRIGUES, 2014). Dentre os fatores abióticos que podem atuar como gatilhos na ocorrência das fenofases reprodutivas citam-se luminosidade, temperatura, umidade, fotoperíodo e pluviosidade (CALLE *et al.*, 2010), sendo a precipitação e a temperatura do ar os fatores que causam maiores efeitos. Segundo ARMATAS *et al.* (2016) o clima local também promove comportamentos fenológicos específicos a cada região.

Mudanças na temperatura podem influenciar a fisiologia dos vegetais, a exemplo das altas temperaturas que diminuem a condutância estomática e, conseqüentemente, reduzem a fotossíntese e o crescimento das plantas (VERMA e SUKLA, 2015). Para esses autores as mudanças na temperatura afetam também a produção de metabólitos secundários e no fotosistema II diminui a eficiência fotoquímica causando aumento no estresse nas plantas. A fenologia pode ser influenciada pela variação do fator climático precipitação pluviométrica, segundo ANDRADE *et al.* (2020) em estudo da fenologia reprodutiva de Rubiaceae revela que o alto grau de sincronismo entre as fenofases pode estar relacionado a fatores como temperatura e precipitação que regulam de forma similar a ocorrência das fenofase.

2.4 AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA E IDENTIFICAÇÃO DE DESCRITORES

A caracterização de germoplasma consiste em identificar, descrever semelhanças e diferenças entre acessos, é uma atividade essencial no manejo das coleções de germoplasma, pois viabiliza seu uso e justifica a conservação da espécie, possibilitando avanços em estudos de variabilidade genética, assim como facilita a identificação de indivíduos superiores em relação a alguma característica específica (MATA, 2010).

Existem diversas formas de caracterização: morfológica, citogenética, química, bioquímica e molecular (SALOMÃO, 2010). A caracterização morfológica envolve o estudo da forma das plantas, tanto das estruturas externas como internas, por intermédio da obtenção

de dados, qualitativos e/ou quantitativos (análise morfométrica), de características herdáveis. Objetiva descrever um acesso e através disto efetivar sua distinguibilidade de outros acessos, seja de um mesmo banco ativo de germoplasma (BAG), seja de uma coleção de trabalho para fins de melhoramento genético ou para fins de comportamento agrônomo regional (VEIGA e QUEIRÓZ, 2015).

Entre os aspectos do processo de caracterização e avaliação dos acessos, encontram-se os caracteres morfológicos, nos quais de forma sistemática, é realizada uma observação com o auxílio de listas de características descritivas ou “descritores” (RIBEIRO, 2011; MISTURA *et al.*, 2014), que podem ser quantitativos ou qualitativos e auxiliam a descrição das características das plantas, permitindo verificar a diferenciação entre acessos distintos, por meio de caracteres altamente herdáveis controlados por reduzidos e invariáveis genes ou pouco variáveis em função do ambiente. Para SILVA (2014), os descritores bem definidos, podem garantir características hereditárias próprias da nova variedade e podem fornecer os elementos para manutenção da pureza vegetal.

A caracterização e avaliação dos acessos aliado ao estudo de diversidade genética é de extrema importância para trabalhos de conservação e manutenção de bancos, permitindo assim detectar relações existentes entre os acessos e identificar aqueles que apresentam características superiores, proporcionando grande contribuição para o melhoramento (PAULA, 2007; SOBRAL, 2009; RIBEIRO, 2011).

2.4 CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE GERMOPLASMA

As formas de conservação existentes podem ser *in situ*, onde o recurso genético é mantido em sua condição natural como reservas, parques florestais etc., e *ex situ* sob forma de coleções e bancos de germoplasma que podem ser estabelecidas a partir de diferentes estratégias e metodologias (SOUZA *et al.*, 2018).

Conservação *in vitro* compreende a manutenção de amostras de germoplasma vegetal utilizando-se a técnica da cultura de tecidos *in vitro*, em condições controladas de temperatura, fotoperíodo e em meio de cultura que favoreça o crescimento lento dos propágulos (MATSUMOTO *et al.*, 2010). É uma forma de manutenção feita fora do seu habitat natural, *ex situ* isto é, um processo feito com a interferência humana direta como medida “moderna” para evitar a perda de determinado germoplasma (VEIGA e QUEIRÓZ, 2015).

Um sistema de crescimento lento, ou mínimo, caracteriza-se por requererem intervalos aumentados entre as subculturas, reduzindo o desenvolvimento e o metabolismo das plantas, sem perda de viabilidade (ASHMORE, 1997). A redução da atividade metabólica e da taxa de

crescimento das culturas pode ser obtida pela manipulação das condições ambientais, incluindo a redução de temperatura, intensidade luminosa e oxigênio, além de modificações na constituição do meio de cultura via redução de nutrientes no meio de cultivo ou adição de compostos de ação retardante no crescimento (WITHERS e WILLIAMS, 1998, MANSUR *et al.*, 2009).

Os meios de cultura utilizados para a conservação *in vitro* podem ser os mesmos adotados para a cultura de tecidos em geral, sendo o meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) o mais comumente utilizado. Entretanto, algumas alterações podem ser realizadas tais como a redução na concentração dos sais, ausência de reguladores de crescimento e adição de reguladores osmóticos. Os agentes osmóticos como o manitol, o sorbitol e a sacarose atuam sobre o crescimento, reduzindo o potencial osmótico do meio de cultura. O sorbitol é um açúcar alcoólico geralmente não metabolizado por tecidos vegetais, devido ao fato de uma gama de espécies não possuir via natural para a biossíntese deste, promove a redução da absorção de elementos minerais pelas células em função da redução do potencial osmótico do meio e, desse modo, limita o crescimento das plantas (SOUZA *et al.*, 2009).

As causas para tentar conservar germoplasma *in vitro* são as mesmas da manutenção em geral, mas, usa-se essa metodologia quando for vantajosa em relação às mais simples ou quando não houverem outras mais apropriadas, quais sejam as necessidades de se manterem plantas matrizes com qualidades especiais, preservar espécies ameaçadas de extinção (VEIGA e QUEIROZ, 2015).

Quando comparada com a conservação em Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) em campo, a conservação *in vitro* apresenta uma série de vantagens, como, por exemplo, reduzido risco de perda por desastres climáticos e ataques de pragas e doenças. Por outro lado, tem a desvantagem de exigir uma infraestrutura mais sofisticada e mão de obra especializada. Existe, ainda, o risco de ocorrência de variação somaclonal, que aumenta quando os acessos conservados *in vitro* passaram por sucessivos subcultivos, durante longos períodos de tempo. Este problema pode ser reduzido com a criação de condições de cultivo que permitam o maior espaçamento entre os intervalos de subcultivo e a transferência periódica dos acessos para casa de vegetação ou para o campo para revitalização e subsequente reintrodução *in vitro*. Além da conservação, os acessos conservados *in vitro* também são utilizados para auxiliar no intercâmbio de germoplasma (MATSUMOTO *et al.*, 2010).

De acordo com o regimento geral da Bionorte, seguindo o Modelo 2- Tese de Doutorado em Formato Artigos, que instrui escrita nas normas da revista a que foram submetidos os capítulos/artigos I, II, III, IV (publicados) e V (submetido) estão no formato da revista Research, Society and Development.

3 **CAPÍTULOS**

3.1 **CAPÍTULO I**

Título: FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal. E SUA CORRELAÇÃO COM A TEMPERATURA MÉDIA DO AR E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.

Revista: Research, Society and Development.

Fenologia reprodutiva de *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal. e sua correlação com a temperatura média do ar e precipitação pluviométrica

Reproductive phenology of *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal. and its correlation with average temperature and rainfall

Fenología reproductiva de *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens y F. Leal. y su correlación con la temperatura media del aire y las precipitaciones

Recebido: 03/04/2021 | Revisado: 12/04/2021 | Aceito: 14/04/2021 | Publicado: 28/04/2021

Meiciane Ferreira Campelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9566-3741>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: meicianecampelo@gmail.com

Osmar Alves Lameira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8562>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-4377>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: ruanny_vidal@hotmail.com

Allan Cristiam Santos Ramires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0953-7221>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: allanramires15@gmail.com

Resumo

A espécie *Ananas comosus* var. *erectifolius*, conhecida como curauá, pertence a família das Bromeliáceas, na região amazônica sua folhagem tem proveito na produção de fibras e também é considerado uma espécie medicinal. Apesar da sua importância, pesquisas sobre o comportamento da fenologia de espécies com grande potencial econômico da Amazônia são escassas. O trabalho teve como objetivo realizar o estudo das fenofases reprodutivas de *Ananas comosus* var. *erectifolius* pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental correlacionando com a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica, com a finalidade de indicar a época mais adequada para a coleta e utilização do material vegetal da espécie. As frequências foram registradas semanalmente de janeiro de 2015 a dezembro de 2019. A atividade fenológica exibiu diferenças entre acessos. O índice de correlação de Spearman apontou uma correlação direta e significativa apenas na frutificação em relação à temperatura. O registro fenológico mostrou a máxima concentração de grupos de acessos que apresentaram maiores médias de dias de floração em de agosto, setembro e outubro, com destaque em agosto. A frutificação registrou as maiores médias percentuais de dias de frutificação em agosto, setembro, outubro e novembro, com destaque em outubro. Sugere-se a coleta de material vegetal de interesse da espécie de dezembro à julho, cujo registro de número de dias que ocorrem as fenofases sofre reduções. É pertinente executar posteriores estudos de correlação da fenologia com eventos climáticos considerando individualmente o desempenho de cada acesso.

Palavras-chave: Curauá; Fenologia reprodutiva; Precipitação de chuva; Temperatura média do ar.

Abstract

The species *Ananas comosus* var. *erectifolius*, known as curauá, belongs to the family of Bromeliaceae, in the Amazon region its foliage has benefits in the production of fibers and is also considered a medicinal species. Despite its importance, research on the behavior of phenology of species with great economic potential in the Amazon is scarce. The objective of this work was to study the reproductive phenophases of *Ananas comosus* var. *erectifolius* belonging to the Active Germplasm Bank of Embrapa Amazônia Oriental correlating with air temperature and rainfall, in order to indicate the most suitable time for the collection and use of plant material of the species. The frequencies were recorded weekly from January 2015 to December 2019. Phenological activity showed differences between accesses. The Spearman correlation index showed a direct and significant correlation only in fruiting in relation to temperature. The phenological record showed the maximum concentration of groups of accessions that had

the highest average flowering days in August, September and October, especially in August. Fruiting recorded the highest average percentage of fruiting days in August, September, October and November, especially in October. It is suggested the collection of plant material of interest to the species from December to July, whose registration of the number of days that occur the phenophases undergoes reductions. It is pertinent to carry out further studies on the correlation of phenology with climatic events considering the performance of each access individually.

Keywords: Curauá; Reproductive phenology; Rainfall precipitation; Average air temperature.

Resumen

La especie *Ananas comosus* var. *erectifolius*, conocido como curauá, pertenece a la familia de las Bromeliaceae, en la región amazónica su follaje tiene beneficios en la producción de fibras y también es considerada una especie medicinal. A pesar de su importancia, las investigaciones sobre el comportamiento de la fenología de especies con gran potencial económico en la Amazonía son escasas. El objetivo de este trabajo fue estudiar las fenofases reproductivas de *Ananas comosus* var. *erectifolius* perteneciente al Banco de Germoplasma Activo de Embrapa Amazônia Oriental correlacionando con la temperatura del aire y las precipitaciones, a fin de indicar el momento más adecuado para la recolección y uso del material vegetal de la especie. Las frecuencias se registraron semanalmente desde enero de 2015 hasta diciembre de 2019. La actividad fenológica mostró diferencias entre accesos. El índice de correlación de Spearman mostró una correlación directa y significativa solo en fructificación en relación a la temperatura. El registro fenológico mostró la máxima concentración de grupos de accesiones que tuvieron los días de floración promedio más altos en agosto, septiembre y octubre, especialmente en agosto. La fructificación registró el mayor porcentaje de días de fructificación en agosto, septiembre, octubre y noviembre, con un destaque en octubre. Se sugiere la recolección de material vegetal de interés para la especie de diciembre a julio, cuyo registro del número de días que ocurren las fenofases sufre reducciones. Es pertinente realizar más estudios sobre la correlación de la fenología con los eventos climáticos considerando el desempeño de cada acceso de manera individual.

Palabras clave: Curauá; Fenología reproductiva; Precipitación pluvial; Temperatura media del aire.

1. Introdução

O curauá assim conhecido popularmente, pertence à família das Bromeliáceas, possui o porte herbáceo, comumente encontrado na região amazônica e apresentando duas variedades: roxa e branca, cuja folhagem é aproveitada para a confecção de fibras no estado do Pará (Lameira et al., 2020).

Segundo Satyanarayana; Guimarães; Wypych, (2007) as fibras oriundas do material botânico são materiais que oferecem vantagens quando comparado aos materiais convencionais utilizados para fabricação de compósitos sintéticos, por serem matérias primas de fontes renováveis, biodegradáveis, exploração de baixo impacto, e que oferece portanto menos risco ao meio ambiente. Segundo Frollini et al., (2000) e Cordeiro et al., (2011) o curauá apresenta fibras longas com boa resistência, maciez e peso reduzido, e por possuir características impulsionaram o seu uso na fabricação de papel, confecção de cordas, barbantes, produtos artesanais, na indústria geotêxtil e automobilística para produção de componentes para bancos e revestimento de automóveis. Estudo feito por Fujihashi e Barbosa (2002) demonstrou que o curauá também é considerado uma espécie medicinal por possuir propriedade antimicrobiana, o que lhe confere maior valor agregado na indústria têxtil. Crestani et al., (2010) afirmam que algumas partes da planta destacam-se como potenciais fármacos.

No Pará esta espécie vem assumindo papel de destaque, não somente por apresentar diversidade de uso e boa adaptabilidade a diferentes condições ambientais, mas também por criar oportunidade de gerar emprego e renda através do incremento de novas tecnologias com benefícios sócio-econômicos e ecológicos (Cordeiro et al., 2011).

Quanto ao seu plantio, segundo Lameira (2009) o curauá é pouco exigente no que se refere à qualidade do solo, porém, é extremamente dependente de sítios agrícolas com índice pluviométrico superior a 2.000 mm/ano. Para Souza et al., (2017) a fenologia do gênero *Ananas* estão intimamente associado com a cultivar e as condições ambientais (temperatura, umidade, luminosidade). Existe cultivares mais precoces e outras mais tardias, o que influencia no desenvolvimento da planta, florescimento e colheita dos frutos. Seu extrato vegetal possui também potencialidade na adubação orgânica, pois a atividade é contínua e favorece o enriquecimento do solo (Cordeiro et al., 2010).

Apesar da sua importância, pesquisas sobre fenofases de espécies com grande potencial econômico da Amazônia são escassas (Pires et al., 2016). Morellato et al., (2016) afirmam que a fenologia pode ser subdividida em vegetativa (estudo das

folhas) e reprodutiva (composta pela formação de flores e frutos das plantas). Com o conhecimento da fenologia da espécie, é possível fazer o uso racional dos recursos vegetais, uma vez que será observado qual o estágio adequado para realização de cada operação que envolva o uso da planta, além de ser base para o entendimento dos fatores que estimulam o acontecimento do florescimento e frutificação (Matzenauer, 2007).

Estudos fenológicos permitem indicar padrões dos ciclos vegetativos e reprodutivos bem como suas dependências aos fatores ambientais (Françoso et al., 2014; Vogado et al., 2016).

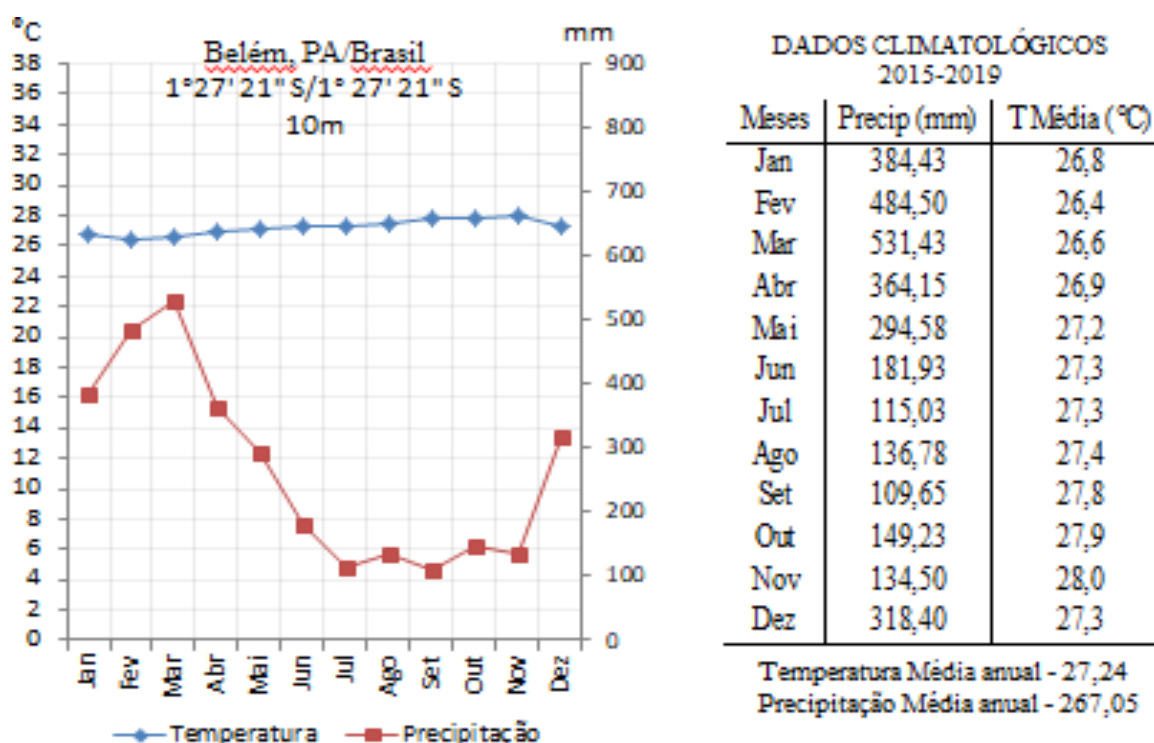
Desta forma, objetivou-se avaliar as fenofases reprodutivas de *Ananas comosus* var. *erectifolius* pertencente ao Banco Ativo Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental correlacionando com a temperatura média do ar e a pluviosidade, com a finalidade de indicar a época mais adequada para a coleta e utilização do material vegetal da espécie.

2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Curauá pertencente ao horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental. Foi estudado a fenologia de acessos de *Ananas comosus* var. *erectifolius*, todos registrados no Herbário IAN do Laboratório de Botânica da mesma instituição. O nome científico da espécie foi atualizado nas bases de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza et al., 2014) e do Mobot Tropicos, do Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2014). O material de estudado tem seis procedências de origem, municípios de Alenquer, Santarém, Belém, Bragança, Ponta de Pedras e Monte Alegre (Alelo Vegetal, 2021) todos localizados no Pará- Brasil. Entretanto no local de estudo todos estão submetidos às mesmas condições de cultivo. Este trabalho aborda uma pesquisa de campo, sendo de método quantitativo de acordo com Pereira et al. (2018).

Os dados foram coletados durante cinco dias por semana de janeiro de 2015 a dezembro de 2019. Foram avaliados 42 acessos, através da seleção aleatória de 10 planta/acessos cada indivíduo foi marcado com uma fita. Para o registro das fenofases avaliou-se a floração e frutificação, onde a fase de floração inclui desde o desenvolvimento de botões até o final do período de antese das flores, já a frutificação, desde a formação visível dos frutos até a sua queda segundo Medeiros et al., (2016). A duração das fenofases (floração e frutificação) foi anotada em fichas de campo e posteriormente tabuladas em planilhas, sendo determinadas pelas médias de dias por mês de ocorrência do evento fenológico. Para os fatores climáticos foram utilizados valores médios mensais de temperatura média e pluviosidade (Figura 1) cedidos pela Estação meteorológica da Embrapa Amazônia Oriental Belém- Pa, situada nas coordenadas 1° 27' 21'' S de latitude e 48° 30' 14'' W de longitude, com altitude de 10m (Figura 1).

Figura 1. Clima do Local de estudo, temperatura média do ar e precipitação pluviométrica média mensal e anual referente ao período de 2015 a 2019, em Belém-PA.



Fonte: Estação Climatológica da Embrapa Amazônia Oriental.

O método adotado para realização das análises foi o índice de atividade sugerido por Bencke & Morellato (2002), que consiste em registrar a ocorrência ou a ausência do evento reprodutivo em cada espécie. Logo, o uso do termo “pico”, refere-se ao pico de atividade, estabelecido por Bencke & Morellato (2002) como o mês que apresenta o maior número de acessos da espécie em uma determinada fenofase. Para conferir a existência ou não de correlação significativa entre as fenofases e fatores abióticos aplicou-se a correlação de Spearman com o auxílio do software estatístico R (2020), onde o coeficiente de correlação (ρ), com sinal negativo (-) indica que as variáveis se correlacionam de maneira inversa, ou seja, o aumento de uma está correlacionado a decréscimo da outra, a intensidade é classificada da seguinte maneira, os valores de ρ entre 0,34 e 0,66 indicam relações fracas (ρ fraca) e a partir de 0,67 relações fortes (ρ forte) como sugeridos por Cann (2002). A elaboração de gráficos e tabelas com o auxílio do Microsoft Excel.

3. Resultados e Discussão

No período estudado a pluviosidade variou de 109,65 mm registrada em setembro a 531,43 mm registrada no mês de março. Enquanto a temperatura variou de 26,4°C no mês de fevereiro a 28°C em novembro, o índice de precipitação média e temperatura média anual registrada foram, respectivamente, de 267,05 mm e 27,24°C (Figura 1).

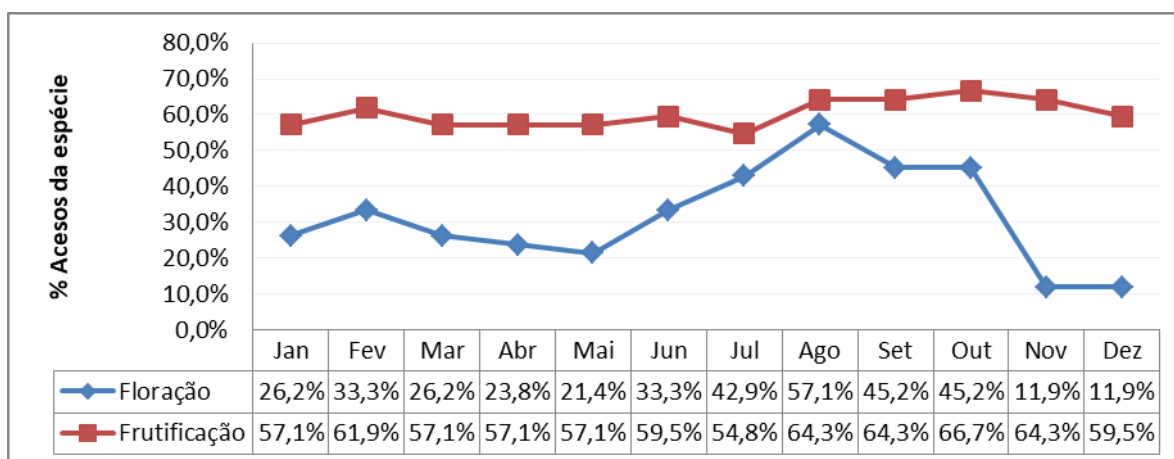
Os acessos de Curauá monitorados revelaram que a espécie, apresenta diferentes padrões fenológicos nos eventos de frutificação e floração, sendo mais acentuado nesta última (Figura 2; Tabela 1). Os ciclos fenológicos de plantas tropicais são complexos, apresentando padrões desiguais de difícil reconhecimento, principalmente em estudos de curto prazo (Bencke & Morellato, 2002), logo a importância de estudos por anos sequentes.

A floração ocorreu o ano todo, principalmente, nos meses de agosto, setembro e outubro, atingindo o pico de acessos da espécie em agosto com 57,1% de acessos florando (Figura 2). Estudos com Bromeliaceae em 12 meses de observação

mostraram que a comunidade de bromélias apresentou floração sequencial em todos os meses no período avaliado (Tagliati et al., 2018).

A frutificação ocorreu de forma sequencial o ano todo, esta fenofase foi registrada com maior intensidade de agosto, setembro, outubro e novembro, com pico em outubro (66,7%). Os períodos do ano em que as fenofases estudadas se mostraram mais intensos assemelharam-se acentuadamente. Logo, onde ocorrem maiores percentuais de acessos expressando floração condiz com os meses em que há também elevados números de acessos apresentando frutificações (Figura 2).

Figura 2. Sazonalidade fenológica nos eventos reprodutivos de floração e frutificação do Curauá.



Fonte: Autores.

O índice de atividade (Bencke & Morellato, 2002), representado na Tabela 1 exibiu o registro de ocorrência ou ausência do evento reprodutivo de 42 acessos cultivados nas mesmas condições no BAG. Entretanto, com origem de procedência em seis municípios-PA, observou-se diferenças na atividade fenológica entre os acessos. Como exemplo desta divergência cita-se o acesso AMB 2301 (município de Alenquer) não florou e nem frutificou em nenhum mês dos anos, diferente dos demais acessos da mesma procedência. No município de Santarém os acessos AB 101, CB 201, TB 301, DB 501, BFB 601, PAB 901 também houve o registro da ausência dos eventos fenológicos reprodutivos ao decorrer de todo o ano, diferente dos demais acessos, reafirmando desta forma a predominância de baixa sincronia dessa população uma vez que quanto maior o número de indivíduos manifestando a mesma fenofase no mesmo intervalo de tempo, maior é a sincronia dessa população.

Tabela 1. Atividade fenológica reprodutiva de acessos de Curauá provenientes de seis municípios-Pará, Brasil. (Nº = número de indivíduos avaliados; floração = ●; frutificação = ○).

Municípios	Acessos	Mês											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alenquer	NLR 2200	○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	○	●○
	AMR 2300	○	●○	○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	○	●○
	HBR 2400	○	●○	●○	○	○	●○	●○	●○	○	●○	○	○
	SRR 2500	○	○	●○	●○	○	●○	●○	●○	●○	●○	○	○
	FMR 2600	○	○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	○	○	○
	AMB 2301												
	HBB 2401	●○	○	●○	●○	●○	●○	●○	○	●○	●○	○	○
Belém	EMBRAPA R 01						●○	●○	●○	○	●○	○	○
	EMBRAPA B 01										●		
Bragança	BB 701										●○		
Monte Alegre	FNR 2100	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	○	○
	NMB 1301			○	○	○							
	JPB1401	●○	●○	○	●○	○	○	○	●○	●○	●○	●○	○
	EFB 1501	●	●○	○	○	○	○						
	JRB 1601	●○	●○	○	○	○	○	○	●○	●○	○	○	○
	SAB 1701	●	●○	○	○	○	○	●○	●○	○	○	○	
	LAB 1801	○	●○	○	○	●○	○	○	○				
	NFB 1901	●○	●○	○	○					●	●○	○	○
	ASB 2001	○	●○	●○	○	○	○	●	●○	●○	●○	●○	●○
Ponta de Pedras	PPR 400	●○	○	○	○		●	●○	●○	●○	○	○	○
	PPB 401									○	●		
Santarém	MR 001	○	○				●○	●○	●○	○	●○	○	○
	CR 200	○	○	○	○	○	●○	○	●○	●○	●○	○	○
	TR 300	●○	●○	○	○	○	○		●○	●○	●○	○	○
	DR 500	○	○	○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	○	○
	BFR 600	○	○	●	●○	●○	○	●○	●○	●○	●○	●○	●○
	PEMATEC R01	○	○	●○	●○	○	●○	●○	●○	●○	●○	●○	○
	MB 002							○					
	AB 101												
	CB 201												
	TB 301	○											
	DB 501												
	BFB 601												
	PEMATEC B02								●	○	○	○	
	MFR 800	○	○	○	○	○	●○	○	●○	○	○	○	○
	PAR 900	○	○			○	○	●○	●○	●○	○	○	○
	RSR 1100	○	○	○	○	●○	○	●○	●○	○	○	○	○
	ANR 1200	●○	●○	●○	○	○	○	●○	●○	○	○	○	○
	MFB 801								●○	●○	○	●○	●○
	PAB 901												
	RSB 1101								○	●○	○	○	○
	ANB 1201	●	●○	○		○	○		○				

Fonte: Autores.

Para a correlação de Spearman (Tabela 2) considerou-se a espécie em geral e o agrupamento dos 42 acessos em seis grupos os quais consideraram a procedência do material (seis municípios), muito embora todos os acessos estivessem submetidos às mesmas condições climáticas e de cultivo no BAG de Curauá. De maneira geral, a espécie apresentou correlação direta e significativa apenas na fenofase de frutificação com a temperatura ($P = 0.0218$), sendo esta classificada como fraca (ρ fraca, entre $>0,34$ e $<0,66$) com coeficiente de correlação (ρ) = 0.651123. A intensidade de frutificação de espécies nativas, plantadas em núcleos de diversidade pode estar relacionada a fatores abióticos, já que não houve correlação com as variáveis ambientais, Silva (2019). Para Machado (2018) espécies do componente arbustivo-arbóreo a temperatura foi a variável abiótica que mais se correlacionou de forma direta com as fenofases, principalmente a frutificação indicando que fatores climáticos exercem influência sobre tal atividade fenológica.

Para a floração houve identificação de correção não significativa ($P > 0,05$) entre as variáveis climáticas, cujos valores obtidos foram para precipitação $\rho = -0.428828$ e $P = 0.1642$ e para temperatura $\rho = 0.251327$ e $P = 0.43070$. Para a correlação fenofases reprodutivas x precipitação, ambas apresentam coeficiente de correlação de Spearman negativos (-) o que permite elucidar uma relação inversa, logo quanto maior o índice pluviométrico a evento de flores e frutos tende a ser menor (Tabela 2. Figura 3A e 5A).

Houve também correlações significativas forte, fraca e correlações não significativas entre os acessos. Quando se observou os distintos grupos, em Alenquer, Bragança e Ponta de Pedras as fenofases não se relacionaram com nenhum fator abiótico de forma significativa. Diferente dos grupos procedentes de Belém, Monte Alegre e Santarém nos quais a frutificação para os dois fatores climáticos teve correlação significativa algumas mais expressivas outras menos, ρ forte $>0,67 = (^2)$; ρ fraca entre $>0,34$ e $<0,66 = (^1)$, a presença de floração se correlacionou de forma significativa com o fator precipitação apenas no grupo de acessos com origem de Santarém.

Tabela 2. Correlações de Spearman (ρ) entre a média mensal das variáveis climáticas e os eventos fenológicos de acessos de Curauá com origem de seis municípios, Pará- BR.

Procedência (grupos)	Fatores abióticos	Floração		Frutificação	
		ρ	P	ρ	P
Alenquer	Temperatura	0.106284 ns	0.7423	0,00000 ns	0,0000
	Precipitação	-0.32389 ns	0.3044	0,00000 ns	0,0000
Belém	Temperatura	0.448589 ns	0.1435	0.86294 * ²	0.0003
	Precipitação	-0.44123 ns	0.151	-0.80792 * ²	0.0014
Bragança	Temperatura	0.395819 ns	0.2028	0.39581 ns	0.2028
	Precipitação	-0.13101 ns	0.6848	-0.1310ns	0.6848
Monte Alegre	Temperatura	-0.14389 ns	0.6555	-0.5601 * ¹	0.0581
	Precipitação	-0.02143 ns	0.9473	0.67749 * ²	0.0154
Ponta de Pedra	Temperatura	0.388973 ns	0.2114	0.5057ns	0.5057
	Precipitação	-0.53108 ns	0.07561	-0.2531 ns	0.4272
Santarém	Temperatura	0.484873 ns	0.1101	0.77554 * ²	0.0030
	Precipitação	-0.694213 *	0.01225	-0.58657 *	0.0449
Espécie	Temperatura	0.251327 ns	0.43070	0.651123 * ¹	0.0218
	Precipitação	-0.428828 ns	0.1642	-0.38074 ns	0.2221

ρ = coeficiente de correlação de Spearman

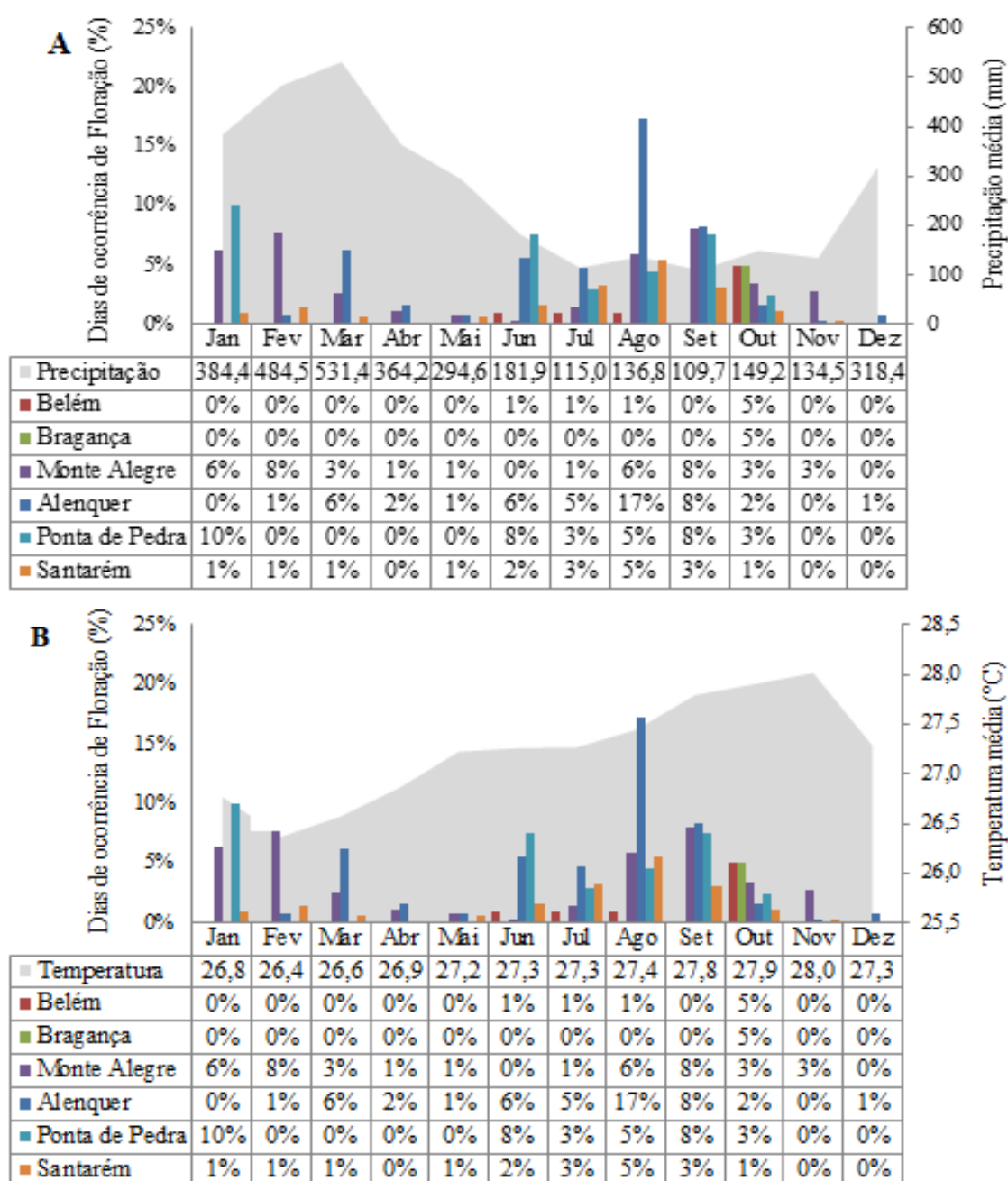
* $P < 0,05$ = Valores significativos segundo o teste de correlação de Spearman

ρ forte $>0,67 = (^2)$; ρ fraca entre $>0,34$ e $<0,66 = (^1)$.

Fonte: Autores.

A espécie *Ananas comosus* apresentou variação no padrão de acontecimento de dias de frutificação e floração entre os grupos de acessos. O registro fenológico mostrou a máxima concentração de grupos de acessos que apresentaram maiores médias de dias de ocorrência de floração em agosto, setembro e outubro, com destaque em agosto com valor médio de 17% (Alenquer) para os dias analisados. Esses valores coincidem com os menores valores médios de pluviosidade (Figura 3A). Os meses que apresentaram as menores frequências de dias de floração foram novembro e dezembro coincidindo com acentuados registros de temperatura (Figura 3B). A atividade reprodutiva de floração de vegetação arbustivo-arbóreas segundo Machado (2018) foi mais concentrada em determinado período, com intensidade da floração na estação seca (elevadas temperaturas e baixa precipitação).

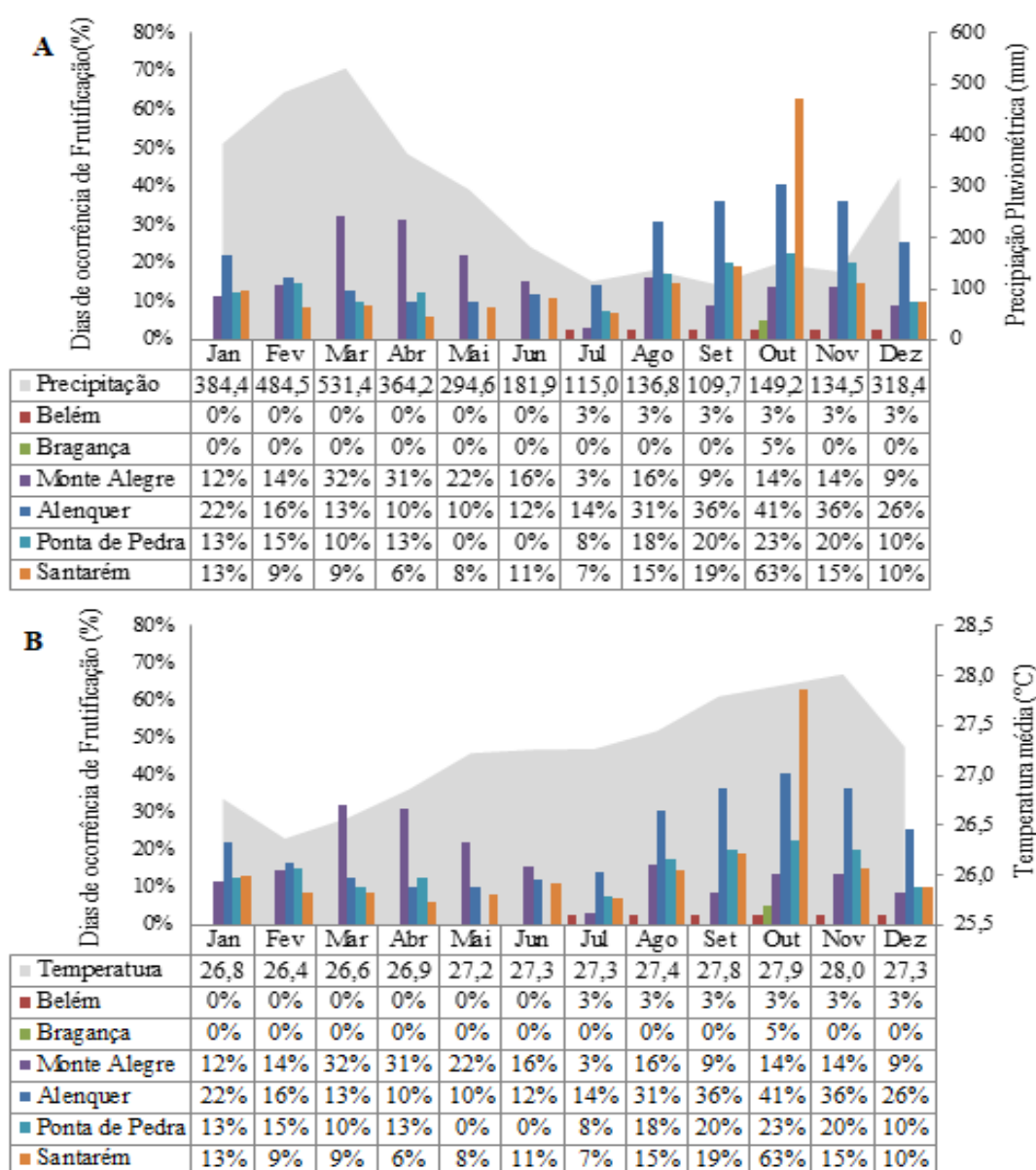
Figura 3. Percentual de dias por mês de ocorrência do evento fenológico de floração de Curauá e Precipitação Pluviométrica (A) e Temperatura Média do ar (B), no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019.



Fonte: Autores.

O evento fenológico de frutificação registrou as maiores médias percentuais de dias de frutificação para os meses de agosto setembro, outubro e novembro, com destaque em outubro com valor médio de 41% (Alenquer) para os dias observados, coincidindo com valores baixos de precipitação. Uma redução na frequência de dias desta fenofase nos grupos de acessos avaliados foi registrada de dezembro à julho, coincidindo com períodos de menores médios de temperatura do ar (Figuras 4A e 4B). Resultados semelhantes foram encontrado por Campelo et al. (2017) em estudo com o acesso de curauá Diamantina que apresentou floração e frutificação com maiores médias de número de dias registradas em agosto período de menores valores de precipitação pluviométrica e início de elevada temperatura media do ar.

Figura 4. Percentual de dias por mês de ocorrência do evento fenológico de frutificação de Curauá e Precipitação Pluviométrica (A) e Temperatura Média do ar (B), no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019.



Fonte: Autores.

Assim como para a espécie em estudo, outras espécies vegetais tendem alguma relação com fatores abióticos como temperatura e precipitação (Figuras 3 e 4), mesmo que em alguns períodos ou para determinados acessos, estatisticamente as

correlações se classifiquem como não significativas. A fenologia da espécie frutífera *Psidium cattleianum* respondeu diretamente à oscilação de temperatura e precipitação. Após um curto período de seca e um acréscimo gradual da temperatura, no final de julho, começaram os brotos, seguidos de seu crescimento até novembro. Entre agosto e novembro, houve presença de botões florais de *Psidium cattleianum*, coincidindo com o período de maiores temperaturas e aumento da regularidade da precipitação (Neto et al., 2020).

4. Conclusão

O estudo fenológico da espécie *Ananas comosus* evidenciou variações proeminente para fenologia reprodutiva, com atividade fenológica distintas entre os acessos, além de correlações com significância, intensidade e proporções desiguais para as variáveis analisadas nos grupos de acessos observados. A fase de frutificação da espécie esta diretamente correlacionada de modo considerável ao fator temperatura média do ar.

Contudo sugere-se a coleta de material vegetal de interesse da espécie nos meses de dezembro á julho, cujo registro de número de dias que ocorrem as fenofases sofre reduções. É pertinente executar trabalhos posteriores que abranjam o estudo de correlação da fenologia com eventos climáticos avaliando o comportamento individual de cada acesso.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e bolsa de estudo de Doutorado, a Embrapa Amazônia Oriental por ceder o local e a estrutura e ao Programa de Doutorado da Rede Bionorte - Biodiversidade e Biotecnologia.

Referências

- Bencke, C. S., & Morellato, L. P. C. (2002). Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Brazilian Journal of Botany*, 25(3), 269-275.
- Bergamaschi, H. (2007). O clima como fator determinante da fenologia das plantas. *Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos*. Colombo: Embrapa Florestas, 1, 291-310.
- Campelo, M., Lameira, O., Mavão, L. D. S., & de Assis, R. M. A. (2017). Fenologia da espécie-Ananas comosus (L.) Merr. var. erectifolius (LB Smith) Coppens & F. Leal. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Seminário De Iniciação Científica Da Embrapa Amazônia Oriental, 21., 2017, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.
- Cann, A. J. (2013). *Maths from scratch for biologists*. John Wiley & Sons.
- Cordeiro, I. M., Lameira, O. A., de Barros, P. L., & Malheiros, M. A. D. M. (2010). Comportamento do curauá sob diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa em condições de cultivo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(1), 49-53.
- Cordeiro, I., Andrade, A. D. S., Ferreira, G., & Braga, R. D. S. (2011). Cultivo e produção agroambiental sustentável de curauá (*Ananas comosus* var. erectifolius (LB Sm.) Coppens & F. Leal, Bromeliaceae) no Nordeste paraense-PA. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS 8., 2011, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: GSC.
- Crestani, M., Barbieri, R. L., Hawerth, F. J., Carvalho, F. I. F. D., & Oliveira, A. C. D. (2010). Das Américas para o mundo: Origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. *Ciência Rural*, 40(6), 1473-1483.
- da Silva, M. P. K. L., Rovedder, A. P. M., Hummel, R. B., Piaia, B. B., Toso, L. D., Felker, R. M., & Matiello, J. (2019). Desenvolvimento inicial e fenologia em núcleos de restauração no bioma Mata Atlântica, Sul do Brasil1. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, 14(1), 5612.
- Embrapa. (2021). Embrapa Recursos Genéticos E Biotecnologia. Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI). Alelo Vegetal.
- Forzza, R. C., Costa, A., Walter, B. M. T., Pirani, J. R., Morim, M. P., Queiroz, L. P., Martinelli, G., Peixoto, A. L., Coelho, M. A. N., Baumgratz, J. F. A., Stehmann, J. R., & Lohmann, L. G. Angiospermas in: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2014. <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128482>.
- Françoso, R., Guaraldo, A. D. C., Prada, M., Paiva, A. O., Mota, E. H., & Pinto, J. R. R. (2014). Fenologia e produção de frutos de Caryocar brasiliense Cambess. e Enterolobium gummiferum (Mart.) JF Macbr. em diferentes regimes de queima. *Revista Árvore*, 38(4), 579-590.
- Frollini, E., Leão, A. L. & Mattoso, L. H. S. (2000). Natural polymers and agrofibers composites. pg. 257-272, Botucatu, Brasil, USP e UNESP.
- Fujihashi, G. D. A., & Barbosa, W. L. R. (2002). Ananas erectifolius (Curauá): padronização dos extratos, frações e do material vegetal. *Revista Científica da*

UFPA, 3, 1-6.

Köppen, W. (1948). Climatologia. Fondo de Cultura Económica.

Kosera Neto, C., Radaelli, J. C., Guollo, K., Wagner Júnior, A., Zanela, J., & Frazon, R. C. (2020). Acompanhamento fenológico de araçazeiros na Região Sudoeste do Paraná. *Research, Society and Development*, 9(10), e8319109180. 10.33448/rsd-v9i10.9180.

Lameira, O. A. (2009). Aspectos técnicos e sócio-econômicos da aplicação da micropropagação na produção de fibras: o caso do curauá. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Congresso Brasileiro De Floricultura E Plantas Ornamentais, 17. , Congresso Brasileiro De Cultura De Tecidos De Plantas, 4., 2009, Aracaju. Ciência, inovação e sustentabilidade. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros , Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

Lameira, O. A., Cordeiro, I. M. C. C., & Pires, H. C. G. (2020). Avaliação dos descritores morfoagronômico e morfoanatomia da lâmina foliar de *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth, Rutaceae, *Ananas comosus* var. *erectifolius* (LB Smith) Coppens & F. Leal, Bromeliaceae e *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes, Rubiaceae. *Appris*.

Machado, W. D. J. (2018). Fenologia da vegetação em áreas de Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

Medeiros, A., Rocha, T. T., Germano, C. M., de Assis, R. M. A., & Lameira, O. (2016). Fenologia reprodutiva de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae). *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Morellato, L. P. C., Alberton, B., Alvarado, S. T., Borges, B., Buisson, E., Camargo, M. G. G., & Peres, C. A. (2016). Linking plant phenology to conservation biology. *Biological Conservation*, 195, 60-72.

Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences*, 11(5), 1633-1644.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM. 119p. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pires, H. C. G., Rosa, L. D. S., Cabral, B. S., Silva, V. M. D., Nogueira, G. A., & Ferreira, P. R. N. (2016). Padrão fenológico de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. em áreas de pastagens na Amazônia oriental. *Floresta e Ambiente*, 23(2), 170-179.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Satyanarayana, K. G., Guimarães, J. L., & Wypych, F. E. R. N. A. N. D. O. (2007). Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 38(7), 1694-1709.

Souza, F., de Souza, E. H., de Padua, T. R. P., & Ferreira, F. (2017). Abacaxizeiros (*Ananas* spp.) cultivados e silvestres. *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)*.

Tagliati, M. C. , Oliveira, H. C. , & de Faria, A. P. G. (2018). Fenologia reprodutiva, recursos florais e polinização de espécies de bromeliaceae em um remanescente urbano de floresta atlântica do sudeste brasileiro *Diversidade e Gestão* 2(2): 139-150. 2018 Volume Especial: Conservação in situ e ex situ da Biodiversidade Brasileira e-ISSN: 2527-0044 139 .

Tropicos. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 2014. <http://www.tropicos.org> .

Vogado, N. O., de Camargo, M. G. G., Locosselli, G. M., & Morellato, L. P. C. (2016). Edge effects on the phenology of the guamirim, *Myrcia guianensis* (Myrtaceae), a cerrado tree, Brazil. *Tropical Conservation Science*, 9(1), 291-312.

3.2 CAPÍTULO II

Título: FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Carapichea ipecauanha* (Brot.) E SUA CORRELAÇÃO COM A TEMPERATURA MÉDIA DO AR E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.

Revista: Research, Society and Development.

Fenologia reprodutiva de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson e sua correlação com a temperatura média do ar e precipitação pluviométrica

Reproductive phenology of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson and its correlation with average air temperature and rainfall

Fenología reproductiva de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson y su correlación con la temperatura media del aire y las precipitaciones

Recebido: 03/04/2021 | Revisado: 12/04/2021 | Aceito: 14/04/2021 | Publicado: 28/04/2021

Meiciane Ferreira Campelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9566-3741>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: meicianecampelo@gmail.com

Osmar Alves Lameira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8562>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-4377>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: ruanny_vidal@hotmail.com

Allan Cristiam Santos Ramires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0953-7221>

Universidade Federal Rural da Amazonia, Brasil

E-mail: allanramires15@gmail.com

Resumo

A espécie *Carapichea ipecacuanha* é uma referência entre as plantas medicinais com princípios ativos de relevância econômica devido à presença de dois alcaloides isoquinolínicos: a emetina e a cefalina. Sendo a fenologia o ramo da ecologia considerada fundamental para o entendimento da dinâmica das comunidades vegetais e estratégias para o uso sustentável de espécies. O objetivo deste trabalho foi registrar as fenofases de *Carapichea ipecacuanha*, correlacionando-as com os elementos climáticos, com a finalidade de indicar a época mais adequada para a coleta e utilização do material vegetal da espécie. As frequências foram registradas semanalmente no período de 2015 a 2019, avaliou-se o índice de atividade, correlação entre fenofases e elementos climáticos e percentuais de dias de fenofases. Os resultados evidenciam que a espécie, flora e frutifica todos os meses do ano, a atividade fenológica exibiu diferenças entre acessos, o índice de correlação de Spearman apontou correlação significativa entre frutificação e fatores climáticos. Registrou-se variação no padrão de ocorrência de número de dias de floração e frutificação entre os grupos de acessos, sendo o número de dias máximo de ocorrência de floração notada em outubro, e frutificação com destaque em março e abril. Contudo sugere-se a coleta de material vegetal da espécie para uso medicinal nos meses de agosto e setembro, cujo registro de número de dias que ocorrem as fenofases sofre reduções. É pertinente executar posteriores estudos de correlação da fenologia com eventos climáticos considerando individualmente o desempenho de cada acesso.

Palavras-chave: Ipeca; Fenologia reprodutiva; Pluviosidade; Temperatura.

Abstract

The species *Carapichea ipecacuanha* is a reference among medicinal plants with active principles of economic relevance due to the presence of two isoquinoline alkaloids: emetin and cephaline. Phenology being the branch of ecology considered fundamental for understanding the dynamics of plant communities and strategies for the sustainable use of species. The objective of this work was to register the phenophases of *Carapichea ipecacuanha*, correlating them with the climatic elements, in order to indicate the most suitable time for the collection and use of the plant material of the species. The frequencies were recorded weekly in the period from 2015 to 2019, the activity index, correlation between phenophases and climatic elements and percentages of days of phenophases were evaluated. The results show that the species, flora and fruit every month of the year, the phenological activity showed differences between accessions, the Spearman correlation index showed a significant correlation between fruiting and climatic factors. Variation in the pattern of occurrence of the number of days of flowering and fruiting was recorded between the accession groups, with the maximum number of days of flowering occurring in October and November, and fruiting with a peak especially in March and April. However, it is suggested the collection of plant material of the

species for medicinal in the months of August and September, whose registration of the number of days that occur the phenophases undergoes reductions. It is pertinent to carry out further studies on the correlation of phenology with climatic events considering the each access performance individually.

Keywords: Ipeca; Reproductive phenology; Rainfall; Temperature.

Resumen

La especie *Carapichea ipecacuanha* es una referencia entre las plantas medicinales con principios activos de relevancia económica debido a la presencia de dos alcaloides isoquinolínicos: emetina y cefalina. La fenología es la rama de la ecología considerada fundamental para comprender la dinámica de las comunidades vegetales y las estrategias para el uso sostenible de las especies. El objetivo de este trabajo fue registrar las fenofases de *Carapichea ipecacuanha*, correlacionándolas con los elementos climáticos, con el fin de indicar el momento más adecuado para la recolección y uso del material vegetal de la especie. Las frecuencias se registraron semanalmente en el período de 2015 a 2019, se evaluó el índice de actividad, correlación entre fenofases y elementos climáticos y porcentajes de días de fenofases. Los resultados muestran que la especie, flora y fruto todos los meses del año, la actividad fenológica mostró diferencias entre accesiones, el índice de correlación de Spearman mostró una correlación significativa entre factores fructíferos y climáticos. Se registró variación en el patrón de ocurrencia del número de días de floración y fructificación entre los grupos de accesiones, registrándose el número máximo de días de floración en octubre y noviembre, y la fructificación con un destaque en marzo y abril. Sin embargo, se sugiere la recolección de material vegetal de la especie para uso medicinal en los meses de agosto y septiembre, cuyo registro del número de días que ocurren las fenofases sufre reducciones. Es pertinente realizar más estudios sobre la correlación de la fenología con los eventos climáticos considerando el desempeño del cada acceso de manera individual.

Palabras clave: Ipeca; Fenología reproductiva; Lluvia; La temperatura.

1. Introdução

A espécie *Carapichea ipecacuanha* conhecida popularmente como ipeca, da família Rubiaceae, é uma referência entre as plantas medicinais com princípios ativos de relevância econômica (Ferreira et al., 2012). A ipeca é uma planta que possui atividade farmacológica devido à presença de dois alcalóides isoquinilínicos: a emetina e a cefalina, seu uso principal é como emético, essa propriedade deve-se mais à cefalina que à emetina, provocando vômito em ocasiões de intoxicação, com o objetivo de impossibilitar ou diminuir a absorção do agente tóxico ingerido e que ainda está no estômago (Silva, 2014).

Desta forma, possui um grande potencial econômico, característica garantida pela comercialização de suas raízes (Ricardo et al., 2017), sendo a parte que possui maior concentração desses alcalóides. E de acordo com Rocha & Lameira (2011) ao arrancar a raiz, a espécie não se regenera e diante disso a ipeca é uma espécie ameaçada de erosão genética ou em vias de extinção, pelo fato de ter sofrido intenso processo extrativo por mais de dois séculos, por meio do 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. (Rocha & Lameira, 2011).

Com isso, a Fenologia é o ramo da ecologia considerada fundamental para o entendimento da dinâmica das comunidades vegetais, pois facilita o entendimento dos processos de regeneração e estratégias para o uso sustentável de espécies e avaliação de impactos climáticos (Tannus et al., 2006). Os estudos fenológicos abordam os diferentes eventos biológicos, dentre estes eventos estão o florescimento e a frutificação (Neves et al., 2010). A compreensão dos padrões fenológicos, comportamento anual e as relações das fenofases com as variações ambientais, fornecem informações para um manejo adequado e preservação de recursos genéticos (Vieira & Carvalho, 2009).

Portanto, um dos objetivos da fenologia é estudar as relações entre os fenômenos biológicos periódicos e as condições meteorológicas ou climatológicas, analisando e comparando as variações temporais e geográficas, que determinam o aparecimento dos seres vivos como respostas às variações ambientais no tempo e no espaço (Pascale; Damário, 2004). Daí ser considerada uma ciência multidisciplinar (Morellato et al. 2016).

Os fatores climatológicos como a radiação solar, temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar são fatores limitantes no desenvolvimento fenológico de uma determinada espécie, podendo variar em diferentes períodos dentro de um

mesmo ano (Forsthofer, 2004). Dentre os fatores climáticos aos quais as plantas são sensíveis destaca-se a temperatura do ar e precipitação que como fatores abióticos influenciam no crescimento (Zanon & Finger, 2010).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi registrar as fenofases reprodutivas de *Carapichea ipecacuanha* pertencente ao Banco Ativo Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, correlacionando com os elementos climáticos como a precipitação pluviométrica e temperatura média do ar, com a finalidade de indicar a época mais adequada para a coleta e utilização do material vegetal da espécie.

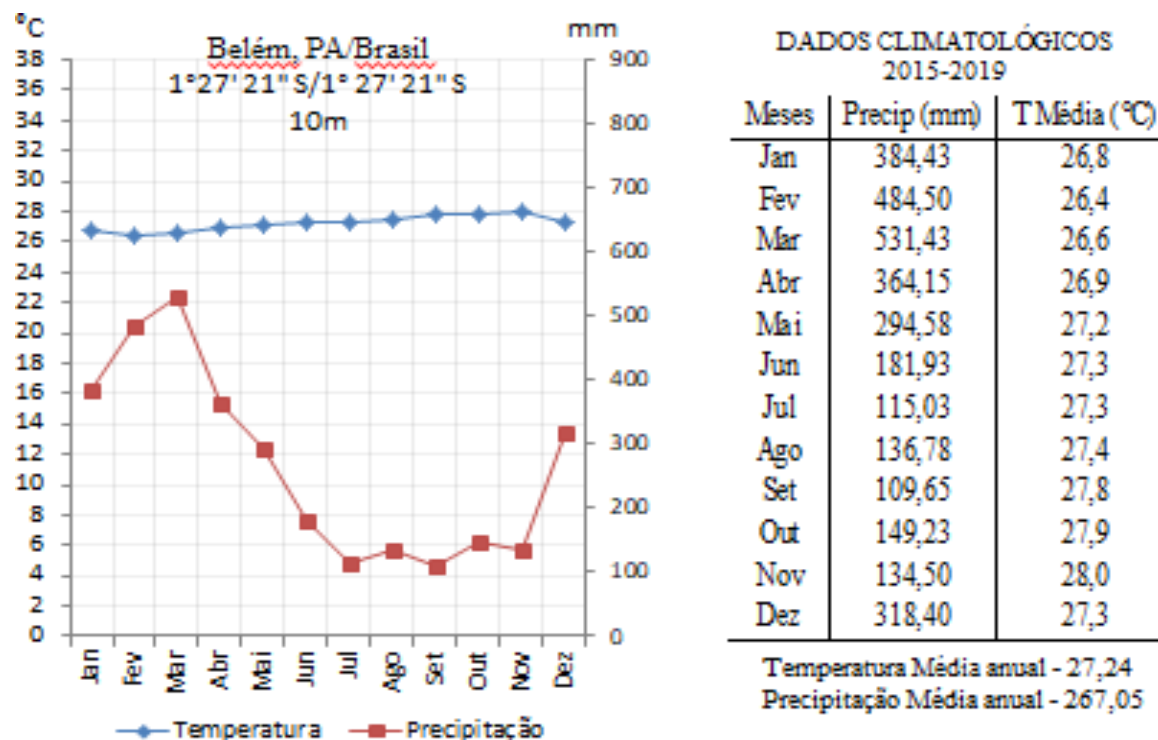
2. Metodologia

O estudo foi conduzido no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) pertencente ao Horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, situada no município de Belém, PA. O clima da apresenta temperatura média anual de 25,9°C, variando entre 21 °C e 31,6 °C, com umidade relativa do ar de 84% e precipitação pluviométrica anual de 2.900 mm, com trimestre mais chuvoso entre os meses de janeiro e março (Peel et al., 2007).

O nome científico da espécie em estudo *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. foi atualizado nas bases de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza, 2014) e do Mobot Tropicos, do Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2014). A identificação botânica foi realizada no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental, e as exsicatas, encontram-se no Herbário IAN da mesma instituição. O material de estudo apresenta cinco diferentes procedências de origem, Estados de Rondônia, Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro e Mato Grosso (Alelo Vegetal, 2021), contudo no local de estudo todos foram submetidos às mesmas condições de cultivo.

Avaliou-se a fenologia reprodutiva da ipeca através de registros realizados cinco vezes por semana ao longo do período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019, desta forma obtendo os dados de comportamentos fenológicos de floração e frutificação, sendo o período de floração caracterizado desde a formação de botões florais até o final do período de antese das flores, e o período de frutificação determinado através da formação visível dos frutos até a sua queda. Os dados meteorológicos de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar foram obtidos por meio do banco de dados da estação meteorológica da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram utilizadas as médias mensais acumuladas (Figura 1).

Figura1. Clima do Local de estudo, temperatura média do ar e precipitação pluviométrica média mensal e anual referente ao período de 2015 a2019, no município de Belém-PA.



Fonte: Estação Climatológica da Embrapa Amazônia Oriental.

Para a demonstração dos resultados foi seguido o índice de atividade descrito por Bencke & Morellato, (2002), que consiste em notar a ocorrência ou a ausência do evento reprodutivo de uma população (neste trabalho referente á cada acesso). E o uso do termo “pico”, ao longo do texto, refere-se ao pico de atividade, como o mês que apresenta o maior número de acessos em uma determinada fenofase.

Para averiguar a existência ou não de correlação significativa entre as fenofases e as variáveis abióticas foi utilizada a correlação de Spearman com o auxílio do software estatístico R (2020), onde o coeficiente de correlação (ρ), com sinal negativo indica que as variáveis se correlacionam de maneira inversa, ou seja, o aumento de uma está correlacionado a decréscimo da outra, e a intensidade é classificada da seguinte maneira, os valores de ρ entre 0,34 e 0,66 indicam relações fracas (ρ fraca) e a partir de 0,67 relações fortes (ρ forte) como sugerido por Cann (2002). E a elaboração de gráficos e tabelas com o auxílio do Microsoft Excel.

3. Resultados e Discussão

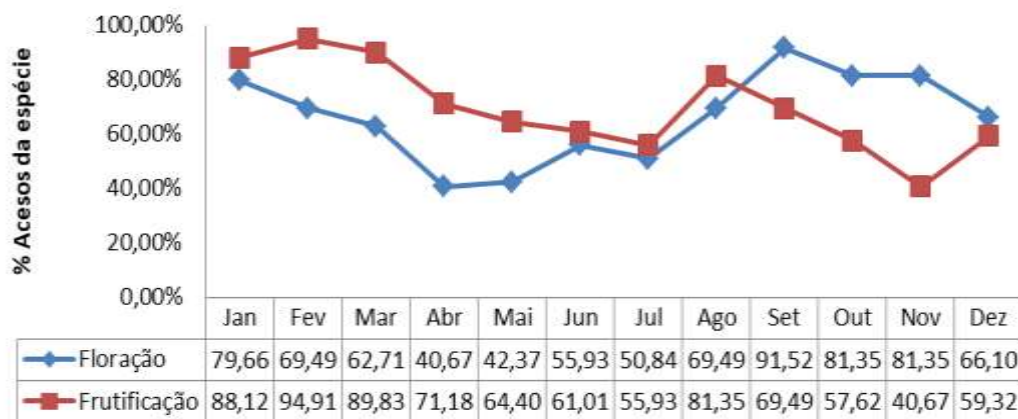
Os resultados dos elementos climáticos evidenciaram que a plusiovidade variou de 109,65 mm em setembro á 531,43 mm em março, e a temperatura média variou de 26,4°C em fevereiro á 28°C em novembro, sendo o índice de precipitação média e da temperatura média anual, registrados de 267,05 mm e 27,24°C (Figura 1).

A espécie *Carapichea ipecacuanha*, apresentou ocorrência das fenofases de reprodução todo o ano, porém com variações nos padrões fenológicos de floração e frutificação ao decorrer dos meses no período estudado (Figura 2, Tabela 1). Fortunato e Quirino (2016) observaram a formação de flores e frutos durante o ano todo em Rubiaceas nos fragmentos de Mata Atlântica.

O maior percentual de acessos florando ocorreu de setembro á novembro, atingindo o pico em setembro (91,52%). Os meses que apresentaram os mais expressivos percentuais de acessos frutificando foram de janeiro á março, sendo o pico

registrado em fevereiro com 94,91% de acessos com frutos (Figura 2). Resultados distintos aos encontrados neste trabalho foram descritos por Andrade (2020) no qual o padrão se mostrou contínuo na produção de flores e frutos apresentado pela comunidade da família Rubiaceae.

Figura 2. Padrão fenológico dos eventos reprodutivos de floração e frutificação da Ipeca.



Fonte: Autores.

O índice de atividade representado na Tabela 1 expõe o registro de ocorrência ou não do evento reprodutivo em 66 acessos cultivados na mesma condições no BAG, entretanto com origem em cinco Estados. Os resultados obtidos revelam diferenças na atividade fenológica dos eventos reprodutivos entre acessos, temos como exemplo 63 acessos que apresentaram variações no registro dos eventos de frutificação e floração, diferentemente dos acessos 811, 812 e 814 que foram os únicos que apresentaram máxima constância das fenofases durante todos os meses do período avaliado. Assincronia entre acessos de *Psychotria nuda* (Rubiaceae) em resposta a frequência de todos os eventos fenológicos, exceto para folhas senescentes, foram identificados em estudos realizados por Ribeiro et al.,(2018).

Tabela 1. Atividade fenológica reprodutiva de acessos de Ipeca provenientes de cinco Estados, Brasil. (Nº= número de indivíduos avaliados; floração = ○; frutificação = *).

Municípios	Acessos	Meses											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RO	819	○ *	*	*	○ *	○ *	*	*	○ *	○ *	○ *	○	○ *
	845	○ *	*	○ *					○ *	○ *	○ *	○	
	610	*	*	○ *	*				*	○ *		*	*
	612	○ *	○ *	*	*	*			○	○		○	
	826	○ *	○ *	○ *	*	○ *	*	○ *	○ *	○ *	○	○	○
	827	○ *	○ *	○ *	*	○ *	*	*	○ *	○ *	○ *	○	○ *
	833	○ *	○ *	○ *	○ *	*	○ *	○ *	○ *	○ *	○ *	○ *	○ *
	834	○ *	○ *	○ *	*	○ *	○ *	○ *	*	○ *	○ *	○ *	○ *
	836	○ *	○ *	○ *	*	*	○ *	○ *	○ *	○ *	○ *	○	○
	837	○ *	○ *	○ *	*	*	*	*	○ *	○ *			
	838	○ *	*	○ *	*	*	*		*	○ *		○	

	839	o*	o*	o*	o*	o*	o*	*	o*	*			
	775	o*	o*	o*	*	o*	o*	o*	o*	o	o	o	o*
	776	*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o	o*	o*	o*	o*
	777	o*	*	o*	*	*	o	o	*	o	o	o	o
	801	o*	*	o*		o	o	*	o	o*	o	o	o*
	802	o*	o*	o*	o*	o	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*
	803	*	o*	o*	*	*	*	*	*	o	o*	*	o*
	806	o*	o*	o*	*	o*	*	o*	o*	o	o	o	o
	807	o*	o*	*	*	*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*
	808	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o	o	
	810	o*	o*	*	*	*	*	*		o*	o*	o*	o*
	811	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*
	812	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*
	814	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*
	815	o*		o*	o*	o*	o		*	o	o*	o	o
MG	753	o*	o*	o*	o*	*	o*	o*		o	o	o*	o*
B	767	o*	o*	o*	o*	*	o*	*	o*	o*	o*	o	*
RJ	745	o*	o*	o*	o*	*	o*	o*	o*	o*	o	o*	o*
	746	o*	o*	o*	o*	o*	o*	*	o*	o*	o*	o*	*
	751	o*	o*	o*	o*				o	o	o	o	o*
MT	571	o*	*	o*			o	o	*	o*	o*	o	
	572	o	o*	*					o*	*	o	o	o*
	573	o	o*	o*			o	o	o	o	*		o*
	574	o	*	*					o*	o		o	o*
	575	o*	o*	o	o	o	o		o*	o	o*	o	o
	576		*						o*	o*	o*	o*	o*
	577	o*	o*	o*	*	*	o*		*	o*		o	o*
	580		*	*					o*	o*	o*		
	689	*		*	o*	*			*	o*		o	
	690	o*	o*	o	o*	o*	o*	o	o*	o	o*	o*	o*
	693	o*	o*	o*	o				o	o	o*	o*	o*
	694	o*	*	o*					*	o	o	o	
	695	*	*			o	o		*	o*	o	o*	*
	696	o*	o*	o*	*	o*	*	o	o	o*	o*	o*	o*
	594	*	o						o*	o*	o*	o	o

589	o*	o*	*	o*		o*	o		*	o*	o	o
590	o*	o*	o*	*	o*	o*	o*	o*	o	o*	o*	
707	o*	o*	*	*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*
708	o*	o*	o*	*	*	*	*	o	o*			
700	o*	*	*			o*	o*	o*	o*	o	o	o*
701	*	*	*	o*	*		o*	*	o*	o*	*	o
702	o*	o*	o*	*	*	o*	o*	o*	o	o*	o	o*
607		o*	o*					o*		o		
595	*	*	*				o	*	o*	*	*	
596	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	*	o*	o	*	*
602		*	o*	o		o		o*	*	o	o	
712	o*	o*	o*	*	o*	o*	o*	*	o	o*	o	o*
714	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o*	o	o*

Fonte: Autores.

Para a correlação de Spearmam (Tabela 2) considerou-se a espécie em geral e o agrupamento dos 66 acessos em cinco grupos (Estados) de acordo com a procedência do material. De maneira geral, a ipeca apresentou para a variável frutificação correlação significativa forte (ρ forte $>0,67$) inversamente proporcional para a temperatura ($\rho = -0.7605822$, $P = 0.004078$) e diretamente proporcional para a precipitação ($\rho = 0.6853147$ * $P = 0.01731$), o que permite inferir que quanto menor a temperatura e maior a precipitação, maior será a incidência de frutos (Tabela 2, Figura 4A e B). Este estudo esta de acordo com Santana et al, (2020) em que nota correlação negativa (-0,98) da temperatura do ar com o número de dias decorrido para a frutificação. Isto é, quanto maior a temperatura do ar, menor será o número de dias para frutificação. Segundo Chagas et al., (2019), a atividade dos frutos maduros de *Elaeis guineensis* teve correlação significativa e positiva também com a umidade e a precipitação. Portanto, quanto maior a umidade e quanto maior o volume pluviométrico, maior é a produção de frutos maduros.

Com relação à floração da espécie e as variáveis climáticas notasse que ocorreu correlação não significativa e negativa tanto para a temperatura ($\rho = -0.33333$ e $P = 0.2897$) quanto para a precipitação ($\rho = -0.33333$ e $P = 0.2897$). Houve também correlações não significativas ou significativas, fortes ou fracas entre os acessos, quando se observa os distintos grupos. Para a variável floração quatro grupos não se correlacionaram com os fatores bióticos apenas os acessos de Mato Grosso se correlacionaram de forma significativa e positiva com a temperatura. Quanto à frutificação os grupos de acessos de Rondônia, Rio de Janeiro se correlacionaram significativamente com os fatores climáticos e o grupo de acessos de Mato Grosso teve correlação significativa apenas com a temperatura, para os demais a correlação não foi significativa nesta fenofase (Tabela 2).

Tabela 2. Correlações de Spearman (rho) entre a média mensal das variáveis climáticas e os eventos fenológicos de acessos de Ipeca provenientes de cinco Estados, BR.

Procedência	Fatores abióticos	Floração		Frutificação	
		rho	p	rho	P
Rondônia	Temperatura	0.206407 ns	0.5198	-0.8663225* ²	0.0002675
	Precipitação	-0.04240 ns	0.8959	0.7080189*	0.00998
Minas Gerais	Temperatura	-0.06523 ns	0.8404	-0.5895063* ¹	0.04367
	Precipitação	0.129550 ns	0.6882	0.529619 ns	0.07657
Bahia	Temperatura	0.028071 ns	0.931	-0.48377 ns	0.111
	Precipitação	0.139373 ns	0.6657	0.305699 ns	0.3339
Rio de Janeiro	Temperatura	0.01684 ns	0.9586	-0.7914452* ²	0.002163
	Precipitação	0.192335 ns	0.5493	0.7897816* ²	0.002244
Mato Grosso	Temperatura	0.61947* ¹	0.0317	-0.40212 ns	0.195
	Precipitação	-0.48155 ns	0.1129	0.479860 ns	0.1144
Espécie	Temperatura	-0.33333 ns	0.2897	-0.7605822* ²	0.004078
	Precipitação	-0.33333 ns	0.2897	0.6853147* ²	0.01731

rho = coeficiente de correlação de Spearman

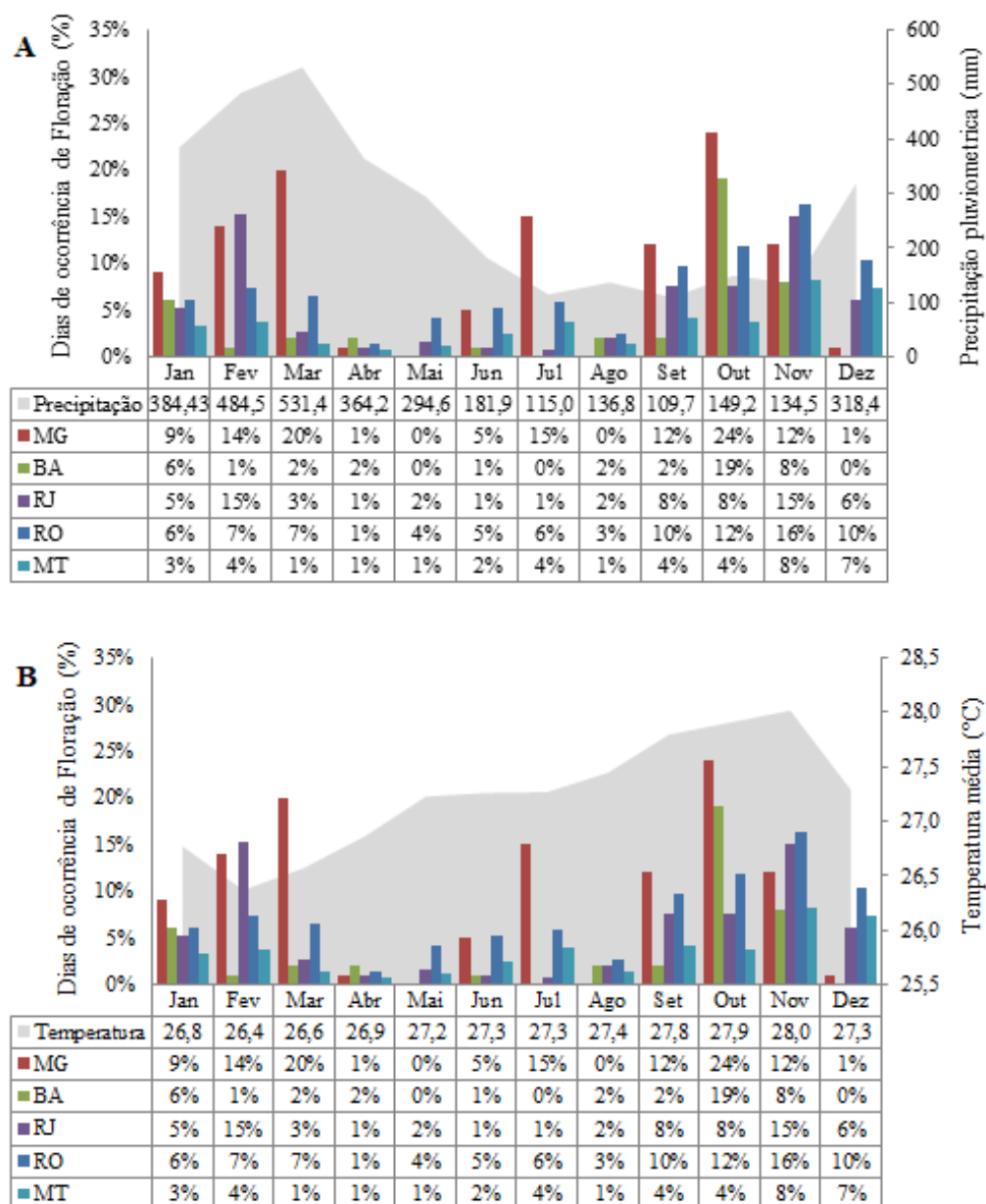
* P < 0,05 = Valores significativos

Rho forte > 0,67 = (²); rho fraca entre < 0,66 = (¹).

Fonte: Autores.

Embora a correlação de Spearman considerando a espécie como um todo a floração não ter se correlacionado significativamente com as variáveis climáticas, a Figura 3 permite observar variações na ocorrência de número de dias de floração e frutificação entre os grupos de acessos. O registro fenológico mostrou as máximas concentrações de grupos de acessos que apresentaram maiores médias de percentual de dias de ocorrência de floração em outubro com 24% (MG) e em novembro com 16% (RO), e com valores médios de 149,2 e 134,5 mm de precipitação pluviométrica, período de estiagem (Figura 3A), e temperatura média do ar de 27,9 e 28° C, respectivamente, sendo estas as maiores médias desta variável (Figura 3B). Houve uma redução na frequência de dias desta fenofase nos grupos de acessos avaliados de abril á agosto, coincidindo com períodos em que a temperatura média começa a elevar, na transição do período chuvoso ao verão amazônico (Figura 3B). Resultados semelhantes foram obtidos por Rocha (2011), onde os maiores dias de floração, coincidindo com os meses de menor precipitação pluviométrica. Para Nascimento et al, (2020) em estudo acerca da fenologia reprodutiva das espécies vegetais relacionadas aos fatores climáticos, embora não tenha apresentado correlação estatística significativa, grande parte delas demonstrou maiores padrões de intensidade.

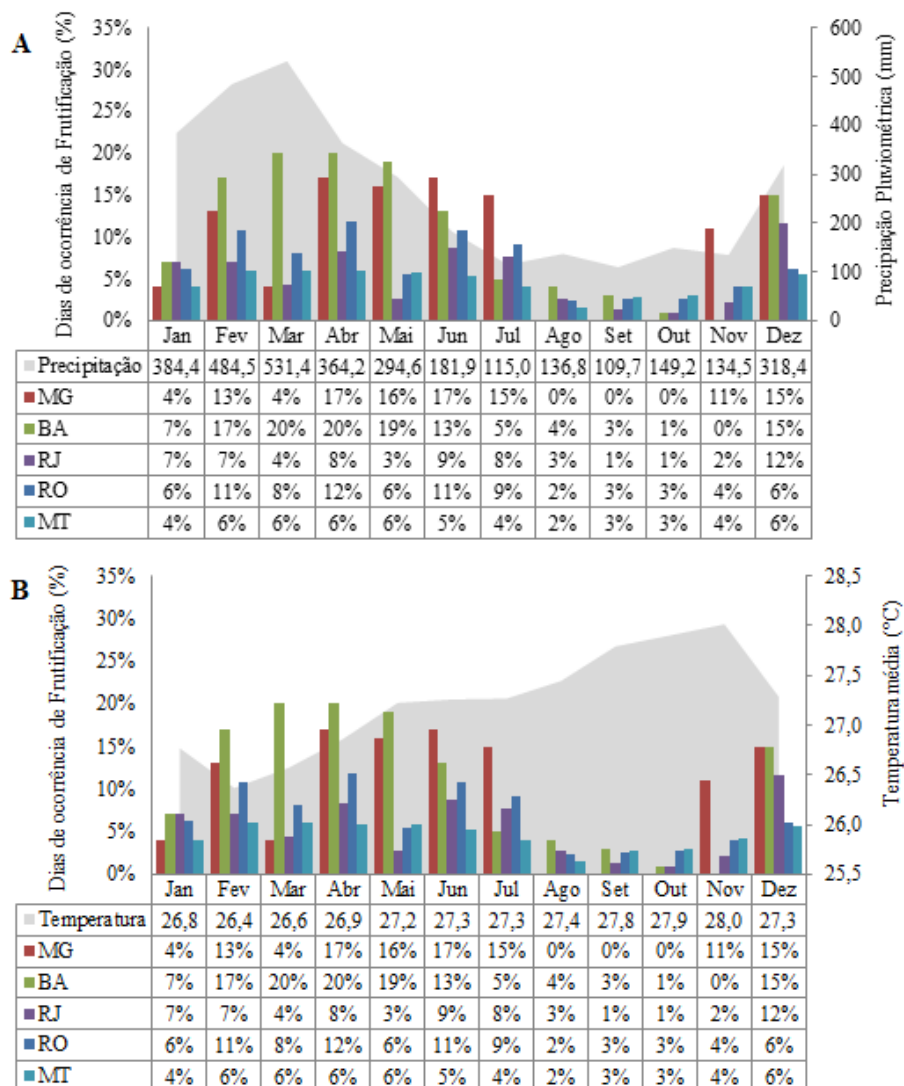
Figura 3. Percentual de dias por mês de ocorrência do evento fenológico floração da Ipeca, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019.



Fonte: Autores.

O evento fenológico de frutificação registrou as maiores médias percentuais de dias de ocorrência para os meses de fevereiro a junho, sendo o maior número registrado simultaneamente em março e abril (20%, BA), coincidindo com o valor de alto índice de precipitação pluviométrica (531,4 e 364,2 mm), que se enquadram no período do inverno amazônico (Figura 4. A), em relação às temperaturas médias para os meses de maior ocorrência de dias de frutificação foram 26,6 e 26,9°C, respectivamente. Uma redução na frequência de dias desta fenofase e nos grupos de acessos avaliados foi registrada de agosto a novembro, coincidindo com períodos em que a temperatura começa a elevar (Figura 4B). A temperatura é influente no que diz respeito às alterações fenológicas (formação de frutos) das espécies vegetais em um determinado local (Hidalgo-Gavezet al., 2018). Neto. (2020) evidenciou que a fenologia da espécie frutífera *Psidium cattleianum* responde diretamente à oscilação de temperatura e precipitação.

Figura 4. Percentual de dias por mês de ocorrência do evento fenológico frutificação de Ipeca, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019.



Fonte: Autores.

4. Conclusão

O estudo fenológico da espécie *Carapichea ipecacuanha* evidenciou variações no padrão dos eventos fenológicos reprodutivos, atividade fenológica dissimilares entre acessos, além de correlações entre frutificação e variáveis climáticas com significância, intensidade e proporções desiguais entre os grupos de acessos observados. A fase de frutificação da espécie está correlacionada fortemente de forma negativa com a temperatura e positiva com a precipitação pluviométrica. Contudo sugere-se a coleta de material vegetal da espécie para uso medicinal nos meses de agosto e setembro, cujo registro de número de dias que ocorrem as fenofases sofre reduções. É pertinente executar trabalhos posteriores que abranjam o estudo de correlação da fenologia com eventos climáticos avaliando o desempenho individual de cada acesso.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e bolsa de estudo de Doutorado, a Embrapa Amazônia Oriental por ceder o local e a estrutura e ao Programa de Doutorado da Rede

Bionorte - Biodiversidade e Biotecnologia.

Referências

- Bencke, C. S., & Morellato, L. P. C. (2002). Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Brazilian Journal of Botany*, 25(3), 269-275.
- Embrapa. (2021). Embrapa Recursos Genéticos E Biotecnologia. Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI). AleloVegetal.
- Ferreira, Q. S., Paloma, M., Lima dos Santos, L., & Trindade, M. F. (2012). Use and importance of quina (*Cinchona* spp.) and ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Anderson): Plants for medicinal use from the 16th century to the present. *J Herb Med*, 2(4), 103-112.
- Forsthofer, E. L., Silva, P. R. F. D., Argenta, G., Strieder, M. L., Suhre, E., & Rambo, L. (2004). Desenvolvimento fenológico e agrônomo de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. *Ciência Rural*, 34(5), 1341-1348.
- Fortunato, M. E. M., & Quirino, Z. G. M. (2016). Efeitos da fragmentação na fenologia reprodutiva de espécies arbóreas presentes em borda e interior de Mata Atlântica Paraibana. *Rodriguésia*, 67(3), 603-614.
- Forzza, R. C.; Costa, A.; Walter, B. M. T., Pirani, J. R., Morim, M. P., Queiroz, L. P., Martinelli, G., Peixoto, A. L., Coelho, M. A. N., Baumgratz, J. F. A., Stehmann, J. R., & Lohmann, L. G. Angiospermas in: Lista De Espécies Da Flora Do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2014. <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128482>.
- Hidalgo-Galvez, M. D., García-Mozo, H., Oteros, J., Mestre, A., Botey, R., & Galán, C. (2018). Phenological behaviour of early spring flowering trees in Spain in response to recent climate changes. *Theoretical and applied climatology*, 132(1), 263-273.
- Kosera Neto, C., Radaelli, J. C., Guollo, K., Wagner Júnior, A., Zanela, J., & Frazon, R. C. (2020). Acompanhamento fenológico de araçazeiros na Região Sudoeste do Paraná. *Research, Society and Development*, 9(10), e8319109180. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9180>.
- Lopes Ribeiro, C., Ferreira de Melo Jr, J. C., Dubet da Silva Mougá, D. M., & Carneiro, E. (2018). Fenologia e visitantes florais de *Psychotria nuda* (Rubiaceae) em um fragmento urbano de Mata Atlântica no sul do Brasil. *Neotropical Biology & Conservation*, 13(3).
- Lopes, L. E., & Buzato, S. (2005). Biologia reprodutiva de *Psychotria suterella* Muell. Arg. (Rubiaceae) e a abordagem de escalas ecológicas para a fenologia de floração e frutificação. *Brazilian Journal of Botany*, 28(4), 785-795.
- Morellato, L. P. C., Albeton, B., Alvarado, S. T., Borges, B., Buisson, E., Camargo, M. G. G., & Peres, C. A. (2016). Linking plant phenology to conservation biology. *Biological Conservation*, 195, 60-72.
- Nascimento, G. M., dos Santos Oliveira, F., & do Nascimento, I. O. (2020). Dados fenológicos de espécies vegetais da reserva extrativista ciriaco em cidelândia e imperatriz, maranhão. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, 6(19).
- Neves, E. L. D., Funch, L. S., & Viana, B. F. (2010). Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 33(1), 155-166.
- Pascale, A. J., & Damario, E. A. *Biocimatologia Agrícola y Agroclimatología*. Buenos Aires: Editorial Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 2004, 550 p.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences*, 11(5), 1633-1644.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Ricardo, L. M., de Paula-Souza, J., Andrade, A., & Brandão, M. G. (2017). 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*, 27(3), 388-400.
- Rocha, T. T., & Lameira, O. A. (2011). Avaliação do período de floração e frutificação do BAG Ipecacuanha. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Seminário De Iniciação Científica Da Embrapa Amazônia Oriental, 15., 2011, Belém, PA. A ciência de fazer ciência: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental.
- Santana, A. S., Giacobbo, C. L., do Prado, J., Uberti, A., Louis, B., & Alberto, C. M. (2020). Fenologia e qualidade de frutos de acessos de *Physalis* spp. *Agrarian*, 13(47), 1-8.
- Silva, M. L. D. (2014). *Cultivo agroflorestal de Psychotria Ipecacuanha (Brot.) Stokes no território do baixo sul da Bahia*. 4. 75 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Tannus, J. L., Assis, M. A., & Morellato, L. P. C. (2006). Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina-SP. *Biota Neotropica*, 6(3), 0-0.
- Tropicos. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 2014. <http://www.tropicos.org>.
- Vieira, F. D. A., & Carvalho, D. D. (2009). Maturação e morfometria dos frutos de *Miconia albicans* (Swartz) Triana (Melastomataceae) em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. *Revista Árvore*, 33(6), 1015-1023.
- Zanon, M. L. B., & Finger, C. A. G. (2010). Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. *Ciência Florestal*, 20(3), 467-476.

3.3 CAPÍTULO III

Título: AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith)
Coppens & F. Leal- Bromeliacea

Revista: Research, Society and Development.

Avaliação morfológica de *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal-Bromeliacea

Morphologica evaluation of *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal-Bromeliacea

Evaluación morfológica de *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens y F. Leal-Bromeliacea

Recebido: 20/04/2021 | Revisado: 28/04/2021 | Aceito: 13/07/2021 | Publicado: 24/07/2021

Meiciane Ferreira Campelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-4377>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: meicianecampelo@gmail.com

Osmar Alves Lameira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8562>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9566-3741>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: ruanny_vidal@hotmail.com

Allan Christiam Santos Ramires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0953-7221>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: allanramires15@gmail.com

Resumo

O objetivo desse trabalho foi determinar descritores morfológicos de acessos de curauá através de caracteres morfológicos visando à avaliação dos germoplasmas, na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA. Foram estudados sete caracteres morfológicos quantitativos de 42 acessos de curauá, totalizando 210 indivíduos, conservados *in vivo* no Horto de Plantas Medicinais. Os dados foram submetidos às análises multivariadas, realizado a seleção direta e seleção com reanálise agrupadas em dois métodos e com base na distância Euclidiana média utilizada na formação dos agrupamentos pelos métodos *Unweighted Paired Group Method Using Arithmetic Averages* -UPGMA de otimização de Tocher e para análise de componentes principais. Dos caracteres avaliados nenhum se mostrou redundante, logo não houve descartes. Com base na distância Euclidiana média apresentaram três menores distâncias 0,052; 0,084 e 0,085 entre pares de acessos e permitiram separá-los em três grupos divergentes pelo método UPGMA e pelo método de Tocher houve a formação de quatro grupos divergentes. Os acessos de *Ananas comosus* var. *erectifolius* possuem variabilidade morfológica de acordo com os sete caracteres quantitativos em estudo, sendo os caracteres comprimento da folha, altura da planta e número de folhas os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos.

Palavras-chave: Curauá; Banco ativo de germoplasma; Caracterização; Variação morfológica.

Abstract

The objective of this work was to determine morphological descriptors of accessions of Curauá through morphological characters aiming at the evaluation of germplasms, at Embrapa Amazônia Oriental, in Belém, PA. Seven quantitative morphological characters of 42 accessions of Curauá were studied, totaling 210 individuals, conserved *in vivo* in the Medicinal Plants Garden. The data were submitted to multivariate analyzes, direct selection and selection with reanalysis were carried out grouped in two methods and based on the average Euclidean distance used in the formation of the clusters by the methods *Unweighted Paired Group Method Using Arithmetic Averages* -UPGMA for Tocher's optimization and for analysis of main components. Of the characters evaluated, none were shown to be redundant, so there were no discards. Based on the average Euclidean distance, they presented three shortest distances 0.052; 0.084 and 0.085 between pairs of accessions and allowed to separate them into three divergent groups by the UPGMA method and by the Tocher method there was the formation of four divergent groups. The accessions of *Ananas comosus* var. *erectifolius* have morphological variability according to the seven quantitative characters under study, with the characters leaf length, plant height and number of leaves being the main contributors to the divergence between the accessions.

Keywords: Curauá; Active germplasm bank; Description; Morphological variation.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar descriptores morfológicos de accesiones de curauá a través de caracteres morfológicos con el objetivo de la evaluación de germoplasmas, en Embrapa Amazônia Oriental, en Belém, PA. Se estudiaron siete caracteres morfológicos cuantitativos de 42 accesiones de curauá, totalizando 210 individuos, conservado en vivo en el Jardín de Plantas Medicinales. Los datos se sometieron a análisis multivariados, la selección directa y la selección con reanálisis se llevaron a cabo agrupados en dos métodos y con base en la distancia euclidiana promedio utilizado en la formación de los conglomerados por los métodos Método de grupo emparejado no ponderado mediante promedios aritméticos -UPGMA para optimización de Tocher para análisis de componentes principales. De los personajes evaluados, ninguno resultó ser redundante, por lo que no hubo descartes. Con base en la distancia euclidiana promedio, presentaron tres distancias más cortas 0.052; 0.084 y 0.085 entre pares de accesiones y se permitió separarlas en tres grupos divergentes por el método UPGMA y por el método de Tocher se formaron cuatro grupos divergentes. Las accesiones de *Ananas comosus* var. *erectifolius* presentan variabilidad morfológica según los siete caracteres cuantitativos en estudio, siendo los caracteres longitud de hoja, altura de planta y número de hojas los principales contribuyentes a la divergencia entre las accesiones.

Palabras clave: Curauá; Banco de germoplasma activo; Descripción; Variación morfológica.

1. Introdução

Entre as espécies da região Amazônica com potencial para produção de fibras, destaca-se o curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L.B. Smith) Coppens & F. Leal). No Brasil e no exterior, a fibra de curauá é submetida a frequentes pesquisas, que vêm apresentando resultados significativos, o que torna essa espécie a mais promissora entre as espécies produzidas na Amazônia brasileira (Cordeiro et al., 2016). Estudos recentes têm demonstrado o grande potencial desta planta como produtora de fibra de excelente qualidade, sendo utilizada na indústria automobilística e têxtil devido sua resistência, maciez e peso reduzido, podendo ainda ser utilizada como celulose e ração animal. Há uma crescente demanda de fibras do curauá por grupos empresariais preocupados principalmente na utilização de produtos naturais biodegradáveis, o que torna essa espécie estratégica para o estado e cria uma perspectiva de melhoria da qualidade de vida dos pequenos produtores (Lameira et al., 2003).

Em virtude disso, a Instituição Embrapa Amazônia Oriental localizada no município de Belém-PA, no ano de 2001 instalou o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de curauá com o objetivo de introduzir, coletar, conservar, caracterizar, documentar e disponibilizar o germoplasma dessa espécie (Pádua et. al., 2020) nesse banco os acessos coletados de diferentes procedências nos permite conduzir estudos na área de caracterização e avaliação morfológica.

Portanto, o uso de um Banco Ativo de Germoplasma tem como principais objetivos diminuir a erosão genética quando a pressão por uma determinada espécie está alta, conservar genes que possam ser de interesse futuro e possibilitar a utilização dos indivíduos ali depositados em programas de melhoramento (Rios, 2020). A avaliação do germoplasma é uma etapa importante, pois viabiliza seu uso e justifica a conservação da espécie, possibilitando avanços em estudos de variabilidade genética, assim como facilita a identificação de indivíduos superiores em relação a alguma característica específica, além de descrever semelhanças e diferenças entre acessos (Mata, 2010).

De acordo com Silva (2014), o estudo da diversidade genética disponibiliza informações fundamentais, em relação à caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis. Outro aspecto é que a avaliação vegetal também é uma etapa fundamental no processo de criação de novos genótipos pelo melhoramento genético vegetal. Em que os descritores bem definidos, podem garantir características hereditárias próprias da nova variedade e podem fornecer os elementos para manutenção da pureza vegetal.

Em vista do que foi exposto, o objetivo desse trabalho foi determinar descritores morfológicos de acessos de curauá através de caracteres morfológicos visando à avaliação dos germoplasmas.

2. Metodologia

Este trabalho aborda uma pesquisa de campo, sendo de método quantitativo de acordo com Pereira et al. (2018). Sendo realizado no BAG de *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & F. Leal, situado no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, com altitude de 10 m e temperatura média anual de 30 °C. O clima em Belém, segundo análise estatísticas da série histórica da cidade, apresenta precipitação anual média de 3.070 mm, entretanto, as chuvas se distribuem de maneira diferente durante o ano, formando um período muito chuvoso (dezembro a maio) e um período menos chuvoso (junho a novembro) Lira et al., (2020).

Foram avaliados 42 acessos de *Ananas comosus* (Tabela 1), todos conservados *in vivo*, cultivados em pleno sol e os tratamentos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade da espécie. A identificação botânica foi realizada no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental, e as exsiccatas, encontram-se no Herbário IAN da mesma instituição com os seguintes números: IAN 185100 – *Ananas comosus* var. *erectifolius* (cuaruá-roxo) e IAN 185101 *Ananas comosus* var. *erectifolius* (curauá-branco). Os acessos possuem procedência em seis municípios do Estado do Pará- Brasil, sendo sete de Alenquer, dois de Belém, um de Bragança, nove de Monte Alegre, dois de Ponta de Pedras e vinte e um de Santarém. (Alelo, 2021). Foram selecionadas cinco plantas por acesso de forma aleatória e marcadas com fita.

Tabela 1. Procedência e nomenclatura de 42 acessos registrados no BAG de *Ananas comosus* var. *erectifolius* da Embrapa Amazônia Oriental.

Procedência (Municípios)	Nomenclatura (ALELO)	Código Local
Alenquer	NLR 2200, AMR 2300, HBR 2400, SRR 2500, FMR 2600, AMB 2301 HBB 2401	NLR ROXO, AMR ROXO, HBR ROXO, SRR ROXO, FMR ROXO, AMB BRANCO, HBB BRANCO
Belém	EMBRAPA R 01, EMBRAPA B 01	EMBRAPA ROXO, EMBRAPA BRANCO
Bragança	BB 701	BB BRANCO
Monte Alegre	FNR 2100, NMB 1301, JPB 1401, EFB 1501, JRB 1601, SAB 1701, LAB 1801, NFB 1901, ASB 2001	FNR ROXO, NMB BRANCO, JPB BRANCO, EFB BRANCO, JRB BRANCO, SAB BRANCO, LAB BRANCO, NFB BRANCO, ASB BRANCO
Ponta de Pedras	PPR 400, PPB 401	PPR ROXO, PPB BRANCO
Santarém	MR 001, CR 200, MFR 800, DR 500, BFR 600, MB 002, PEMATEC R01, AB 101, CB 201, TB 301, DB 501, BFB 601, PAR 900, TR 300, PEMATEC B02, RSR 1100, ANR 1200, MFB 801, PAB 901, RSB 1101, ANB 1201	MR ROXO, CR ROXO, MFR ROXO, DR ROXO, BFR ROXO, MB BRANCO, PEMATEC ROXO, AB BRANCO, CB BRANCO, TB BRANCO, DB BRANCO, BFB BRANCO, PAR ROXO, TR ROXO, PEMATEC BRANCO, RSR ROXO, ANR ROXO, MFB BRANCO, PAB BRANCO, RSB BRANCO, ANB BRANCO

Fonte: Alelo (2021).

Para seleção de descritores e divergência genética entre os acessos os caracteres morfológicos quantitativos avaliados foram sete: altura da planta; largura da folha; comprimento da folha; número de perfilhos na base, número de perfilhos na base do fruto, número de perfilho no ápice e número de folhas. As medições foram realizadas com auxílio de régua e paquímetro.

Após tabulação dos dados, foi realizada análise segundo dois métodos com o auxílio do *software* estatístico R (2020) para identificação de possíveis caracteres quantitativos redundantes ou invariáveis para posterior seleção dos descritores, o primeiro método foi o de seleção direta, proposto por Jolliffe (1937) neste caso foram eliminados todos os caracteres que apresentarem 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 método foi a seleção com reanálise, sugerida por Cury (1993) em que para cada caráter sugerido para descarte, foi realizada nova análise com os caracteres remanescentes, examinando os coeficientes de correlação do caráter sugerido para descarte com os demais caracteres, sendo finalizada quando o caráter a ser descartado se mostrou altamente correlacionado com pelo menos um caráter já descartado. O descarte final foi realizado com base na informação obtida simultaneamente nos dois procedimentos.

Os dados dos caracteres selecionados foram empregados para a obtenção das dissimilaridades entre cada par de acessos com base na distância euclidiana média padronizada, no mesmo software, uma vez que os acessos encontram-se estabelecidos sem obedecer a nenhum delineamento experimental, assim como os caracteres em diferentes medidas e escalas, esta análise foi executada com base na média de cada caráter. A matriz de distância (dissimilaridade) obtida foi utilizada na formação da análise de componentes principais e dos agrupamentos pelos métodos UPGMA e de otimização de Tocher.

3. Resultados e Discussão

Dos sete caracteres avaliados segundo os dois procedimentos utilizados nenhum se mostrou redundante, logo não houve descartes. A eliminação de caracteres 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 (Daher, 1993). Ressalta-se, porém, que após o descarte, o conjunto de caracteres reduzido deve se mostrar efetivo na representação da variação total (Torres Filho, 2008). Contudo, neste trabalho foi realizado o procedimento de seleção direta, proposto por Jolliffe (1937) a seleção com reanálise, sugerida por Cury (1993), entretanto os testes não identificaram redundância que justifiquem descartes.

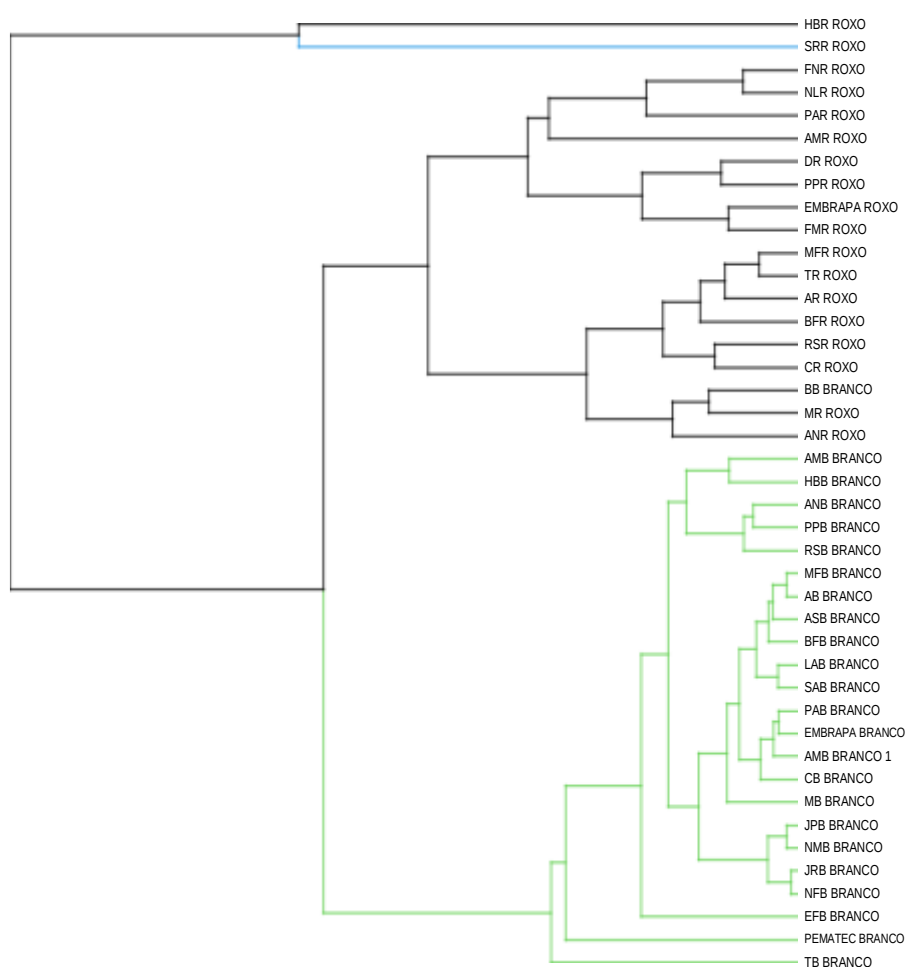
A matriz de dissimilaridade obtida entre os pares de 42 acessos de *Ananas comosus* gerada com base em sete caracteres quantitativos revela maior semelhança, ou seja, maior similaridade com a menor distância (0,052) entre os acessos NFB BRANCO × JRB BRANCO ambos provenientes de Monte Alegre, a segunda menor distância (0,084) entre os pares MFB BRANCO × AB BRANCO ambos provenientes de Santarém e a terceira menor distância (0,085) entre os pares NMB BRANCO × JPB BRANCO ambos provenientes de Monte Alegre. A diversidade genética pode estar associada à distância geográfica, neste estudo, os pares de acessos que apresentaram a menor dissimilaridade, ou seja, os mais semelhantes entre si possuem mesma procedência. 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 (Alves, 2002).

Com base no método UPGMA, os 42 acessos formaram três grupos divergentes: grupo I contendo apenas o acesso SRRROXO, o II composto pelos acessos MR, CR, TR, DR, BFR, MFR, PAR, RSR, ANR, FNR, HBR, AR, NLR, AMR, FMR, PPR, EMBRAPA R, BB e o grupo III contendo os demais acesso MB, AB, CB, TB, DB, BFB, PEMATEC B, MFB, PAB, RSB, ANB, NMB, JPB, AMB, HBB, EFB, JRB, SAB, PPB, EMBRAPA B, LAB, NFB, ASB (Figura 1).

Pode-se perceber no agrupamento destes acessos, que o grupo II abrange entre os 18 acessos que o compõe 17 acessos pertencente ao tipo roxo, enquanto que o grupo III e composto em sua totalidade por 23 acessos do tipo Branco, as

denominações Branco e Roxo se refere à coloração das folhas da planta do curauá, logo nota-se a importância da avaliação em conjunto de caracteres quantitativos e qualitativos. A análise conjunta dos dados quantitativos e qualitativos permite a unificação de todas as informações, proporcionando maior eficiência na determinação da divergência genética entre os acessos de uma coleção e constituindo-se em alternativa viável e ferramenta importante para o conhecimento do germoplasma (Maria da Cruz et al., 2010). Um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético é a seleção de plantas com características superiores para que isto ocorra, é fundamental o conhecimento das correlações entre os caracteres qualitativos, uma vez que estes podem impactar positiva ou negativamente o progresso genético (Torres, 2016).

Figura 1. Dendograma gerado pelo método UPGMA a partir das dissimilaridades obtidas entre 42 acessos de *Ananas comosus* var. *erectifolius* conservados no BAG da Embrapa Amazônia Oriental, com base em sete caracteres morfológicos.



Fonte: Autores.

Pelo método de Tocher houve a formação de quatro grupos de genótipos divergentes entre os 42 acessos. No grupo I esta presente apenas o acesso HPR ROXO, grupo II composto por SRR ROXO, PPR ROXO e DR ROXO, grupo III formado por TR ROXO, MFR ROXO, AR ROXO, BFR ROXO, RSR ROXO, CR ROXO, ANR ROXO, FNR ROXO, NLR ROXO, PAR ROXO, FMR ROXO, EMBRAPA ROXO e grupo IV agrupando os demais 26 acessos (Tabela 2). No método de otimização de Tocher, realiza-se a partição do conjunto de acessos em subgrupos, adotando o critério de que a média das medidas de dissimilaridade, dentro de cada grupo, deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos

(Vasconcelos et al., 2012). Observou-se alguma semelhança na formação dos grupos com a análise pelo método do UPGMA, ressalta-se a formação dos grupos I, II, e III com exclusivamente acessos com denominação roxo e o grupo IV com quase sua totalidade com acessos de denominação branca exceto pelos acessos MR ROXO e AMR ROXO.

Tabela 2. Grupos formados pelo método de Tocher entre os 42 acessos de *Ananas comosus* var. *erectifolius* com base em sete caracteres morfológicos-Distância Euclidiana média padronizada.

Grupos	Acessos						
I	HBR ROXO						
II	PPR ROXO	DR ROXO	SRR ROXO				
III	TR ROXO	MFR ROXO	AR ROXO	BFR ROXO	RSR ROXO	CR ROXO	ANR ROXO
	FNR ROXO	NLR ROXO	PAR ROXO	FMR ROXO	EMBRAPA ROXO		
IV	NFB BRANCO	JRB BRANCO	JPB BRANCO	NMB BRANCO	SAB BRANCO	MFB BRANCO	AB BRANCO
	LAB BRANCO	ASB BRANCO	BFB BRANCO	PAB BRANCO	AMB BRANCO	EMBRAPA BRANCO	MB BRANCO
	CB BRANCO	HBB BRANCO	PPB BRANCO	RSB BRANCO	ANB BRANCO	AMB BRANCO	EFB BRANCO
	BB BRANCO	PEMATEC BRANCO	TB BRANCO	MR ROXO	AMR ROXO		

Fonte: Autores.

O comprimento da folha, altura da planta e número de folhas, foram os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre os 42 acessos com percentuais de contribuição igual a 18,69%; 18,64 e 15,13% respectivamente (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Lameira et al., (2020) realizando avaliação de 10 acessos de *Ananas comosus* de diversas procedências, afirma que o comprimento da folha apresenta maior contribuição para divergência entre os germoplasmas. Assis e Giulietti (1999) em um estudo comparativo de populações de Rutaceae, afirmaram que as variações associadas ao comprimento e largura das folhas, estão expressas na variação das folhas, na qual variam morfológicamente.

O componente que menos contribuiu foi o caráter largura da folha 6,08 %. A análise de componentes principais vem se destacando como a metodologia mais empregada em bancos e ou coleções de germoplasma, pois, identificar os caracteres mais importantes na contribuição de variação total disponível entre os indivíduos analisados (Pereira, 1989), e fornece indicação para eliminar os que pouco contribuem, desta forma proporcionando redução na mão de obra, no tempo e custos das atividades da avaliação e caracterização do banco ativo de germoplasma do curauá (Lameira et al., 2020).

Tabela 3. Contribuição relativa de sete caracteres para a dissimilaridade de 42 acessos de *Ananas comosus* conservados no BAG da Embrapa Amazônia Oriental, com base em sete caracteres morfológicos.

Caráter	Contribuição (%)
Altura planta	18,64
Largura folha	6,08
Comprimento folha	18,69
Perfilho base	12,82
Perfilho ápice	14,16
Nº perfilho base fruto	14,45
Nº de folhas	15,13

Fonte: Autores.

Embora a caracterização morfoagronômica seja vista como uma medida indireta da variabilidade total dos acessos, Moreira et al., (2014) foi capaz de detectar acentuada diversidade entre todos os caracteres e entre todos os acessos de curauá. Assim como o presente estudo de caracterização morfológica identificou através dos sete caracteres avaliados variabilidade entre os germoplasmas de curauá. Lameira et al., (2020) em estudo de caracteres quantitativos de *Ananas comosus* sugere complemento com estudos posteriores de caracteres qualitativos.

4. Conclusão

Este estudo avaliou a variabilidade dos caracteres quantitativos altura da planta, largura da folha, comprimento da folha, número de perfilhos na base, número de perfilhos na base do fruto, número de perfilho no ápice, número de folhas, todos apresentaram contribuição para diferenciação entre acessos de *Ananas comosus*.

Identificou e agruparam os descritores, os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram comprimento da folha, altura da planta e número de folhas, mostrando-se importantes na avaliação de germoplasma de curauá. Recomenda-se a soma de estudos de caracteres morfológicos qualitativos para a espécie.

Estas informações são cruciais para a espécie, auxilia no conhecimento e uso da variabilidade genética e servirão de base para a seleção de indivíduos de interesse em programas de melhoramento, além de fornecer informações fundamentais que facilitará a identificação de espécimes em ecossistemas nativos ou plantados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e bolsa de estudo de Doutorado, à Embrapa Amazônia Oriental por ceder o local e a estrutura, e ao Programa de Doutorado da Rede Bionorte- Biodiversidade e Biotecnologia.

Referências

- Alves, R. M. (2002). *Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro, Theobroma grandiflorum (Willd. ex. Spreng.) Schum., por marcadores microsatélites e descritores botânico-agronômicos* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Assis, M. C. D., & Giulietti, A. (1999). Diferenciação morfológica e anatômica em populações de "ipecacuanha"-*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae). *Brazilian Journal of Botany*, 22(2), 205-216.
- Cordeiro, I. M. C. C., Oliveira Junior, M. C. M. D., Gazel-Filho, A. B., Barros, P., Lameira, O. A., & Oliveira, F. D. A. (2016). Crecimiento del *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* cultivado en presencia de *Ananas comosus* var. *erectifolius* en Pará, Brasil. *Agrociencia*, 50(1), 79-88.

- 8

3.4 CAPÍTULO IV

Título: AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Carapichea ipecacuanha*

Revista: Research, Society and Development.

Avaliação morfológica de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson

Morphological evaluation of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson

Evaluación morfológica de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson

Recebido: 20/04/2021 | Revisado: 29/04/2021 | Aceito: 12/05/2021 | Publicado: 28/05/2021

Meiciane Ferreira Campelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-4377>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: meicianecampelo@gmail.com

Osmar Alves Lameira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8562>

Embrapa Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9566-3741>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: ruanny_vidal@hotmail.com

Allan Christiam Santos Ramires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0953-7221>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: allanramires15@gmail.com

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar e determinar os descritores morfológicos de acessos de ipeca. Foram avaliados 66 acessos de ipeca conservados *in vivo* na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, totalizando 330 indivíduos, para cinco caracteres morfológicos quantitativos. Os dados foram submetidos às análises multivariadas, realizado a seleção direta e seleção com reanálise agrupadas em dois métodos e com base na distância Euclidiana média utilizada na formação dos agrupamentos pelos métodos *Unweighted Paired Group Method Using Arithmetic Averages* - UPGMA de otimização de Tocher e para análise de componentes principais. Dos cinco caracteres avaliados segundo os dois procedimentos utilizados nenhum se mostrou redundante, logo não houve descartes. Com base na distância Euclidiana média apresentaram três menores distâncias 0,09; 0,17 e 0,20 entre pares de acessos e permitiram separá-los em três grupos divergentes pelo método UPGMA e pelo método de Tocher houve a formação de dois grupos divergentes. Três caracteres apresentaram as maiores contribuições para a divergência, a largura da folha, comprimento do pecíolo e altura da planta, com 80,04 %. Diante disso, todos os caracteres apresentaram contribuição para diferenciação entre acessos os acessos de *C. Ipecacuanha*, sendo largura da folha, comprimento do pecíolo e altura da planta os que respectivamente mais contribuíram para a divergência entre os acessos.

Palavras-chave: Ipeca; Banco ativo de germoplasma; Caracterização; Variação morfológica.

Abstract

The aim of this work was to evaluate and determine the morphological descriptors of accessions of ipecac. 66 accessions of ipecac preserved *in vivo* at Embrapa Amazônia Oriental, in Belém, PA, were evaluated, totaling 330 individuals, for five quantitative morphological characters. The data were submitted to multivariate analyzes, direct selection and selection with reanalysis were carried out grouped in two methods and based on the average Euclidean distance used in the formation of the clusters by the methods *Unweighted Paired Group Method Using Arithmetic Averages* - UPGMA for Tocher's optimization and for analysis of main components. Of the five characters evaluated according to the two procedures used, none was redundant, so there were no discards. Based on the average Euclidean distance, they presented three shortest 0.09 distances; 0.17 and 0.20 between pairs of accessions and allowed to separate them into three divergent groups by the UPGMA method and by the Tocher method there was the formation of two divergent groups. Three characters presented the greatest contributions to the divergence, the leaf width, petiole length and plant height, with 80.04%. In view of this, all characters contributed to differentiate between accessions and accessions of *C. Ipecacuanha*, with leaf width, petiole length and plant height being the ones that most contributed to the divergence between accessions.

Keywords: Ipeca; Active germplasm bank; Description; Morphological variation.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar y determinar los descriptores morfológicos de accesiones de ipecacuana. Se evaluaron 66 accesiones de ipeca preservadas *in vivo* en Embrapa Amazônia Oriental, en Belém, PA, totalizando 330 individuos, se estudiaron cinco caracteres morfológicos cuantitativos. Los datos se sometieron a análisis multivariados, la selección directa y la selección con reanálisis se llevaron a cabo agrupados en dos métodos y con

base en la distancia euclidiana promedio utilizada en la formación de los conglomerados por los métodos Método de grupo emparejado no ponderado mediante promedios aritméticos -UPGMA para optimización de Tocher para análisis de componentes principales. De los cinco caracteres evaluados según los dos procedimientos utilizados, ninguno demostró ser redundante, por lo que no hubo descartes. Con base en la distancia euclidiana promedio, presentaron tres distancias más cortas de 0,09; 0,17 y 0,20 entre pares de accesiones y se permitió separarlos en tres grupos divergentes por el método UPGMA y por el método de Tocher se produjo la formación de dos grupos divergentes. Tres caracteres presentaron las mayores contribuciones a la divergencia, ancho de hoja, largo del pecíolo y altura de planta, con 80,04%. En vista de esto, todos los caracteres contribuyeron a diferenciar entre accesiones y accesiones de *C. Ipecacuanha*, siendo el ancho de la hoja, el largo del pecíolo y la altura de la planta los que más contribuyeron a la divergencia entre accesiones.

Palabras clave: Ipeca; Banco de germoplasma activo; Descripción; Variación morfológica.

1. Introdução

A *Carapichea ipecacuanha* (Brot) L.Andersson é conhecida popularmente como ipeca, sendo uma referência entre as espécies de plantas medicinais com princípios ativos de relevância econômica em risco de extinção, devido à excessiva extração comercial (Junior et al.,2012).A ipeca encontra-se na lista de espécies ameaçadas de erosão genética ou em vias de extinção, por ter sofrido intenso processo extrativo nos últimos dois séculos, pela abertura de novas fronteiras agrícolas e outros fatores, tendo suas áreas de ocorrência natural reduzida (Lameira, 2002), uma vez que para a obtenção da emetina e cefalina, demandadas pela indústria farmacêutica, faz-se a retirada da raiz da planta, pois é a parte que possui maior concentração desses alcalóides (Rocha & Lameira, 2011).

O potencial econômico de espécies medicinais nativas no Brasil é imenso, tanto que tais espécies são consideradas uma riqueza a ser preservada e utilizada (Pereira et al., 2006). Para aprimorar o uso desses recursos medicinais nativos, são indispensáveis que as mesmas sejam incluídas em um programa de conservação. Os Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) são uma alternativa para a conservação dos recursos genéticos vegetais (Costa et al., 2011).

Em virtude disso, a Instituição da Embrapa Amazônia Oriental localizada no município de Belém-PA, no ano de 1988 instalou o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Ipeca com o objetivo de introduzir, coletar, conservar, caracterizar, documentar e disponibilizar o germoplasma dessa espécie (Pádua et. al., 2020) nesse banco os acessos coletados de diferentes procedências nos permite conduzir estudos na área de caracterização e avaliação morfológica.

Uma boa avaliação de materiais de um Bag e a determinação da distância genética entre os acessos é de grande relevância na identificação e seleção de genótipos de interesse para os programas de melhoramento genético (Sudré et al., 2010).Na avaliação de acessos em bancos de germoplasma a observação e avaliação de um grande número de características em um mesmo indivíduo são muito comuns, principalmente quando a quantidade de indivíduos é grande, e devido a isso se lança mão de técnicas multivariadas para análise dessas características. As técnicas multivariadas são métodos que avaliam simultaneamente as múltiplas características de cada indivíduo, e as classificam de forma que a interpretação seja mais rápida. Dentre estas estão à análise de agrupamento, análise de componentes principais (Mingoti, 2007).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi determinar descritores morfológicos de acessos de ipeca visando à avaliação dos germoplasmas.

2. Metodologia

Refere-se a um estudo realizado em campo e de cunho quantitativo segundo as descrições de Pereira et al., (2018). Este estudo foi realizado no Banco Ativo de Germoplasma (Bag) de Ipeca, instalado no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, com altitude de 10 m e temperatura média anual de 30 °C. O clima em Belém, segundo a série histórica da cidade de Belém, apresenta precipitação anual média de 3.070 mm, entretanto, as chuvas se distribuem de maneira

diferente durante o ano, formando um período muito chuvoso (dezembro a maio) e um período menos chuvoso (junho a novembro) Lira et al., (2020).

Foram avaliados 66 acessos de *Carapichea ipecacuanha* (Brot) L. Andersson, conservados *in vivo*, cultivados em canteiros sob telado de sombrite 50% de luminosidade, os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade da espécie. Foram selecionadas cinco plantas por acesso de forma aleatória e marcados com fita. Os acessos possuem origem de seis Estados do Brasil, sendo um acesso da Bahia- BA, dois do Espírito Santo- ES, um de Minas Gerais- MG, vinte e nove de Mato Grosso - MT, três do Rio de Janeiro-RJ, vinte e trinta de Rondônia - RO (Tabela 1).

Tabela 1. Procedência e nomenclatura de 66 acessos conservados no Bag de ipeca da Embrapa Amazônia Oriental.

Procedência	Nomenclatura (Cod. Local)
Bahia	767
Espírito Santo	759; 761
Minas Gerais	753
Rio de Janeiro	745; 746; 751
Mato Grosso	571; 572; 573; 574; 575; 576; 577; 580; 589; 590; 594; 595; 596; 602; 607; 689; 690; 693; 694; 695; 696; 700; 701; 702; 707; 708; 712; 714; 719
Rondônia	610; 612; 775; 776; 777; 779; 801; 802; 803; 806; 807; 808; 810; 811; 812; 814; 815; 816; 819; 826; 827; 828; 829; 833; 834; 836; 837; 838; 839; 845

Fonte: ALELO (2021).

Para a seleção de descritores e divergência genética entre os acessos os caracteres morfológicos quantitativos avaliados foram: altura da planta; altura da primeira ramificação; largura da folha; comprimento da folha; e comprimento do pecíolo. As medições foram realizadas com auxílio de régua e paquímetro.

Após tabulação dos dados, foi realizada análise segundo dois métodos com o auxílio do *software* R(2020) para identificação de possíveis caracteres quantitativos redundantes ou invariáveis para posterior seleção dos descritores, o primeiro método foi o de seleção direta, proposto por Jolliffe (1937) neste caso eliminam-se todos os caracteres que apresentarem 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 método foi à seleção com reanálise, sugerida por Cury (1993) em que a cada caráter sugerido para descarte, realizou-se nova análise com os caracteres remanescentes, examinando os coeficientes de correlação do caráter sugerido para descarte com os demais caracteres, sendo finalizada quando o caráter a ser descartado se mostrou altamente correlacionado com pelo menos um caráter já descartado. O descarte final será realizado com base na informação obtida simultaneamente nos dois procedimentos.

Os dados dos descritores selecionados foram empregados para a obtenção das dissimilaridades entre cada par de acessos com base na distância euclidiana média padronizada, no mesmo software, uma vez que os acessos encontram-se estabelecidos sem obedecer a nenhum delineamento experimental.

A matriz de distâncias obtidas foi utilizada na formação dos agrupamentos pelos métodos de UPGMA, otimização de Tocher e para análise de componentes principais.

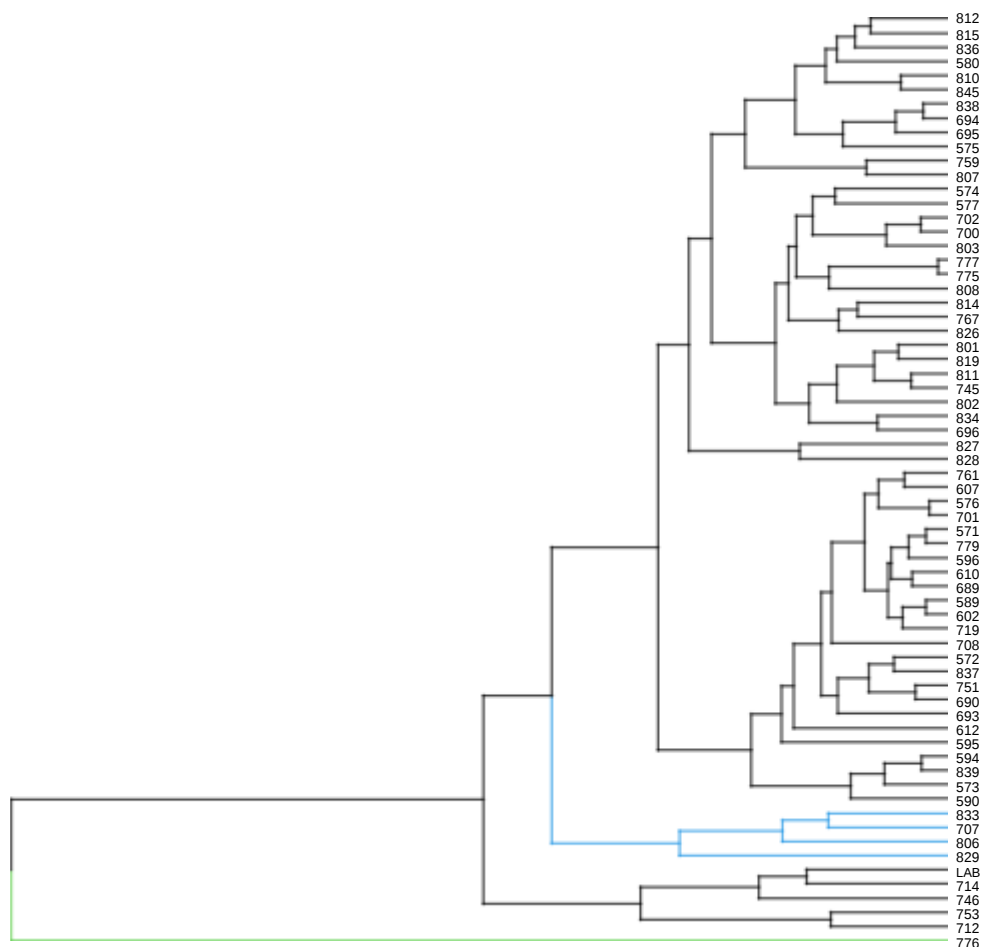
3. Resultados e Discussão

Dos cinco caracteres avaliados segundo os dois procedimentos utilizados nenhum apresentou redundância, logo não houve descartes. A eliminação de caracteres redundantes é uma decisão vantajosa, o descarte quando realizado deverá proporcionar, redução no tempo, na mão de obra e nos custos das atividades de avaliação e caracterização em bancos e coleções de germoplasma dessa espécie (Lameira et al., 2020). Logo, neste trabalho foram realizados os procedimentos de seleção direta, proposto por Jolliffe (1937) e a seleção com reanálise, sugerida por Cury (1993), entretanto os testes não identificaram redundância que justificassem possíveis descartes.

A matriz de dissimilaridade obtida entre os pares de 66 acessos de *C. ipecacuanha* gerada com base em cinco caracteres quantitativos revela maior semelhança, ou seja, maior similaridade e menor distância (0,09) entre os acessos 775 × 777, segunda menor distância (0,17) entre os pares 701 x 576, e terceira menor distância (0,20) entre os pares 602 x 589, a alta similaridade encontradas entre esses pares de acesso confere a eles baixa variabilidade.

Com base no método UPGMA os 66 acessos formaram três grupos divergentes: o grupo I contendo os acessos 776 coletados em RO, o grupo II composto pelos acessos 833-RO, 707-MT, 806-RO, 829-RO, e o grupo III composto pelos demais acessos, com diferentes procedências (Figura 1). Vale ressaltar que a relação da procedência geralmente não resulta como indicador de diversidade genética, pois em muitos casos a separação geográfica geralmente não resulta em maior distância genética (Cruz & Carneiro, 2003; Arriel et. al., 2006), assim como o que foi constatado, neste trabalho, onde o grupo II possui quatro acesso de dois Estados e o grupo III constituído por sessenta e um acessos com procedência em seis Estados.

Figura 1. Dendograma gerado pelo método UPGMA a partir das dissimilaridades obtidas entre 66 acessos de ipeca conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em cinco caracteres morfológicos.



Fonte: Autores.

Pelo método de Tocher houve a formação de dois grupos divergentes entre os 66 acessos (Tabela 2). No grupo I está presente apenas o acesso 776 cuja procedência é Rondônia; o grupo II agrupa os demais acessos com procedências em diferentes localidades. Observou-se alguma semelhança na formação dos grupos com a análise pelo método do UPGMA, ressalta-se a formação de um grupo contendo um único acesso (776). A formação de distintos grupos evidencia a variabilidade genética existente na população, uma vez que a formação de agrupamentos de acessos demonstra uma similaridade alta entre os mesmo (Martins, 2011).

Tabela 2. Grupos formados pelo método de Tocher entre os 66 acessos de ipeca conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em cinco caracteres morfológicos.

Grupos		Acessos					
I	776						
	775	777	811	745	819	702	700
	801	803	826	814	834	696	802
	759	767	577	574	808	812	807
	695	580	815	838	694	810	837
II	572	845	575	573	836	607	690
	576	701	761	779	751	596	571
	602	689	708	589	839	610	693
	594	719	612	590	595	753	828
	827	806	712	707	833	LAB	829
	714	746					

Fonte: Autores.

A análise de componentes principais vem se destacando como uma metodologia importante na contribuição de variação total disponível entre os indivíduos analisados fornece indicação para eliminar componentes que pouco contribui sendo responsáveis por direções que estão associadas à baixa variabilidade (Pereira, 1989, Hongyu et al., 2016).

A largura da folha, comprimento do pecíolo e altura da planta foram os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre os 66 acessos com percentuais de contribuição igual a 29,42%; 26,94%; 23,68% respectivamente (Tabela 3). Assis & Giulietti (1999) em um estudo comparativo de populações de *C. ipecacuanha*, afirmam 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. Resultados semelhantes foram observados por Neves et al., (2017) cujo o descritor que mais contribuiu para a divergência entre os acessos de *Psychotria ipecacuanha* (Brotero) Stokes foi Altura da planta (44,23%), as procedências do material estudo abordaram três estados brasileiros e com espécimes *in vivo*.

O componente que menos contribuiu foi o caráter altura da primeira ramificação com 1,24 %, logo esta relacionada à baixa divergência. Esse resultado diverge do encontrado por Neves et al (2017) em estudo com 17 acessos de ipeca, no qual o caracter que menos contribuiu para a divergência entre acessos foi comprimento do pecíolo.

Tabela 3. Contribuição relativa de cinco caracteres para a dissimilaridade de 66 acessos de ipeca conservados no bag da Embrapa Amazônia Oriental, com base em cinco caracteres morfológicos.

Caráter	Contribuição (%)
Altura da planta	23,68
Altura 1º ramificação	1,24
Largura da folha	29,42
Comprimento da folha	18,72
Comprimento do pecíolo	26,94

Fonte: Autores.

Segundo Lameira et al., (2020) os descritores quantitativos são importantes na avaliação de germoplasma de ipeca pois, podem disponibilizar informações primordiais para o melhoramento genético, entretanto, resultados devem ser complementados com estudos posteriores de caracteres qualitativos.

4. Conclusão

Este estudo avaliou a variabilidade dos caracteres quantitativos: altura da planta; altura da primeira ramificação; largura da folha; comprimento da folha e comprimento do pecíolo, todos apresentaram contribuição para diferenciação entre acessos de *C. ipecacuanha*.

Identificou e agruparam os descritores, os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram largura da folha, comprimento do pecíolo e altura da planta, mostrando-se importantes na avaliação de germoplasma de ipeca. Recomenda-se a soma de estudos de caracteres morfológicos qualitativos para a espécie.

Estas informações são cruciais para a espécie auxiliar no conhecimento e uso da variabilidade genética e servirão de base para a seleção de indivíduos de interesse em programas de melhoramento, além de fornecer informações fundamentais que facilitará a identificação de espécimes em ecossistemas nativos ou plantados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e bolsa de estudo de Doutorado, à Embrapa Amazônia Oriental por ceder o local e a estrutura, e ao Programa de Doutorado da Rede Bionorte- Biodiversidade e Biotecnologia.

Referências

- Arriel, N. H. C., DI Mauro, A. O., DI Mauro, S. M. Z., Bakke, O. A., Unêda-Trevisoli, S. H., Costa, M. M., & Corrado, A. R. (2006). Técnicas Multivariadas na Determinação da diversidade genética em gergelim usando marcadores RAPD. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 41(5), 801-809.
- Assis, M. C. D., & Giulietti, A. (1999). Diferenciação morfológica e anatômica em populações de "ipecacuanha"-*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae). *Brazilian Journal of Botany*, 22(2), 205-216.
- Costa, T. S., Silva, A. V. C. D., Lédo, A. D. S., Santos, A. R. F. D., & Silva Júnior, J. F. D. (2011). Diversidade genética de acessos do banco de germoplasma de mangaba em Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(5), 499-507.
- Cruz, C. D., Regazzi, A.J., & Carneiro, P. C. S. (2004). *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. editora UFV.
- Cruz, C. D., & Souza Carneiro, P. C. (2006). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramiento genético* (No. 575.1015195). Universidad Federal de Viçosa.
- Cury, R. (1993). *Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) na agricultura autóctone do Sul do Estado de São Paulo* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

- Daher, R. (1993). *Diversidade morfológica e isoenzimática em capim elefante (Pennisetum purpureum Schum.)*. 1993. 110 f (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG).
- Embrapa. (2021). Embrapa Recursos Genéticos E Biotecnologia. Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI). AleloVegetal.
- Hongyu, K., Sandanielo, V. L. M., & de Oliveira Junior, G. J. (2016). Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and science*, 5(1), 83-90.
- Jolliffe, I. T. (1973). Discarding variables in a principal componentanalysis. II: Real data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 22(1), 21-31.
- Júnior, W. S. F., Cruz, M. P., dos Santos, L. L., & Medeiros, M. F. T. (2012). Use and importance of quina (*Cinchona* spp.) and ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson): Plants for medicinal use from the 16th century to the present. *Journal of Herbal Medicine*, 2(4), 103-112.
- Lameira, O. A. (2002). Cultivo da ipecacuanha [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes]. *Embrapa Amazônia Oriental-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.
- Lameira, O. A., Cordeiro, I. M. C. C., & Pires, H. C. G. (2020). *Avaliação dos Descritores Morfoagronômico e Morfoanatomia da Lâmina Foliar de Pilocarpus: Microphyllus Stapf ex Wardleworth–Rutaceae, Ananas Comosus Var. Erectifolius (LB Smith) Coppens & F. Leal–Bromeliaceae e Psychotria Ipecacuanha (Brot.) Stokes*. Editora Appris.
- Lira, B. R. P., Lopes, L. D. N. A., das Chaves, J. R., Santana, L. R., & Fernandes, L. L. (2020). Identificação de Homogeneidade, Tendência e Magnitude da Precipitação em Belém (Pará) entre 1968 e 2018. *Anuário do Instituto de Geociências*, 43(4), 426-439.
- Lobato P. N. R., Lameira, O. A., Oliveira, M. do S. P., de Souza, B., Ilkiu, F., Monfort, F., Elizabeth, L., Correia, R. G., (2017). Caracterización Y Evaluación Morfológica de partes aéreas de accesiones e *Psychotria Ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Ipeca). *Revista Cubana De Plantas Medicinales*, 22(1), 1-12.
- Martins, F. A. (2011). *Integration of morphoagronomical, molecular and phytopathological data forsetting of corecollection*. 119 F. TESE - Universidade Federal de Viçosa, VIÇOSA, 2011.
- Mingoti, S. A. (2007). Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada. In *Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada* (pp. 295-295).
- Pádua, J. G., Albuquerque, M., & de Mello, S. C. M. (2020). Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: Conservação e uso. *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documents* (INFOTECA-E).
- Pereira V.A.(1999). *Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (ManihotesculentaCrantz.)* [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM. 119p. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Pereira, L. P. D., Luz, L. P. D., Tedesco, S. B., & Silva, A. C. F. D. (2006). Número de cromossomos em populações de *Achyrocline satureioides* Lam. (marcela) do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural*, 36(2), 678-681.
- R Core Team (2020). R: A languageandenvironment for statisticalcomputing. R Foundation for StatisticalComputing, <https://www.R-project.org/>.
- Rocha, T. T., & Lameira, O. A. (2011). Avaliação do período de floração e frutificação do BAG Ipecacuanha. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Seminário De Iniciação Científica Da Embrapa Amazônia Oriental, 15., 2011, Belém, PA. A ciência de fazer ciência: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011.
- Silva, S. G. A., da Silva, F. K. G., Diniz, A. L., & Arriel, N. (2008). Caracterização da diversidade de acessos de pinhão manso. In *Embrapa Algodão-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Congresso Brasileiro De Mamona, 3., 2008, Salvador. Energia e ricinóquímica: anais. Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão.
- Sudré, C. P., Gonçalves, L. S. A., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A. D., Riva-Souza, E. M., & Bento, C. D. S. (2010). Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. *Genetics and molecular research*, 9(1), 283-294.

3.5 CAPÍTULO V

Título: CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE *Carapichea ipecacuanha*

Revista: Research, Society and Development.

Conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.)

In vitro conservation of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.)

Conservación *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.)

Meiciane Ferreira Campelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9566-3741>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: meicianecampelo@gmail.com

Osmar Alves Lameira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8562>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

Ruanny Karen Vidal Pantoja Portal Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-4377> Universidade

Federal do Pará, Brasil

E-mail: ruanny_vidal@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito do meio de cultura MS em diferentes concentrações de sais e o meio MS suplementado com Sorbitol na conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), visando aumentar o intervalo entre subcultivos para até 12 meses, com garantia de estabilidade genética da espécie. Foi utilizado, como explantes segmento nodal provenientes das plantas estabelecidas *in vitro* no laboratório de Biotecnologia e Recursos Genéticos da Embrapa Amazônia Oriental. As avaliações foram realizadas a cada três meses. Para o experimento com formulações de sais de MS, o meio completo apresentou respostas desejáveis aos 12 meses de conservação: maior % de folhas verdes (75) e brotos (100); menores % de plantas com ápice morto (27,77), % presença somente de folhas amarela/mortas (47,22); apresentou 100% de plantas vivas e sem necessidade de repicagem. No terceiro trimestre do experimento com diferentes concentrações de sorbitol ocorreu o encerramento das avaliações uma vez que um número elevado de plantas apresentou altos percentuais de características indesejáveis: necessidade de repicagem (99,05%, 100%, e 100%), plantas com ápice morto (74,33%, 98,72 e 100%), somente folhas amarelas/mortas (93,71%, 100%, 100%), percentuais respectivos aos tratamentos 5; 10 e 15 g L⁻¹ de sorbitol. É viável a conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) em meio de cultura MS, aumentando o intervalo entre subcultivos para até 12 meses, além de garantir estabilidade genética da espécie. A adição de sorbitol ao meio MS é inviável para a conservação *in vitro* da espécie em longo prazo.

Palavras-chave: Ipeca; Meio de cultura; Agente osmótico; Crescimento lento.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of the MS culture medium with different concentrations of salts and the MS medium supplemented with Sorbitol on the *in vitro* conservation of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), aiming to increase the interval between subcultures for up to 12 months, in addition to ensuring stability. species genetics. Nodal segment from plants established *in vitro* in the Biotechnology and Genetic Resources laboratory of Embrapa Amazônia Oriental was used as explants. Assessments were performed every three months. For the experiment with MS salt formulations, the complete MS medium showed desirable responses at 12 months of conservation: higher % of green leaves (75) and shoots (100); lower % of plants with dead apex (27,77), % presence of only yellow/dead leaves (47,22); showed 100% of live plants and no need for pricking out. In the third quarter of the experiment with different concentrations of sorbitol, the evaluations were concluded since a high number of plants presented high percentages of undesirable characteristics: need for pricking out (99,05%, 100%, and 100%), plants with apex dead (74,33%, 98,72 and 100%), only yellow/dead leaves (93,71%, 100%, 100%), respective percentages for treatments 5; 10 and 15 g L⁻¹ sorbitol. The *in vitro* conservation of *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) in MS culture medium is feasible, increasing the interval between subcultures to up to 12 months, in addition to guaranteeing genetic stability of the species. The addition of sorbitol to MS medium is not viable for long-term *in vitro* conservation of the species.

Keywords: ipecac; Culture medium; Osmotic agent; Slow Growth.

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto del medio de cultivo MS con diferentes concentraciones de sales y el medio MS suplementado con Sorbitol en la conservación *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), buscando aumentar el intervalo entre subcultivos hasta 12 meses, además de garantizar la estabilidad genética de las especies. Se utilizaron como explantes segmentos nodales de plantas establecidas *in vitro* en el laboratorio de

Biotecnología y Recursos Genéticos de Embrapa Amazonía Oriental. Las evaluaciones se realizaron cada tres meses. Para el experimento con formulaciones de sal MS, el medio MS completo mostró respuestas deseables a los 12 meses de conservación: mayor % de hojas verdes (75) y brotes (100); menor % de plantas con ápice muerto (27,77), % de presencia de solo hojas amarillas/muertas (47,22); mostró 100% de plantas vivas y sin necesidad de pinchar. En el tercer trimestre del experimento con diferentes concentraciones de sorbitol, se concluyeron las evaluaciones ya que un alto número de plantas presentó altos porcentajes de características indeseables: necesidad de pinchazo (99,05%, 100% y 100%), plantas con ápice muerto (74,33%, 98,72 y 100%), solo hojas amarillas/muertas (93,71%, 100%, 100%), porcentajes respectivos para los tratamientos 5; 10 y 15 g de L-sorbitol. La conservación *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) en medio de cultivo MS es factible, aumentando el intervalo entre subcultivos hasta 12 meses, además de garantizar la estabilidad genética de la especie. La adición de sorbitol al medio MS no es viable para la conservación *in vitro* de la especie a largo plazo.

Palabras clave: ipecacuana; El medio de cultivo; agente osmótico; Crecimiento lento.

1. Introdução

A espécie *Carapichea ipecacuanha* conhecida popularmente como ipeca, possui um grande potencial econômico devido sua classificação como planta medicinal com atividade farmacológica oriunda de dois alcalóides isoquinilínicos: a emetina e a cefalina, seu uso principal é como emético (Ferreira et al., 2012; Silva, 2014). É nas raízes onde se localiza a maior concentração desses alcalóides (Ricardo et al., 2017).

De acordo com Rocha & Lameira (2011) a ipeca é uma espécie ameaçada de extinção, devido à incapacidade das plantas dessa espécie de se regenerar após ter as raízes arrancadas sem que haja manejo adequado na atividade extrativista em seus inexpressíveis plantios, que por mais de dois séculos sofrem intenso processo extrativo, além da diminuição das áreas de ocorrência natural consequência do desmatamento da Mata Atlântica e de abertura de novas fronteiras agrícolas e a dificuldade do cultivo convencional da espécie diante da grande demanda de mercado. Frente ao atual cenário uma estratégia para minimizar as problemáticas relacionadas à espécie seria a implementação da conservação de germoplasma que tem como princípio preservar ao máximo os recursos genéticos, visando assegurar a existência e a contínua disponibilidade de plantas para diversos fins (Santos; Salomão, 2017).

Quando comparada com a conservação de amostras em Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) em campo, a conservação *in vitro* apresenta uma série de vantagens, como, redução do risco de perda por desastres climáticos e ataques de pragas e doenças, diminui custos através do prolongamento do intervalo de subcultivos que varia de 30 a 40 dias de acordo com cada espécie, e reduz o risco de ocorrência de variação somaclonal. Além da conservação, os acessos *in vitro* também são utilizados para auxiliar no intercâmbio de germoplasmas (Matsumoto et al., 2010).

A conservação *in vitro* compreende a manutenção de germoplasma, por meio da técnica de cultura de tecidos em condições controladas, que favorece o crescimento lento dos explantes através da redução do metabolismo vegetal, proporcionando sua conservação (Silva et al., 2018). Os meios de cultura utilizados para a conservação *in vitro* são os mesmos adotados para a cultura de tecidos em geral, sendo o meio MS (Murashige & Skoog, 1962) é o mais comumente utilizado. Entretanto, algumas alterações podem ser realizadas tais como a redução na concentração dos sais para $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$, ausência de reguladores de crescimento e adição de reguladores osmóticos.

Os agentes osmóticos como o manitol, o sorbitol e a sacarose atuam sobre o crescimento, reduzindo o potencial osmótico do meio de cultura. O sorbitol é um açúcar alcoólico geralmente não metabolizado por tecidos vegetais, devido ao fato de uma gama de espécies não possuir via natural para a biossíntese destes, promove a redução da absorção de elementos minerais pelas células em função da redução do potencial osmótico do meio e, desse modo, limita o crescimento das plantas (Souza et al., 2009; Arrigoni-Blank et al.,

2014).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do meio de cultura MS com diferentes concentrações de sais e agente osmótico Sorbitol na conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), visando aumentar o intervalo entre subcultivos para até 12 meses, além de garantir estabilidade genética da espécie.

2. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Biotecnologia e Recursos Genéticos da Embrapa Amazônia Oriental, localizada em Belém- PA. . Realizaram-se dois experimentos: 1. Conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha* em meio de cultura MS com diferentes concentrações de sais; 2. Conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha* em meio MS suplementado com Sorbitol.

2.1 Condições gerais de ambos os experimentos

Usou-se explantes provenientes do cultivo *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) desenvolvidos de acordo com o Manual de Cultura de Tecidos (Lameira et al., 2000). Sob condições laboratoriais asépticas os explantes de ipeca (segmento nodal com aproximadamente 2 cm) foram inoculados em frascos de vidro com capacidade para 300 mL contendo 30 mL de meio de cultura suplementado com 30g.L⁻¹ de sacarose, vitamina MS a 2% e solidificado com 2 g/L⁻¹ phytagel, o pH ajustado para 5,7, antes da autoclavagem a 120 °C e 1 atm, por 20 minutos. Os frascos foram tampados e vedados com filme de PVC sendo mantidos em sala de crescimento sob fotoperíodo de 16 h, sob intensidade luminosa de 25 µmol.s⁻¹.cm⁻² e temperatura de 26± 0,1 °C. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05). Gráficos e tabelas foram confeccionados com o auxílio do software Microsoft Excel.

2.2 Meio de cultura MS em diferentes concentrações de sais para a conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha*

Os segmentos nodais de ipeca foram inoculados em frascos com 30 mL de meio de cultura para conservação, ao experimento se aplicou o delineamento inteiramente casualizado, considerando as variações nas concentrações de sais do meio MS (Murashige & Skoog, 1962) constituindo três tratamentos MS, ½ MS e ¼ MS. Cada tratamento composto por sete repetições com duas réplicas cada, sendo cada repetição igual a um frasco contendo três explantes.

A avaliação foi realizada a cada três meses, totalizando quatro avaliações no período de 12 meses. Analisando os seguintes parâmetros: percentual de plantas que apresentaram folhas verdes (FV), brotos (B), somente de folhas amarelas ou mortas (SFAM), ápice morto (AM), raiz (R) e necessidade de repicagem (NR) (possui ao menos uma gema viva e folhas).

2.3 Meio de cultura MS suplementado com Sorbitol para conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha*

De acordo com os resultados obtidos no experimento I, neste experimento foi utilizado meio MS completo suplementado com diferentes concentrações do agente osmótico sorbitol (5; 10 e 15 g L⁻¹) compondo assim três tratamentos. Para análise dos dados aplicou-se o delineamento inteiramente casualizado, considerando cada tratamento composto por sete repetições com duas réplicas cada, sendo cada repetição igual a um frasco com 30 mL de meio de cultura contendo três explantes cada. As avaliações foram realizadas a cada três meses, totalizando três avaliações no período nove meses. Avaliou-se o percentual de plantas que

apresentaram: folhas verdes (FV), brotos (B), somente de folhas amarelas ou mortas (SFAM), ápice morto (AM), raiz (R) e necessidade de repicagem (NR) (possui ao menos uma gema viva e folhas).

3. Resultados e Discussão

3.1 Meio de cultura MS em diferentes concentrações de sais para a conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha*

O meio MS (Murashige & Skoog, 1962), com a concentração completa de sais apresentou maior percentual de plantas com presença de folhas verdes (75%) e de brotos (100%) diferindo dos meios com $\frac{1}{2}$ MS (0,00 e 30,04%) e $\frac{1}{4}$ de MS (5,55 e 33,24%), respectivamente após 12 meses (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Faria et al. (2006) no qual o meio MS com 30 g.L de sacarose, aos 90 dias de conservação *in vitro* de *Passiflora*, onde predominou a presença de folhas verde claras e, a partir de então, houve predomínio de folhas com coloração totalmente verde, devido a expansão de novas folhas.

Tabela 1. Efeito do meio MS com diferentes concentrações de sais no percentual de plantas de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) com presença de folhas verdes (FV), brotos (B), somente de folhas amarelas ou mortas (SFAM), ápice morto (AM), raiz (R) e necessidade de repicagem (NR), conservadas *in vitro* durante 12 meses.

Meio de Cultura	Porcentagem de plantas com presença (%)					
	FV	SFAM	AM	R	B	NR
MS	75,00 a	47,22c	27,77 c	69,44b	100,00 a	0,00 b
1/2MS	0,00 b	69,44b	44,43 b	91,66 a	30,04 b	8,33 c
1/4MS	5,55 b	100,00 a	52,77a	0,00 c	33,24 b	71,61 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste Tuckey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

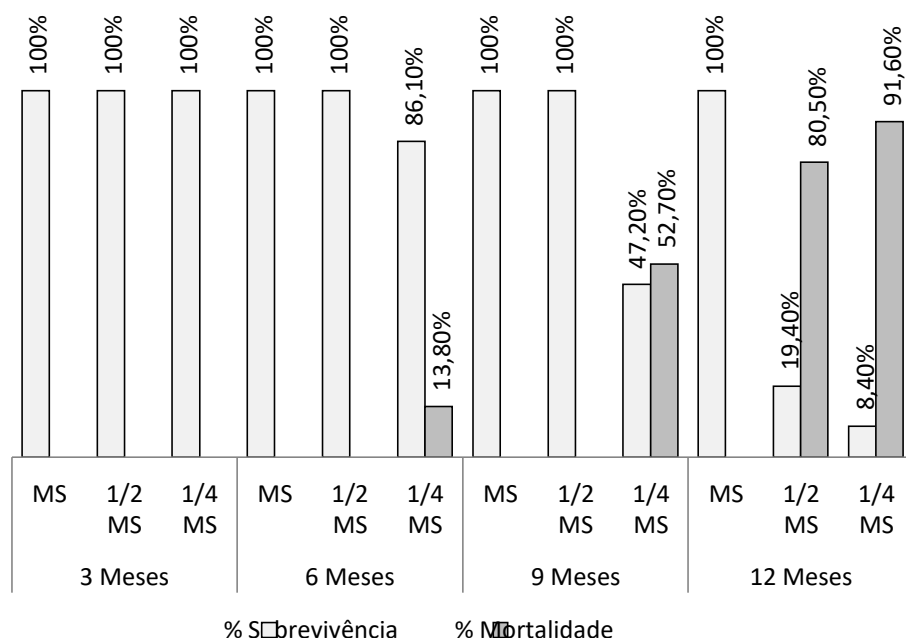
A maior percentagem de plantas com presença de raiz pode ser observada no meio $\frac{1}{2}$ MS (91,16%), seguido do meio MS (69,44%), o meio com $\frac{1}{4}$ da concentração de sais de MS não apresentou raízes, ambos os tratamentos foram estatisticamente diferentes entre si (Tabela 1). Assim como neste cultivo *in vitro* em que as menores concentrações de sais obtiveram ausência de raízes, no cultivo *ex vitro* de ipeca, a redução ou omissões individuais dos macronutrientes e do micronutriente boro (B) reduzem a produção de massa seca na parte aérea, raízes e total, quando comparadas ao tratamento completo de sais (Viegas et al. 2014).

O meio $\frac{1}{4}$ MS apresentou 100% de plantas contendo somente folhas amarelas / mortas diferindo estatisticamente dos meios $\frac{1}{2}$ MS com percentual de 69,44% e MS com 47,22%. As plantas com maior percentagem de presença de ápice morto também foram encontradas no meio $\frac{1}{4}$ MS (52,77%) diferindo do $\frac{1}{2}$ MS (44,43%) e MS (27,77%). A necessidade de repicagem que neste estudo considera plantas que possuem unicamente uma gema viva e folhas não foi identificada no meio MS, entretanto 8,33% plantas no meio $\frac{1}{2}$ MS e 71,61% de plantas no meio $\frac{1}{4}$ MS expressaram necessidade de repicagens (Tabela 1).

As taxas de sobrevivência das plantas de ipeca foram declinando, a partir do segundo trimestre, no meio $\frac{1}{4}$ MS (13,80%) e do quarto trimestre para o meio $\frac{1}{2}$ MS (80,50%) como mostra o Gráfico 1. Ao final das avaliações (12º mês) a maior taxa de mortalidade foi notada no meio $\frac{1}{4}$ MS, com 91,60%, seguido do meio $\frac{1}{2}$ MS com 80,50% de plantas mortas, Ressalta-se que não houve morte de plantas no tratamento com MS

completo, apresentando 100% de plantas vivas, Oliveira (2017) alcançou a conservação *in vitro* de microplantas de mangabeira, sob condições de crescimento mínimo, durante 90 dias, utilizando meio MS completo e acrescido de 15 g L⁻¹ de sacarose.

Figura 1. Porcentagens de sobrevivência de plantas de ipeca conservadas *in vitro* em meio decultura com diferentes concentrações de sais de MS a cada trimestre por 12 meses.



Fonte: Autores.

Diversas formulações de meios básicos têm sido utilizadas no cultivo *in vitro*, uma vez que não há uma formulação padrão, mas o meio MS (Murashige & Skoog, 1962), com suas modificações e diluições, tem sido utilizado com sucesso para diversas espécies (Monfort, 2015). Considerando as formulações utilizadas neste trabalho o meio com a concentração completa de sais de MS, apresentou respostas desejáveis para obtenção da conservação: maior percentual de folhas verdes, brotos; menores porcentagens de plantas com ápice morto, presença somente de folhas amarela/mortas; além de não ter necessitado de repicagens e dete a p r e s e n t a d o a maior porcentagem de sobrevivência de plantas, permitindo desta forma que a espécie seja conservada *in vitro* por até 12 meses.

3.2. Meio de cultura MS suplementado com Sorbitol para conservação *in vitro* da *Carapichea ipecacuanha*

Após 90 dias de cultivo *in vitro* em meio MS com 5g,L⁻¹ de sorbitol houve apenas 6,29% de plantas que apresentaram folhas verdes, diferindo estatisticamente dos tratamentos com as concentrações de 10 e 15 g,L⁻¹ de sorbitol onde a presença de folhas verdes foi nula. Nota-se, também, que o número de plantas que apresentam somente folhas amarelas/mortas obtiveram percentuais altos em todos os tratamentos, com destaque para dois deles :MS+10 g,L⁻¹ e 15 g,L⁻¹ de sorbitol com 100 % e MS+5 g,L⁻¹ de sorbitol com 93,71 %. As porcentagens de plantas com presença de brotos foi 100% em meio MS+5 g,L⁻¹ de sorbitol, seguido do meio com MS + 15 g,L⁻¹ de sorbitol (91,62%) e MS+10 g,L⁻¹ de sorbitol (83,33%), como mostra a Tabela 2.

Tabela 2, Efeito do meio MS suplementado com diferentes concentrações de Sorbitol, no percentual de plantas de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) com presença de folhas verdes (FV), brotos (B), somente de folhas amarelas ou mortas (SFAM), ápice morto (AM), raiz (R) e necessidade de repicagem (NR), conservadas *in vitro* durante nove meses.

Sorbitol (g,L ⁻¹)	PORCENTAGEM DE PLANTAS COM PRESENÇA (%)					
	FV	SFAM	AM	R	B	NR
5	6,29a	93,71b	74,33 b	36,11a	100,00 a	99,05 a
10	0,00 b	100,00 a	98,72 a	32,00 b	83,33 c	100,00 a
15	0,00 b	100,00 a	100,00a	88,53 c	91,62 b	100,00 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o testeTuckey, a 5%de probabilidade.

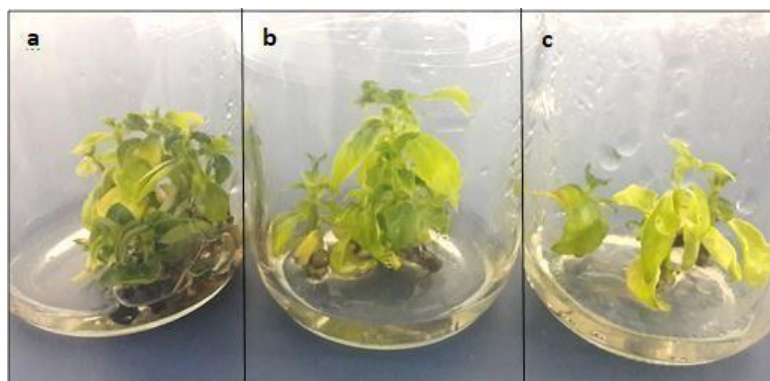
Fonte: Autores.

O meio suplementado com 15 g,L⁻¹ do agente osmótico apresentou 100% de plantas com ápice morto enão diferiu estatisticamente do meio com a concentração de 10 g,L⁻¹de sorbitol (98,72%), Os percentuais de plantas que exibiram raízes diferiram estatisticamente entre os tratamentos, MS+5 g,L⁻¹de sorbitol, MS+10 g,L⁻¹de sorbitol, MS+15 g,L⁻¹de sorbitol com os respectivos valores 36,11%, 32,00% e 88,53% (Tabela 2),

Todos os tratamentos com adição de agentes osmóticos apresentaram a necessidade de repicagem com valores acima de 99,05% (Tabela2) delimitando assim a conservação *in vitro* da ipeca em meio MS + sorbitol(5, 10 e 15 g,L⁻¹) aos 90 dias, Este fato pode esta relacionado à carência nutricional e hídrica das plantas aos 90 dias em meio suplementado com sorbitol, Segundo Lemos et al, (2002) e Scherwinsky-Pereira (2010) ocorre redução da capacidade de absorção de água e de nutrientes do meio de cultura nas plantas provocadas pelos osmorreguladores que atuam gerando um estresse hídrico pelo aumento da concentração osmótica, influenciando, desta forma no crescimento e desenvolvimento das plantas *in vitro*.

No segundo trimestre foi possível observar através das características morfológicas que grande parte das folhas em todos os tratamentos apresentou coloração amarela, como mostra a Figura 1a, b e c, nota-se que quanto maior a concentração de sorbitol maior a presença de folhas amareladas, Efeitos tóxicos devido as altas concentrações de reguladores osmóticos foram relatados por Lédo et al. (2007) e Sá et al. (2011) em coqueiro e mangabeira, respectivamente. Neste estudo foi usado a concentração de 30g,L⁻¹ de sacarose e adição do osmorregulador sorbitol, constituindo assim tratamentos com meios de cultura ricos em açúcares, Segundo a literatura determinadas concentrações de açúcares álcoois pode ocasionar significativa redução na viabilidade dos explantes, por meio da deterioração oriunda da toxidez, oxidação ou pela redução da disponibilidade de água no meio (Fortes & Pereira, 2001).

Figura 2. Efeitos do meio MS suplementado com diferentes concentrações de Sorbitol (5; 10 e 15 g L⁻¹) nas características morfológicas de plantas de *Carapichea ipecacuanha* (Brot), conservadas *in vitro* durante seis meses,

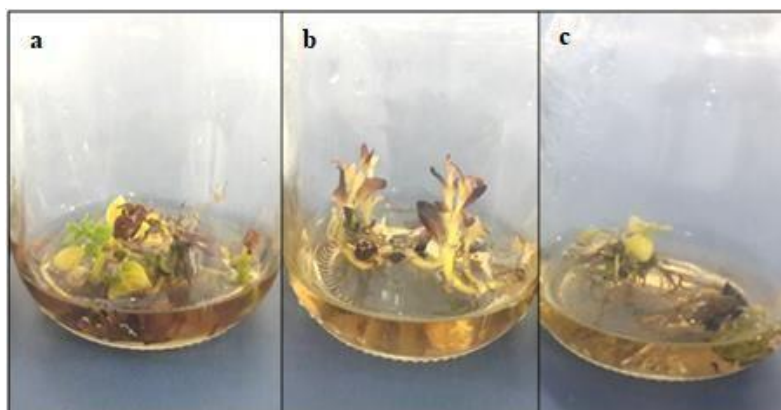


Legenda: **a**- meio MS+5 g,L⁻¹ de sorbitol, **b** - meio MS+10 g,L⁻¹ de sorbitol e **c**- meio MS+15 g,L⁻¹ de sorbitol.

Fonte: Autores.

No terceiro trimestre ocorreu o encerramento das avaliações, uma vez que um número elevado de plantas apresentou altos percentuais de características indesejáveis: necessidade de repicagem (Figura 2-a,b,c), plantas com ápice morto (Figura 2-b), somente folhas amarelas/morta (Figura 2- b, c) plantas totalmente mortas (Figura 2-c), inviabilizando a conservação *in vitro* da espécie a longo prazo nos tratamentos utilizados, Formoso (2016) em estudo com amoreira preta verificou que no tratamento contendo 30 g L⁻¹ sacarose + 30 g L⁻¹ de osmorregulador manitol, houve baixa taxa de sobrevivência, ressaltando os efeitos deletérios da alta concentração de açúcares no meio. Pessoa (2021) em estudos com conservação de inhame observou que à medida que a concentração de sacarose e sorbitol aumentaram, a sobrevivência das plantas diminuiu ao longo da conservação.

Figura 3. Efeitos do meio MS suplementado com diferentes concentrações de Sorbitol (5; 10 e 15 g L⁻¹) nas características morfológicas de plantas de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.), conservadas *in vitro* durante nove meses.



Legenda: **a**- meio MS+5 g,L⁻¹ de sorbitol, **b** - meio MS+10 g,L⁻¹ de sorbitol e **c**- meio MS+15 g,L⁻¹ de sorbitol.

Fonte: Autores

O sucesso da conservação *in vitro* é a manutenção da viabilidade das plantas após o período de incubação. A redução do metabolismo precisa vir acompanhada desta para garantir seu posterior resgate, considerando os resultados obtidos neste estudo sugere-se testar diferentes reguladores osmóticos, adequar e

otimizar o uso de sorbitol, pois nas concentrações testadas apresentaram efeitos nocivos para a conservação de ipeca com intervalo de subcultivo de no mínimo 12 meses. Embora ocorram resultados negativos obtidos com algumas espécies, o uso de agentes osmóticos continua sendo testado na conservação *in vitro*, como uma das estratégias de redução de metabolismo celular a partir de alterações no meio de cultivo, a fim de evitar o uso de reguladores vegetais.

4. Conclusão

É viável a conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) sob crescimento lento no meio de cultura MS completo, porém sem a adição de sorbitol, aumentando o intervalo entre subcultivos para até 12 meses.

A adição de sorbitol ao meio MS completo é inviável para a conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* em longo prazo, sendo necessário subcultivar a espécie aos nove meses.

Referências

- Arrigoni-Blank, M. D. F., Tavares, F. F., Blank, A. F., Santos, M. C. D., Menezes, T. S. A., & Santana, A. D. D. D. (2014). *In vitro* conservation of sweet potato genotypes. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Faria, G. A., Costa, M. A. P. D. C., Junghans, T. G., Ledo, C. A. D. S., & Souza, A. D. S. (2006). Efeito da sacarose e sorbitol na conservação *in vitro* de *Passiflora giberti* NE Brown. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28, 267-270.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35, 1039-1042.
- Ferreira, Q. S., Paloma, M., Lima dos Santos, L., & Trindade, M. F. (2012). Use and importance of quina (*Cinchona* spp.) and ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Anderson): Plants for medicinal use from the 16th century to the present. *J Herb Med*, 2(4), 103- 112.
- Formoso, R. S. (2016). Conservação *in vitro* de amoreira-preta via crescimento lento (Master's thesis, Universidade Federal de Pelotas).
- Fortes, G. R. D. L., & Pereira, J. E. S. (2001). Preservação *in vitro* da batata com ácido acetilsalicílico e duas fontes de carboidrato. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36, 1261-1264.
- Lameira, O. A., Lemos, O. F., de MENEZES, I. C., & Pinto, J. E. B. P. (2000). *Cultura de tecidos: (manual)*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Ledo, A. D. S., Cunha, A. O., Aragão, W. M., & Tupinambá, E. A. (2007). Efeito da sacarose e do manitol na conservação *in vitro* por crescimento lento de coqueiro anão. *Magistra*, 19 (4), 346-351.
- Lemos, E. E. P. D., Ferreira, M. D. S., Alencar, L. M. C. D., Ramalho Neto, C. E., & Albuquerque, M. M. D. (2002). Conservação *in vitro* de germoplasma de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37, 1359-1364.
- Matsumoto, K., Cardoso, L. D., & Santos, I. R. I. (2010). *Manual de curadores de germoplasma-vegetal: conservação in vitro*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documents (INFOTECA-E).
- Monfort, L. E. F., Pinto, J. E. B. P., Bertolucci, S. K. V., Rossi, Z. T. T., Lima, A. F., Silva, S. T., & Silva, G. M. D. (2015). Micropropagação e germinação de sementes *in vitro* de atoveran. *Revista Ceres*, 62, 215-223.
- Classic Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol plant*, 15, 473-497.
- Oliveira, K. S. D. (2017). Influência de reguladores osmóticos na conservação *in vitro* de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- Pessoa, Camilla Mendes Pedroza . (2021). Fontes de luz, meios de cultura e carboidratos na fisiologia do crescimento e conservação *in vitro* de *Dioscorea alata* L. (Tese, Universidade Federal do Acre).
- Ricardo, L. M., de Paula-Souza, J., Andrade, A., & Brandão, M. G. (2017). 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*, 27(3), 388-400..
- Rocha, T. T., & Lameira, O. A. (2011). Avaliação do período de floração e frutificação do BAG Ipecacuanha. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (Alice).
- Sá, A. D. J., Lédo, A. D. S., & Lédo, C. A. D. S. (2011). Conservação *in vitro* de mangabeira da região nordeste do Brasil. *Ciência Rural*, 41, 57-62. Santos, I. R. I., & Salomão, A. N. (2017). *In vitro* germination of zygotic embryos excised from cryopreserved endocarps of queen palm (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 53(4), 418-424.
- Silva, M. L. D. (2014). Cultivo agroflorestal de *Psychotria Ipecacuanha* (Brot.) Stokes no território do baixo sul da Bahia. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Silva, D. P. C. D., Ozudogru, E. A., Reis, M. V. D., & Lambardi, M. (2018). *In vitro* conservation of ornamental plants.

Ornamental Horticulture 24 (1): 28-33.

Scherwinski-Pereira, J. E., Costa, F. H. S., Camillo, J., Silva, D. B., Alves, R. B. N., & Vieira, R. F. (2009, June). Tissue culture storage of Brazilian medicinal plants germplasm. In IV International Symposium on Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants- ISBMAP2009 860 (pp. 211-214).

Souza, A. D. S., Souza, F. V. D., dos Santos-Serejo, J. A., Junghans, T. G., da PAZ, O. P., Montarroyos, A. V. V. & Morais, L. S. (2009). Preservação de germoplasma vegetal, com ênfase na conservação *in vitro* de variedades de mandioca.

Viégas, I. D. J. M., Galvão, J. R., da Silva Júnior, M. L., Melo, N. C., & de Oliveira, M. S. (2014). Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiência nutricional em ipeca. Revista caatinga, 27(1), 141-147.

4 CONCLUSÃO GERAL

O estudo fenológico da espécie *Ananas comosus* evidenciou variações proeminente para fenologia reprodutiva, com atividade fenológica distintas entre os acessos, além de correlações com significância, intensidade e proporções desiguais para as variáveis analisadas nos grupos de acessos observados. A fase de frutificação da espécie esta diretamente correlacionada de modo considerável ao fator temperatura média do ar. Contudo sugere-se a coleta de material vegetal de interesse da espécie nos meses de dezembro á julho, cujo registro de número de dias que ocorrem as fenofases sofre reduções. È pertinente executar trabalhos posteriores que abranjam o estudo de correlação da fenologia com eventos climáticos avaliando o comportamento individual de cada acesso.

O estudo fenológico da espécie *Carapichea ipecacuanha* evidenciou variações no padrão dos eventos fenológicos reprodutivos, atividade fenológica dissimilares entre acessos, além de correlações entre frutificação e variáveis climáticas com significância, intensidade e proporções desiguais entre os grupos de acessos observados. A fase de frutificação da espécie esta correlacionada fortemente de forma negativa com a temperatura e positiva com a precipitação pluviométrica. Contudo sugere-se a coleta de material vegetal da espécie para uso medicinal nos meses de agosto e setembro, cujo registro de número de dias que ocorrem as fenofases sofre reduções. È pertinente executar trabalhos posteriores que abranjam o estudo de correlação da fenologia com eventos climáticos avaliando o desempenho individual de cada acesso.

A variabilidade dos caracteres quantitativos altura da planta, largura da folha, comprimento da folha, número de perfilhos na base, número de perfilhos na base do fruto, número de perfilho no ápice, número de folhas, apresentaram contribuição para diferenciação entre acessos de *Ananas comosus*. Identificou e agruparam os descritores, os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram comprimento da folha, altura da planta e número de folhas, mostrando-se importantes na avaliação de germoplasma de curauá. Recomenda-se a soma de estudos de caracteres morfológicos qualitativos para a espécie.

A variabilidade dos caracteres quantitativos: altura da planta; altura da primeira ramificação; largura da folha; comprimento da folha e comprimento do pecíolo, apresentaram contribuição para diferenciação entre acessos de *C. ipecacuanha*. Identificou e agruparam os descritores, os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram largura da folha, comprimento do pecíolo e altura da planta, mostrando-se importantes na avaliação de germoplasma de ipeca. Recomenda-se a soma de estudos de caracteres morfológicos qualitativos para a espécie.

As informações provindas das avaliações morfológicas são cruciais para as espécies *Carapichea ipecacuanha* e *Ananas comosus*, auxilia no conhecimento e uso da variabilidade genética e servirão de base para a seleção de indivíduos de interesse em programas de melhoramento, além de fornecer informações fundamentais que facilitará a identificação de espécimes em ecossistemas nativos ou plantados.

É viável a conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* sob crescimento lento no meio de cultura MS completo, porém sem a adição de sorbitol, aumentando o intervalo entre subcultivos para até 12 meses. A adição de sorbitol ao meio MS completo é inviável para a conservação *in vitro* de *Carapichea ipecacuanha* em longo prazo, sendo necessário subcultivar a espécie aos nove meses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L.K.F.; NETO, E.R.S.; SÁ, T.; QUIRINO, Z.G.M. Fenologia Reprodutiva de Rubiaceae Juss. na Mata Atlântica Paraibana. Oecologia Australis, v. 24, n. 4, p. 848, 2020.
- ARMATAS, C.; VENN, T.; MCBRIDE, B.; WATSON, A.; CARVER, S. Opportunities to utilize traditional phenological knowledge to support adaptive management of social-ecological systems vulnerable to changes in climate and fire regimes. Ecology and Society, v. 21, n. 16, 2016.
- ASHMORE, S.E. Técnica eficiente para armazenamento *in vitro* a longo prazo de genótipos transgênicos de Aspen. American Journal of Plant Sciences, v. 9, n. 13, 2018.
- BARBOSA, Anderson de Paula. Características estruturais e propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibras de Buriti. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2011.
- BESPALHOK, J. C. F.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. Uso e conservação do germoplasma. In: BESPALHOK, J. C. F.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de Plantas, p. 1- 8, 2007. Disponível em: < [http:// www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo](http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo). Acesso em: 20/12/2021.
- BIOVERSITY INTERNATIONAL. Guidelines for the development of crop descriptor lists. Roma, Bioversity Technical Bioversity International, Boletim Técnico da Bioversidade, v. 13, p. 71, 2007.
- CALLE, Z.; SCHLUMPBERGER, B.O.; PIEDRAHITA, L.A.; LEFTIN, S.A.; HAMMER, A. TYE.; BORCHERT, R. Seasonal variation in daily insolation induces synchronous bud break and flowering in the tropics. Trees, v. 24, p. 865–877, 2010.
- CAMARINHA, H.M. O tambor Ka'apor e o percutir de outros povos: estudo introdutório sobre o membranofone em contextos indígenas. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 15, n. 1, p. 1-26, 2020.
- CARVALHO JÚNIOR, José Eduardo Vasconcelos de. Caracterização e Diversidade Genética em acessos de mangueira da variedade Rosa do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2015.
- CORDEIRO, I.M.C.C.; ANDRADE, A.C.S.; FERREIRA, G.C.; BRAGA, R.S. Produtos e serviços ambientais do cultivo de curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Sm) Coppens e F. Leal, Bromeliaceae) em plantio florestal. Base de dados de Pesquisa Agropecuária, Embrapa, 2009.
- CORDEIRO, I.M.C.C.; LAMEIRA, O.A.; BARROS, P.L.C.; MALHEIROS, M.A.M. Comportamento do curauá sob diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa em condições de cultivo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 5, n. 1, p. 49-53, 2010.
- CORDEIRO, I.M.C.C.; ANDRADE, A.C.S.; FERREIRA, G.C.; BRAGA, R.S. Cultivo e produção agroambiental sustentável de curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L.B.Sm.)

Coppens & F.Leal, Bromeliaceae) no Nordeste paraense-PA. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas 8., 2011, Poços de Caldas. Resumos [...]. Poços de Caldas: GSC, 2011.

CORDEIRO, I.M.C.C.; OLIVEIRA JUNIOR, M.C.M.D.; GAZEL-FILHO, A.B.; BARROS, P.; LAMEIRA, O.A.; OLIVEIRA, F.D.A. Crecimiento del *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* cultivado en presencia de *Ananas comosus* var. *erectifolius* en Pará, Brasil. Agrociencia, v. 50, n. 1, p. 79-88, 2016.

CORRÊA, Márcio Xavier. Memória sobre a economia extrativa da poaia – leste de Minas Gerais (Primeira metade do século XIX). 2012. Dissertação (Mestrado em História) - Departamento de História, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2012.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R.L.; HAWERROTH, F.J.; CARVALHO, F.I.F.D.; OLIVEIRA, A.C.D. Das Américas para o mundo: Origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. Ciência Rural, v. 40, n. 6, p. 1473-1483, 2010.

DELPRETE, P.G. Rondeletieae (Rubiaceae): Part I (Rustia, Tresanthera, Condaminea, Picardaea, Pogonopus, Chimarrhis, Dioicodendron, Molopanthera, Dolichodelphys, and Parachimarrhis). Flora Neotropica, v. 77, p.1–225, 1999.

FREITAS, J.L.; SANTOS, A.C.; SILVA R. B.L.; RABELO, F.G.; SANTOS, E.S.; SILVA, T.L. Fenologia reprodutiva da espécie *Carapa guianensis* Aubl. (Andirobeira) em ecossistemas de terra firme e várzea, Amapá, Brasil. Biota Amazônia, v. 3, n. 1, p. 31-38, 2013.

FUJIIHASHI, G.A.; BARBOSA, W.L.R. *Ananas erectifolius* (curauá): padronização dos extratos, frações e do material vegetal. Revista Científica da UFPA, Belém, v. 3, p. 1-6, 2002.

GIVNISH, T. J., AMES, M., MCNEAL, J. R., MCKAIN, M. R., STEELE, P. R., DEPAMPHILIS, C. W., GRAHAM, S. W., PIRES, J. C., STEVENSON, D. W., ZOMLEFE, W. B., BRIGGS, B. G., DUVALL, M. R., MOORE, M. J., HEANEY, M., SOLTIS, D. E., SOLTIS, P. S., THIELE, K.; LEEBENS-MACK, J.H. Assembling the Tree of the monocotyledons: Plastome Sequence Phylogeny and Evolution of Poales. Annals Missouri Botanic Garden, v. 97, n 4, p. 584-616, 2010.

GIVNISH, T.J.; BARFUSS M.H.; VAN, E.E.B.; RIINA, R. SCHULTE, K.; HORRES, R.; GONSISKA, P.A.; JABAILY, R.S.; CRAYN, D.M.; SMITH, J.A.; WINTER, K.; BROWN, G.K.; EVANS, T.M.; HOLST, B.K.; LUTHER, H.; TILL, W.; ZIZKA, G.; BERRY, P.E.; SYTSMA, K.J. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: insights from an eight-locus plastid phylogeny. American Journal of Botany, v. 98, n. 5, p.1-24, 2011.

GOTOR, E.; ALERCIA, A.; RAMANATHA R.A.O.V.; WATTS, J.; CARACCIOLO, F. The scientific information activity of Bioversity International: the descriptor lists. Impact Assessment Discussion Paper 3. Bioversity International, p. 16, 2011.

GUPTA, D.; BLEAKLEY B.; GUPTA, R.K. Dragon's blood: Botany, chemistry and therapeutic uses. Journal of Ethnopharmacol, v. 115, n. 3, p. 361-380. 2008.

HEYWOOD, V.H.; BRUMMITT, R.K.; CULLHAM, A.; SEBERG, O. Flowering plant families of the world. EUA, Royal Botanic Gardens, , 2007, p. 424

JACQUES-FÉLIX, H. The discovery of a bromeliad in Africa: *Pitcarnia feliciana*. *Selbyana*, v. 21. n. 1-2, p. 118-124, 2000.

KIIHL, T.A.M. Banco ativo de germoplasma de trigo da Embrapa: multiplicação e intercâmbio de acessos. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo Triticale, 13. 2019, Passo Fundo. Resumos [...] Passo Fundo: Projeto Passo Fundo, 2020. p. 457-461.

LAMEIRA, O.A. Cultivo da Ipecacuanha [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes]. Circular técnica, Belém - Pará, Embrapa Amazônia Oriental. 2002, 28 p, 1-4.

LAMEIRA, O. A.; DE OLIVEIRA, E. C. P. Domesticação e melhoramento de espécies medicinais Amazônicas. In: Borém, A.; Lopes, M.T.G.; Clement, C.R. Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas. Viçosa - MG, Editora Universidade Federal de Viçosa, 2009, p.p. 442-460.

LAMEIRA, O.A.; CORDEIRO, I.M.C.C.; PIRES, H.C.G. Avaliação dos descritores morfoagronômico e morfoanatomia da lâmina foliar de *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth, Rutaceae, *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L.B. Smith) Coppens & F. Leal, Bromeliaceae e *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes, Rubiaceae. 1 ed. Brasil, Appris, 2020. p. 177.

LINDER, P.L.; RUDALL, P.J. Evolutionary History of Poales. Annual Review of Ecology and Evolution Systematic, v. 36, p. 107-124, 2005.

MANSUR, E.; PACHECO, G.; VIEIRA, M.L.C. Conservação *in vitro* de Germoplasma. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (Eds.). Domesticação e Melhoramento: Espécies Amazônicas. Viçosa, Minas Gerais, Editora Universidade Federal de Viçosa. 2009, p.p. 167-188.

MATA, Thiago Luiz da. Diversidade genética em germoplasma de arroz filipino identificada por marcadores moleculares e caracteres agromorfológicos. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP). 2010.

MATSUMOTO, K.; CARDOSO, L.D.; SANTOS, I.R.I. Manual de curadores de germoplasma- vegetal: conservação *in vitro*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Documentos 318, 2010. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/910426>, Acesso em: 4/02/2022.

MISTURA, C.C.; BARBIERI, R.L.; CASTRO, C.M. Caracterização de recursos genéticos de *Butia odorata* no bioma Pampa. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, v. 3, 2014, Resumos [...]. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014.

MORELLATO, L.P.C. A pesquisa em fenologia na América do Sul, com ênfase no Brasil, e suas perspectivas atuais. In: REGO, G.M.; NEGRELLE, R.B.; MORELLATO, L.P.C. (Org.). Fenologia como ferramenta para conservação e manejo de recursos vegetais. Curitiba: EMBRAPA, 2007. v. 1, p. 37-48.

MORELLATO, L.P.C.; ALBERTON, B.; ALVARADO, S.T.; BORGES, B.; BUISSON, E.; CAMARGO, M.G.G.; CANCIAN, L.F.; CARSTENSEN, D.W.; ESCOBAR, D.F.; LEITE, P.T.P. Linking plant phenology to conservation biology. Biological Conservation, [S.L.], v. 195, p. 60-72, 2016.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. Plant Physiology, v. 15, p. 473-497, 1962.

NEVES, E.L.D.; FUNCH, L.S.; VIANA, B.F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. Brazilian Journal of Botany, v. 33, n. 1, p. 155-166, 2010.

OLIVEIRA, M.S.de; VIEGAS, I.deJ. Sintomas de macronutrientes e de boro em plantas de ipecacuanha (*Cephaelis ipecacuanha* B. Rich). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA FCAP, 7.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1., 1997, Belém, Pará. Resumos [...]. Belém, Pará: FCAP, 1997. p. 150, ref. 150.

OLIVEIRA, L.O.D.; VENTURINI, B.A.; ROSSI, A.A.B.; HASTENREITER, S.S. Clonal diversity and conservation genetics of the medicinal plant *Carapichea ipecacuanha* (Rubiaceae). Genetics and molecular biology, v. 33, n. 1, p.86-93, 2010.

ORTOLONI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. Influência dos Fatores Climáticos na Produção. In: CASTRO, R. C. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.p. 249.

PÁDUA, J.G; ALBUQUERQUE, M.; MELLO, S.C.M. Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: Conservação e uso. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos 371. 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216382/1/doc-371-Final-.pdf>, Acesso em: 22/10/2021.

PAULA, M.F.B.; BRAGA, R.F.; MOREIRA, P.A.; RODRIGUES, L.A.; PIMENTA, M.A.S.; OLIVEIRA, D.A. Caracterização de acessos de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) por meio de marcadores moleculares RAPD. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, n. 1, p. 282-284, 2007.

PIRES, H.C.G.; ROSA, L.S.R.; CABRAL, B.S.; SILVA, V.M.; NOGUEIRA, G.A.; FERREIRA, P.R.N.F. Padrão Fenológico de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. em Áreas de Pastagens na Amazônia Oriental. Floresta e Ambiente, v. 23, n. 2, p. 170-179, 2016.

PORTAL, R.K.V.; LAMEIRA, O.A.; RIBEIRO, F.N.S; DE ASSIS, R.M.A. Caracterização fenológica do banco ativo de germoplasma de ipeca (*Carapichea ipecacuanha* Stoke). In: Anais do XI Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA, 11., 2013, Belém, PA. Resumos [...]. Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2013.

RAMALHO, E. A folha amazônica que virou arte. [S.l.: s.n.], 2005. Disponível em: <http://www.rfi.fr/actubr/articles/068/article_124.asp>.

RIBEIRO, I.C.N.S. Análise da divergência genética em acessos de *Mangifera indica* com base em descritores agro-morfológicos e marcadores microssatélites. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

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.

RIOS, R.M. Caracterização morfoagronômica e molecular de acessos de açaí coletados na Amazônia Oriental brasileira. 2009. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2020.

ROCHA, T.T.; LAMEIRA, O.L. Avaliação do período de floração e frutificação do BAG ipecacuanha. In: Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, 15., 2011, Belém, PA. Resumos [...]. A ciência de fazer ciência: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

SALOMÃO, A. N. Manual de curadores de germoplasma - vegetal: glossário. (Documentos/Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 326). Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 14 p.

SANCHÉZ, R.A. O. Ipecacuanha, *Psychotria ipecacuanha* (Brotero) Stokes: Un producto no maderable cultivado bajo el bosque em Huetar Norte, Costa Rica In: Riquezas del bosque: frutas, remédios y artesínias em américa latina center for international forestry research, 2006, Santa Cruz-Bolívia, 2006. p.p. 65-68.

SATYANARAYANA, K. Studies of Lignocellulosic Fibers of Brazil. Part I: Source, Production, Morphology, Properties and Applications. Composites: ScienceDirect, v. 38, p. 1694-1709, Curitiba, 2007.

SCORIZA, R.N.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de serapilheira em trecho de floresta estacional em sorocaba, SP. FLORESTA, v. 44, n. 4, p. 687-696, 2014.

SEGANTINI, D.M.; TORRES, L.M.; BOLIANI, A.C.; SARITA LEONEL. S. Fenologia da figueira-da-índia em Selvíria – MS. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, n. 2, p. 630-636, 2010.

SILVA, Melina Leite. Cultivo agroflorestal de Psychotria ipecacuanha (Brot.) Stokes no território do baixo sul da Bahia. 2014. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2014.

SILVA, Francisco Davi da. Divergência genética de acessos de meloeiro por meio de marcadores rapd. 2016.. Monografia (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SILVA, D.P.C.; OZUDOGRU, E.A.; REIS, M.V.; LAMBARDI, M. *In vitro* conservation of ornamental plants (1). Ornamental Horticulture, v. 24, n. 1, p. 28-33, 2018.

SOARES, F.P.; PAIVA, R.; ALVARENGA, A.A.; NERY, F.C.; VARGAS, D.P.; SILVA, D.R.G. Taxa de multiplicação e efeito residual de diferentes fontes de citocinina no cultivo *in vitro* de *Hancornia speciosa* Gomes. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 1, p. 152-157, 2011.

SOBRAL, PAULA VERENA DE CARVALHO. Caracterização morfoagronômica e divergência genética entre acessos africanos de feijão-caupi. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.

SOUZA, A.S.; JUNGHANS, T.G.; JUNGHANS, D.T.; MENDES, R.A.; MONTARROYOS, A.V.V. Cultura de tecidos em mandioca: técnicas e aplicações. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 364-432.

SOUZA, A.S., SOUZA, F.V.D.; SANTOS-SEREJO, J.A.dos; JUNGHANS, T.G; PAZ, O.P.da; MONTARROYOS, A.V.V.; SANTOS, V.da.S; MORAIS, L.S. Preservação de germoplasma vegetal, com ênfase na conservação *in vitro* de variedades de mandioca. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular, 90), 2009. 24 p.

SOUZA, EMILLE MAYARA DE CARVALHO. Caracterização morfológica, seleção de descritores e diversidade genética entre acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido. 2018. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, 2018.

TAYLOR, C.M.J.A.; STEYERMARK, P.G.; DELPRETE, A.; VICENTINI, R.; CORTÉS, D.; ZAPPI, C.; PERSSON, C.B.; COSTA, E.A.; ANUNCIAÇÃO. Rubiaceae. In: J. A. STEYERMARK, J. S. STEYERMARK, P. E. BERRY & B. K. HOLST (Eds.): Flora of the Venezuelan Guayana. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, USA, 2004. p.p. 497-848.

VEIGA, R.F.A.; QUEIRÓZ, M.A. Recursos Fitogenéticos: a base da agricultura sustentável no Brasil. v. 1, Editora UFV, 2015. p. 496

VERMA, N., SHUKLA, S. Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, v. 2,p.105-113, 2015.

WITHERS, L.A.; WILLIAMS, J.T. Conservação *in vitro* de recursos genéticos de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Orgs.). Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas. Brasília: Embrapa – SPI / Embrapa – CNPH. 1998. p.p. 297-330.

ZAH, R.; HISCHIER, R.; LEÃO, A.L.; BRAUN, I. Curauá fibers in the automobile industry - a sustainability assessment. Journal of Cleaner Production, v. 15, n. 11-12, p. 1032-1040, 2007

ZANELLA, C.M.; JANKE, A.; SILVA, C.P.DA.; SANTOS, E.K.DOS.; PINHEIRO, F.G.; PAGGI, G.M.; SOARES, L.ES.; GOETZE, M.; BUTTOW, V.; BERED, F.Genética, evolução e conservação de Bromeliaceae. Genet. Mol. Biol. São Paulo, v. 35, n. 4, p. 1020-1026, 2012.

ZANIOLO, S. R. Ecologia de Hedyosmum brasiliense Mart. exMiq. (Chloranthaceae): subsídio para o cultivo e manejo sustentável. 2002. Tese (Doutorado em Ciências)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.

ZAPPI, D.; JARDIM, J.; SOUZA, E.B.; DI MAIO, F.R.; BARBOSA, M.R.; VALENTE, A.S.M.; MONTEIRO, N.P. Rubiaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://servicos.jbrj.gov.br/flora/search/Rubiaceae>.