UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

Caracterização de Acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Abacaxi Comestível (*Ananas comosus* var. comosus) da Universidade Federal do Amazonas

MIQUEL VICTOR BATISTA DONEGÁ

MANAUS

2023

MIQUEL VICTOR BATISTA DONEGÁ

Caracterização de Acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Abacaxi Comestível (*Ananas comosus* var. comosus) da Universidade Federal do Amazonas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração: Conservação da Agrobiodiversidade.

Orientador: Dr. Henrique dos Santos Pereira

MANAUS

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

D681c

Donegá, Miquel Victor Batista
Caracterização de Acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Abacaxi Comestível (Ananas comosus var. comosus) da Universidade Federal do Amazonas / Miquel Victor Batista Donegá . 2023
51 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Henrique dos Santos Pereira
Tese (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Biodiversidade. 2. conservação. 3. análise multivariada. 4. descritores. I. Pereira, Henrique dos Santos. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Ao meu pai, Márcio Donegá, pelo ensinamento a ser o melhor de mim.

À minha mãe, Marta Donegá, por toda vida dedicada a mim.

Ao meu amor, Beatriz Araújo, pelo apoio incondicional e paixão.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical – PPGATR da Universidade Federal do Amazonas pelo apoio à pesquisa e ensino durante o período em que estive no programa.

À Fazenda Experimental – FAEXP da Universidade Federal do Amazonas, pela infraestrutura e apoio de recursos humanos na implantação e condução da pesquisa em campo.

Á Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pela concessão da bolsa.

Ao Programa Estratégico de Desenvolvimento do Setor Primário Amazonense - PROSPAM/FAPEAM - Edital N. 008/2021, pelo suporte financeiro para implantação da pesquisa em campo.

Agradeço a toda a equipe do Projeto Conservação das variedades locais de abacaxi cultivadas no Estado do Amazonas pelo apoio técnico e suporte durante as atividades. Especialmente ao grupo de campo pelas batalhas diárias durante sol e chuva.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio a pesquisa.

Ao meu pai, mãe, irmão, pets e ao meu amor Beatriz, pela compreensão e carinho durante este período, sem vocês eu não seria quem sou hoje. Com certeza, com vocês ao meu lado sei que sou capaz de tudo.

E por fim agradeço profundamente ao meu orientador, Prof. Dr. Henrique dos Santos Pereira, por toda a paciência, colaboração e parceria durante este período. Certamente é com o apoio de pessoas assim que a pesquisa no Brasil há de se desenvolver, um orientador que entende que além de pesquisador, sou também um ser humano.

“Trabalhe com o que você ama e nunca mais precisará trabalhar na vida”

Confúcio

RESUMO

O Amazonas é um dos centros de diversidade do abacaxi comestível, no entanto a a substituição de variedades locais por variedades comerciais pode oferecer riscos à conservação da biodiversidade do abacaxi comestível (*Ananas comosus* var. *comosus*) e o desenvolvimento de novas cultivares. Neste sentido, para aumentar a quantidade de cultivares desenvolvidas pelos programas de melhoramento de abacaxi do mundo, é necessário a combinação de estratégias de conservação *in situ* e *ex situ*, além de estudos de caracterização e avaliação de germoplasma conservados. Este trabalho teve como objetivo a criação do Banco Ativo de Germoplasma de Abacaxi Comestível da Universidade Federal do Amazonas e a caracterização preliminar dos acessos. O BAG foi instalado em na Fazenda Experimental da UFAM em Manaus, Amazonas. Foram avaliados 21 acessos de sete sub-regiões do Amazonas quanto à altura e largura da planta, diâmetro e comprimento da folha, variegação, cor, presença de antocianina e a presença de espinhos. A análise em multivariada em DIC dos dados quantitativos permitiu a identificação de três grupos de similaridade, sendo a largura da folha a característica que mais contribuiu para a variação. Para os descritores qualitativos, foram indentificados 4 grupos de similaridade, sendo 2 dois formados por um único acesso. Visto isso, o BAG de abacaxí comestível apresenta diversidade consideravel, se apresentando como fonte para a produção de novas cultivares para o mercado e mantendo a diversidade biológica do fruto na Amazônia, seu local de origem. Recomenda-se a continuidade do projeto, para enriquecimento do BAG e para a inclusão dos descritores reprodutivos (flor e fruto) para a completa caracterização e identificação de todos os acessos.

Palavras-chave: biodiversidade; conservação; análise multivariada; descritores

ABSTRACT

Amazonas is one of the centers of edible pineapple diversity, however, the replacement of local varieties by commercial varieties may pose risks to the conservation of edible pineapple biodiversity (Ananas comosus var. *comosus*) and the development of new cultivars. In this sense, to increase the number of cultivars developed by pineapple breeding programs around the world, it is necessary to combine in situ and ex-situ conservation strategies, in addition to characterization and evaluation studies of conserved germplasm. This work aimed to create the Active Edible Pineapple Germplasm Bank at the Federal University of Amazonas and the first characterization of accessions. The BAG was installed at the UFAM Experimental Farm in Manaus, Amazonas. 21 accessions from seven sub-regions of Amazonas were evaluated regarding plant height and width, leaf diameter and length, variegation, color, presence of anthocyanin and the presence of thorns. Multivariate DIC analysis of quantitative data allowed the identification of three similarity groups, with leaf width being the characteristic that most contributed to variation. For the qualitative descriptors, 4 similarity groups were identified, 2 of which were formed by a single access. Given this, the edible pineapple BAG presents considerable diversity, presenting itself as a source for the production of new cultivars for the market and maintaining the biological diversity of the fruit in the Amazon, its place of origin. It is recommended that the project be continued to enrich the BAG and include reproductive descriptors (flower and fruit) for the complete characterization and identification of all accessions.

Keyworkds: biodiversity; conservation; multivariate analysis; descriptors

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do BAG de abacaxi da UFAM 25

Figura 2. Mapa da área de abrangência do Projeto Abacaxis 35

Figura 3. Representação da diversidade de acessos encontrada no banco (A – "Abacaxi Azul" de São Paulo de Olivença; B – "Abacaxi Verdadeiro" de São Paulo de Olivença; C – "Abacaxi Garrafa" de Autazes; D – "Abacaxi-Roxo" de Codajás; E – "Sp. 14" de Codajás e; F - "Abacaxi com Espinho" de São Gabriel da Cachoeira)..... 36

Figura 4. Encerramento do dia de campo do BAG de Abacaxi Comestível da UFAM. 37

Figura 5. Figura 5. Dendrograma de dissimilaridade genéticapara as característica quantitativas entre os 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM 40

Figura 6. Gráfico com os componentes principais para as características quantitativas dos 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM 42

Figura 7. Gráfico Biplot para análise dos componentes principais referente às características quantitativas dos acessos 45

Figura 8. Dendrograma de dissimilaridade genética para as características qualitativas entre os 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM 46

Figura 9. Dendrograma de dissimilaridade genética para as características quantitativas e qualitativas entre os 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM 47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

2. OBJETIVOS 14

2.1 Objetivo Geral 14

2.2 Objetivos Específicos 14

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15

3.1 Aspectos Botânicos e Taxonomia 15

3.2 Origem e Diversidade Genética 16

3.3 Conservação de Germoplasma 18

3.4 Análise da Diversidade Genética 19

3.5 Importância Econômica 19

4. METODOLOGIA 22

4.1 Área de Abrangência do Projeto 22

4.2 Banco Ativo de Germoplasma 23

4.3 Cultivo *in vitro* 25

4.4 Criopreservação do Pólen 25

4.5 Rede de Guardiães 25

4.6 Caracterização Morfológica 26

4.7 Análise da Diversidade Genética entre os Acessos 28

4.7.1 Análise de Variância e Teste de Médias 28

4.7.2 Análises Multivariadas 28

4.7.2.1 Medidas de Dissimilaridade Genética entre os Acessos 29

4.7.2.1.1 Distância Generalizada de Mahanalobis (D^2) 29

4.7.2.1.2 Coeficiente de Concordância Simples 30

4.7.2.1.3 Coeficiente de Similaridade Geral de Gower 30

4.7.2.2 Métodos de agrupamento dos Acessos 31
4.7.2.2.1 Agrupamento dos Acessos pelo Método Hierárquico 31
4.7.2.2.2 Agrupamento dos Acessos pelo Método de 32
4.7.2.3 Análise de Componentes Principais 32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 34
6. CONCLUSÃO 48
7. REFERÊNCIAS 49

1. INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merril) atingiu em 2021 a marca de mais de 28,5 milhões de toneladas produzidas, sendo uma das frutas mais consumidas no mundo, atrás apenas da banana e do citrus (FAO, 2021). O fruto pode ser utilizado tanto para o consumo *in natura* quanto para a produção de bebidas, xaropes, doces, sorvetes, fármacos entre outros (Crestani et al., 2018). Já a planta pode ser destinada à fins ornamentais, alimentação animal e produção de fibra (Souza et al., 2018).

Antes mesmo de seu descobrimento pelos Europeus, o abacaxi já era utilizado pelos indígenas das Américas (Leal & Coppens D'Eeckenbrugge, 2018), reconhecido pelo seu sabor, cheiro e beleza (Maroneze, 2020; Queiroz et al., 2002; Crestani et al., 2010; Leal & Coppens D'Eeckenbrugge, 2018). Com sua distribuição mundial, o fruto passou a ser destinado principalmente para a alta sociedade Europeia, como um fruto dos reis, estudiosos e aristocratas (Leal & Coppens D'Eeckenbrugge, 2018).

Como parte da família *Bromeliaceae*, o gênero *Ananas* compreende duas espécies, o *A. macrodontes* Morren e *A. comosus* (L.) Merril, sendo esta última responsável por cinco variedades botânicas, dentre elas *A. comosus* var. *comosus*, o abacaxi comestível (Coppens D'Eeckenbrugge & Govaerts, 2015).

O abacaxizeiro é uma planta perene herbácea, sua planta adulta pode chegar de 1 a 2 metros e sua inflorescência forma uma roseta espiralada (Cheng et al., 2018). Sua característica principal são o tamanho dos frutos e folhas, podendo ter espinhos ou não, o que pode ajudar a classificar cultivares (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018; Cheng et al., 2018).

No Amazonas, de acordo com Garcia et al., (2013), a variedade Turiaçu domina o comércio local. Essa dominância é um dos fatores contribuintes para o processo de erosão genética do gênero *Ananas* que está ocorrendo no Estado do Amazonas, sendo necessário a adoção de estratégias de conservação do germoplasma da cultura.

Diante disso, para fornecer material genético de qualidade para os programas de melhoramento e apoiar a conservação da biodiversidade do abacaxí comestível no Amazonas, este trabalho teve como objetivo a criação de um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Abacaxi na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e caracterização dos acessos obtidos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar e avaliar a dissimilaridade morfológica de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Abacaxi Comestível (Ananas comosus var. comosus) da Universidade Federal do Amazonas.

2.2 Objetivos Específicos

1. Formar, enriquecer e manter a Coleção in vivo de variedades locais de abacaxis comestíveis tradicionais do Estado do Amazonas, em campo;
2. Proceder a caracterização botânica de acessos mediante descritores morfológicos vegetativos;
3. Avaliar a similaridade morfológica externa entre os acessos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos Botânicos e Taxonomia

A classificação do abacaxi passou por diversas atualizações ao longo dos séculos (Cheng et al., 2018), chegando a um consenso apenas nos tempos recentes, dividindo o gênero *Ananas* em duas espécies. O *A. macrodontes* Morren, também conhecido como “gravatá de rede” , “gravatá de cerca brava” ou “nana caçaba”, que são plantas propagadas por estolões, chegando a até 2 metros de altura, e o *A. comosus* (L.) Merril, conhecido como “nanas” ou “ananás” que, ao invés de produzir estolões, emite brotos ou mudas e pode chegar a até 1,8 metros (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018).

A principal diferença para as demais do gênero *Bromeliaceae*, é devido sua inflorescência se fundir em um sincarpo em forma de roseta (Cheng et al., 2018; d'Eeckenbrugge e Leal, 2018). De acordo com Cheng et al., (2018) a maioria das cultivares de abacaxi são autoincompatíveis e apenas o abacaxi comestível cruzar com alguma outra variedade botânica ou cultivar poderá gerar sementes.

De acordo com as últimas classificações, a espécie *A. comosus* (L.) Merril compreende cinco variedades botânicas:

- *A. comosus* var. *microstachys* (Mez) Smith;
- *A. comosus* var. *parguazensis* (Camargo e Smith) Coppens e Leal;
- *A. comosus* var. *erectifolius* (Smith) Coppens e Leal;
- *A. comosus* var. *bracteatus* (Lindl.) Coppens e Leal;
- *A. comosus* var. *comosus*.

O *A. comosus* var. *comosus* (abacaxi comestível) é caracterizado principalmente pelos grandes frutos, folhas largas em grandes quantidades, quando com espinhos, estes são antrorsos e geralmente mais densos que em outras variedades (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018).

Referente às suas características botânicas, o abacaxi é uma planta herbácea, perene e terrestre que vai de 1 a 2 metros de altura, suas partes principais são o caule, as folhas, o pedúnculo, fruto do tipo sincarpo a coroa e seus brotos (Cheng et al., 2018; d'Eeckenbrugge e Leal, 2018).

Seu caule é cilíndrico com um comprimento de 25 a 50 centímetros e largura de 2 a 5 cm na base e de 5 a 8 cm no topo (Cheng et al., 2018; d'Eeckenbrugge e Leal, 2018). Suas raízes são adventícias, podendo ser aéreas ou subterrâneas, chegando de 1 a 2 metros lateralmente e 0,85 cm de profundidade (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018). O número de folhas encontrados no abacaxi varia de 40 a 80 dependendo da cultivar, devido sua maleabilidade acumulam água para serem absorvidas pelas raízes aéreas (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018). De acordo com Cheng et al. (2018), as diferenças no formato e arquitetura das folhas são tão distintas que ajudam a classificar diferentes cultivares.

A inflorescência é composta de 50 a 200 flores hermafroditas que se transformam frutilhos, que compõem o abacaxi, um fruto do tipo sorose (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018; Cheng et al., 2018). O fruto é não climatérico, possui uma casca rígida e cerosa, composta por diversos “olhos” (Cheng et al., 2018).

As folhas do abacaxi têm o formato semelhante a uma espada, larga na base afinando em sua ponta (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018; Cheng et al., 2018). Seu arranjo e características botânicas permitem melhor aproveitamento da luz e água, primeiro pois suas folhas estão dispostas em filotaxia 5/13, onde a cada 5 voltas no caule a 13ª folha estará diretamente sob a primeira folha e segundo pelo alargamento na base da folha, formando uma bainha no caule (Cheng et al., 2018).

A planta possui diversas características adaptadas à ambientes secos, como a estrutura da roseta adaptada; estruturas especializadas para transporte e armazenamento de água e nutrientes; cutícula espessa; estômatos localizados em sulcos, limitando a evapotranspiração e; o metabolismo CAM (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018).

3.2 Origem e Diversidade Genética

A palavra abacaxi teve origem a partir da tribo indígena *abacaxi* que ocupou o rio de mesmo nome, ao leste do Estado do Amazonas, que somente em seguida, deu origem ao nome do fruto (Maronenze, 2020). O abacaxi estava presente na cultura e cotidiano dos povos tradicionais Amazônicos desde antes de seu

descobrimento pelos Europeus. Sua distribuição, quantidade, qualidade, diversidade de usos, importância econômica e cultural do abacaxi apontam para uma domesticação antiga (Clement et al., 2010).

Os temidos povos indígenas do Caribe já utilizavam o abacaxi além do consumo *in natura*, para a produção de fibra, remédios a intoxicação da ponta das flechas e lanças, indicando profundo conhecimento acerca da planta e seus subprodutos (Leal e Coppens D'Eeckenbrugge, 2018). De acordo com Lizarralde (1980), o abacaxi está presente na mitologia do povo Barí (localizado na fronteira entre Venezuela e Colômbia), onde sua divindade *Sabaseba* partiu um fruto em formato de pinha, amarelo, o qual deu origem à toda humanidade.

O primeiro contato do "Velho Mundo" com o abacaxi ocorreu quando os Europeus encontraram o fruto em uma pequena vila da Ilha de Guadalupe, apenas em 4 de novembro de 1493 (d'Eeckenbrugge e Leal, 2018; Janick 2013; d'Eeckenbrugge et al., 2018; Clement et al., 2010; Collins, 1949).

Dispersa pelo mundo e em viveiros da Europa, tornou-se uma planta de reis, aristocratas e estudiosos (Leal e Coppens D'Eeckenbrugge, 2018). Um dos principais fatores que permitiram sua difusão foi a resistência da planta à seca e a danos mecânicos (Leal e Coppens D'Eeckenbrugge, 2018). Ainda que disperso globalmente, a maior diversidade da espécie pode ser encontrada no norte do da bacia do rio Amazonas e no Orinoco (Duval et al., 1995). Contudo, conforme relato de Van Linschoten, o abacaxi após certo tempo na Índia, passou a perder seu valor devido sua abundância (Leal e Coppens D'Eeckenbrugge, 2018).

A distribuição do abacaxi cultivado na Amazônia ocorreu principalmente por meio do transporte fluvial, considerando a grande extensão dos rios e igarapés presentes na região Amazônica (Duval et al., 1995). Atualmente são considerados dois centros de diversidade genética do abacaxi, sendo o primeiro nas Guianas, e o segundo no Oeste da Amazônia e nas planícies dos Andes (d'Eeckenbrugge et al., 2018). Na zona Sul da região Amazônica, o *A. comosus* var. *ananassoides* é proeminente, já na zona Norte, além do *A. comosus* var. *ananassoides* ainda há a presença de *A. comosus* var. *lucidus* e *A. comosus* var. *parguazensis* (Duval et al., 1995).

3.3 Conservação de Germoplasma

Ainda que sejam produzidas outras variedades para o comércio local, o abacaxi dominante no Amazonas é a variedade “Turiaçu” (Garcia et al., 2013). Aliado a isso, 65,28% da produção do estadual de abacaxi é originária do município de Itacoatiara em 2021 (IBGE, 2021). O monocultivo e o desmatamento contribuem diretamente para a erosão genética do abacaxi, reforçando o predomínio de algumas cultivares comerciais e prejudicando a diversidade da cultura (Cabral et al., 2004).

A conservação *in situ* é a conservação das espécies, ecossistemas e habitats em seu ambiente natural ou onde tenham desenvolvido suas propriedades características (CDB, 1992). De acordo com o art. 6º do Tratado Internacional da Convenção sobre a Diversidade Biológica de 1992, os países devem desenvolver estratégias, planos ou programas para a conservação da biodiversidade, de preferência nos países de origem. Esta estratégia de conservação além promover a produção sustentável e segurança alimentar, permite conservar não apenas as espécies, mas também as redes sociais, assegurando a manutenção da informação cultural e pode adaptar as culturas a diversas mudanças ambientais (Calvet-Mir et al., 2012).

O desenvolvimento de um programa de conservação de germoplasma pode ter impacto não apenas na conservação, mas também na forma com que a população vê a importância da agrobiodiversidade (Silva et al., 2018). Contudo, a conservação de fruteiras em campo pode tornar os materiais vulneráveis (Ferreira, 2011). Em grande parte dos Bancos Ativos de Germoplasma de Fruteiras, os acessos são clones das matrizes, com renovações sucessivas, visto isso, é recomendado adotar novas estratégias de conservação como por exemplo *in vitro* e *on farm* (Ferreira, 2011). De acordo com Silva et al. (2018), a manutenção de um mesmo acesso em três lugares diferentes pode reduzir os riscos da perca total do acesso.

Para aumentar a quantidade de cultivares desenvolvidas pelos programas de melhoramento de abacaxi do mundo, é necessário que os estudos de

caracterização e avaliação de germoplasma de abacaxi sejam intensificados para identificar características uteis para o melhoramento (Cabral et al., 2007).

3.4 Análise da Diversidade Genética

Os trabalhos de melhoramento genético dependem da variabilidade dos acessos disponíveis, pois é somente com o cruzamento de indivíduos com características de interesse que será possível criar novos híbridos. De acordo com Ferreira et al. (2012), a diversidade genética permite a heterose necessária para o desenvolvimento de variedades. Para garantir a diversidade, os estudos de caracterização e avaliação de germoplasma são fundamentais, identificando material duplicado e formando a base de dados com diversos objetivos (Souza et al., 2021).

Os trabalhos de avaliação e caracterização são realizados a partir de descritores previamente selecionados, aplicados em no mínimo três plantas por acesso (Souza et al., 2021).

3.5 Importância Econômica

Em 1970 foram produzidos quase 5,5 milhões de toneladas de abacaxi no mundo, produção essa que dobrou com aumento no rendimento de 12,0 para 18,0 toneladas por hectare em 2021 (Tabela 1) (FAO, 2021). Hoje, os maiores produtores são Costa Rica (10,25%), Indonésia (10,07%), Filipinas (9,98%), Brasil (8,08%) e China (6,62%) (FAO, 2021).

Tabela 1. Produção mundial de abacaxi no período de 1970 - 2021

Anos	Área Plantada (ha)	Produção (ton)	Rendimento (ton/ha)
1970	453.892,00	5.447.077	12,00
1975	479.798,00	5.704.953	11,89
1980	461.249,00	5.695.759	12,35

1985	509.939,00	5.816.262	11,41
1990	533.463,00	6.206.496	11,63
1995	490.312,00	7.187.327	14,66
2000	495.068,00	8.041.544	16,24
2005	509.128,00	8.081.680	15,87
2010	527.520,00	8.411.633	15,95
2015	576.327,00	9.478.609	16,45
2021	599.976,00	10.830.861	18,05

Fonte: FAOSTAT (FAO, 2021).

O Brasil produzia apenas pouco mais de 280.000 frutos em 1970, já em 2021 houve aumento para mais de 1,5 milhão de frutos, com um rendimento por hectare quase 3 vezes maior (Tabela 1) (IBGE, 2021).

Tabela 2. Área, produção e rendimento de abacaxi no Brasil, no período 1970 - 2021

Anos	Área Plantada (ha)	Produção (ton)	Rendimento (ton/ha)
1970	32.189,00	423.903,00	13,17
1975	28.200,00	527.076,00	18,69
1980	25.185,00	565.828,50	22,47
1985	36.618,00	1.146.601,50	31,31
1990	33.167,00	1.103.896,50	33,28
1995	44.384,00	1.426.360,50	32,14
2000	60.406,00	2.003.688,00	33,17
2005	61.787,00	2.292.469,50	37,10
2010	58.507,00	2.205.586,50	37,70
2015	67.922,00	2.653.645,50	39,07
2021	63.589,00	2.317.554,00	36,45

Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2021).

As regiões Norte e Nordeste são as maiores produtoras do país, correspondendo a 68,4% da produção (IBGE, 2021). No ranking dos estados

produtores, respectivamente o Pará (23,37%), Paraíba (17,05%), Minas Gerais (10,11%), Rio de Janeiro (7,43%) e Tocantins (6,30%) lideram a produção nacional (IBGE, 2021). O Amazonas, com uma área colhida de pouco mais de 2 mil hectares é o 11º maior produtor do Brasil, com rendimento de 17,64 toneladas de fruto por hectare (IBGE, 2021).

No Brasil, os abacaxis dominantes são as variedades “Pérola” e “Smooth-Cayenne”, enquanto no mundo além desta última, a variedade “MD-2” concentra grande parte do mercado (Coppens d’Eeckenbrugge et al., 2018).

4. METODOLOGIA

Com o objetivo de implementar estratégia de conservação on-farm em rede integrada à conservação *ex-situ* em coleção *in-vivo* e *in-vitro* para valorização e a conservação da agrobiodiversidade das variedades locais de abacaxi cultivadas no Amazonas está sendo implementado o “Projeto Abacaxis”, iniciado em agosto de 2021.

De acordo com o art. 6º do Tratado Internacional da Convenção sobre a Diversidade Biológica de 1992, os países devem desenvolver estratégias, planos ou programas para a conservação da biodiversidade, com a cooperação entre as autoridades governamentais e o setor privado. A partir disso foram estabelecidos acordos de cooperação técnica para a conservação da biodiversidade de abacaxi entre a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Amazonas (IDAM).

Buscando o desenvolvimento local, e considerando que as medidas de conservação *ex-situ* dos componentes da diversidade biológica devem ser realizadas de preferência nos países de origem (CDB, 1992) as instalações e atividades para a conservação do germoplasma de abacaxi estão localizadas na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, em Manaus. Sendo um projeto em regimes de cooperação, a UFAM ficou responsável pela criação e manutenção do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) e da criopreservação do pólen de Abacaxi; a Embrapa a instalação e manutenção das réplicas dos acessos *in vitro* e; o IDAM realiza a prospecção e coleta de variedades locais nas diversas regiões do Estado.

4.1 Área de Abrangência do Projeto

Com mais de 1,5 milhões de km² de área territorial, o Amazonas é o maior Estado brasileiro, superando as áreas da Alemanha, França, Reino Unido e Japão juntas (IBGE, 2023). Considerando a amplitude do Estado, o IDAM foi fundamental para a prospecção e coleta dos acessos, tendo em vista que esta autarquia presta

assistência técnica para agricultores familiares e tradicionais dos 62 municípios do Estado.

No Amazonas, a distribuição do abacaxi cultivado ocorreu principalmente por meio do transporte fluvial, por conta da grande extensão dos rios e igarapés presentes na região Amazônica (Duval et al., 1995; Neto e Nogueira 2004). Desta forma, para a coleta dos acessos e difusão do conhecimento foram consideradas as sub-regiões do Alto Rio Negro; Alto Solimões; Baixo Amazonas; Juruá; Madeira; Médio Amazonas; Purus; Rio Negro-Solimões e o Triângulo do Juruá-Solimões-Juruá.

4.2 Banco Ativo de Germoplasma

O BAG foi instalado na fazenda experimental da UFAM, localizada no município de Manaus, Amazonas (02° 38’ Sul e 60° 02’ Oeste) Na região, a termperatura média anual passa dos 26°C e a precipitação anual varia entre 2.500 e 2.800 mm, categorizando-a como Kw na classificação climática de Köppens (Alvares et al., 2013). O solo da área possui declividade abaixo de 3%, classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (Santos et al., 2011).

Por ser um BAG na floresta Amazônica, foram priorizadas áreas em que não fosse necessário suprimir a vegetação nativa. Desta forma, a área de plantio comporta 350 plantas sob o espaçamento 0,4 x 1,5 m.

Ao chegar no BAG os acessos foram identificados seguindo código único para cada planta e possível variedade (p. ex.: BAU 00)

O planejamento da logística e manutenção do BAG teve início antes da coleta do material, contudo foram necessárias adaptações durante o processo de manutenção. Foi elaborado fluxograma para identificar as atividades e instalações relacionadas ao banco (figura 1).

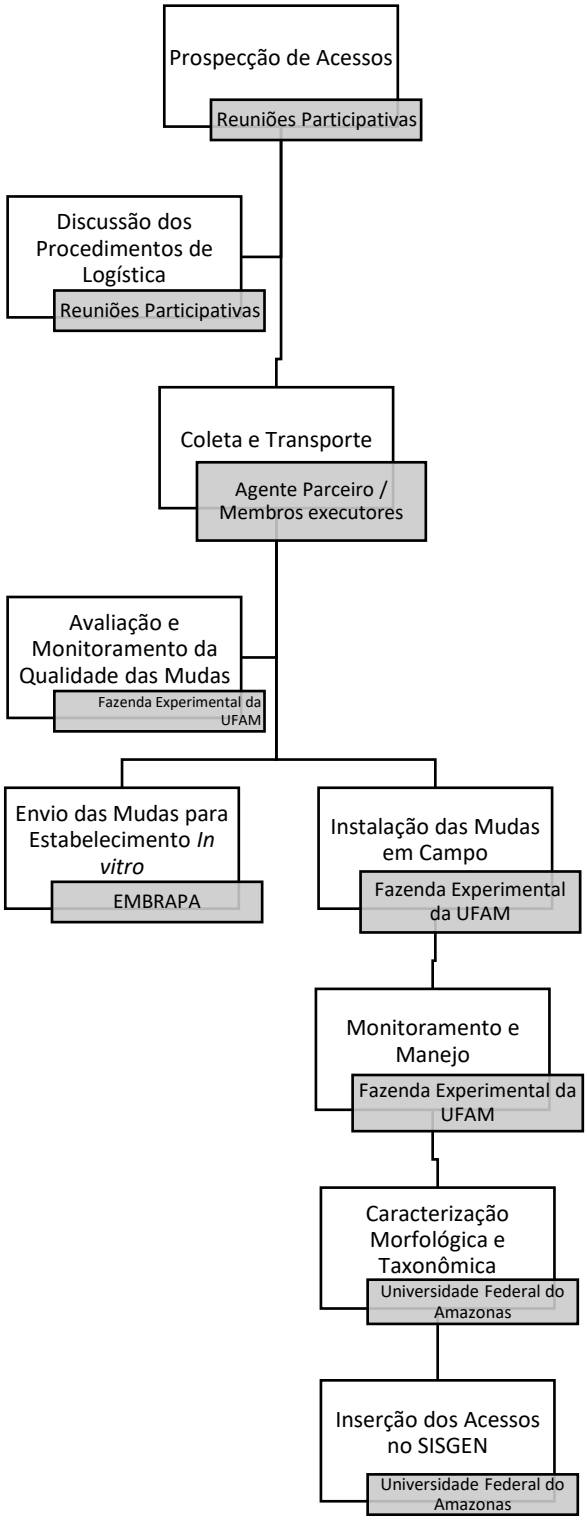

Figura 1. Fluxograma do BAG de abacaxi da UFAM.

4.3 Cultivo *in vitro*

As cópias de segurança do BAG foram direcionadas ao Laboratório da Embrapa Amazônia Ocidental, os quais mantiveram o código de identificação recebido ao entrar no BAG da fazenda experimental da UFAM.

A metodologia utilizada pela Embrapa é conforme metodologia descrita por Canto et al. (2004), as plantas foram cultivadas inicialmente em meio de cultura e posteriormente transferidas para sala de crescimento sob condições de temperatura e luminosidade controladas, onde permaneceram até a avaliação do crescimento. Após um ano de cultivo, é realizada uma análise destrutiva para avaliação das variáveis de altura de planta, número de folhas verdes e senescentes, massa da parte aérea e raiz, e a relação entre as partes.

O cultivo micropropagado permite que o maior número de variedades sejam mantidas em espaço reduzido e tem como objetivo reduzir prejuízos em caso de perda em campo.

4.4 Criopreservação do Pólen

O grupo de trabalho responsável pela criopreservação do pólen, faz as análises e coletas a partir do florescimento das plantas, no qual os grãos de pólen das anteras são desidratados e as anteras colocadas em folhas de alumínio, que, em tubos criogênicos são imersos em nitrogênio líquido. Nesta etapa as amostras estão estão sendo avaliadas quanto a germinação *in vitro* e comprimento do tubo polínico para determinar a viabilidade do pólen pós-congelamento (Silva et al., 2017).

Os materiais viáveis resultantes da criopreservação serão incorporados à coleção da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

4.5 Rede de Guardiães

Com o apoio e indicações dos escritórios locais (municipais) do IDAM, foram convidados a integrar a rede, mediante consentimento prévio livre e esclarecido, os

agricultores e agricultoras familiares que cultivam há pelo menos 5 anos, pelo menos uma variedade local de abacaxi comestível, preferencialmente com fins comerciais. As plantas das variedades mantidas por esses guardiães estão sendo incorporadas à coleção do BAG, sempre que possível. A comunicação com os guardiães está sendo realizada por telefone e e-mail (quando disponível) e quando da visita de campo pelos técnicos locais do IDAM.

Após o recrutamento, cada agricultor com apoio dos técnicos do IDAM responsáveis pelo acompanhamento e orientação deverá enviar para a equipe de pesquisa as respostas para os questionários de localização, caracterização e acompanhamento dos plantios *on-farm* por ele(a) mantidos. Uma outra rodada de avaliação dos plantios locais será realizada no segundo ano do projeto. Com o desenvolvimento das atividades, os guardiães poderão solicitar intercâmbio de materiais de propagação mantidos na coleção e receberão informações completas sobre os resultados da pesquisa, em especial, aqueles relativos à caracterização das variedades locais mantidas na coleção.

4.6 Caracterização Morfológica

Para a caracterização morfológica, foram selecionados 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM (tabela 3). A seleção de apenas 21 dos 41 acessos disponíveis no banco se deu devido estes não apresentarem características vegetativas suficientes para a seleção de descritores, visto isso, foram selecionadas apenas as características quantitativas e qualitativas que mais se adequavam para representar a diversidade da população no atual estágio de desenvolvimento das plantas. Os acessos foram coletados nas regiões do Baixo Amazonas, Alto Rio Negro, Madeira, Rio Negro-Solimões e Médio Amazonas.

Tabela 3. Acessos de abacaxi comestível selecionados para a caracterização morfológica.

Acesso	Local de Origem	Nome Comum
BAU_02	São Paulo de Olivença	Abacaxi Azul
BAU_03	São Paulo de Olivença	Abacaxi Verdadeiro
BAU_04	São Paulo de Olivença	Ananá
BAU_05	Autazes	Abacaxi Garrafa

BAU_06	Autazes	Abacaxi Liso
BAU_07	Codajás	Abacaxi-Roxo
BAU_08	Codajás	Ananá
BAU_09	Codajás	Sp. 14
BAU_10	Codajás	Abacaxi Cabeça de onça
BAU_11	São Gabriel da Cachoeira	Abacaxi Graviola
BAU_12	São Gabriel da Cachoeira	Abacaxi com espinho
BAU_13	São Gabriel da Cachoeira	Abacaxi-roxo
BAU_14	São Gabriel da Cachoeira	Ananá
BAU_15	Maués	Abacaxi Preto
BAU_16	Maués	Abacaxi Liso
BAU_17	Manicoré	Abacaxi
BAU_18	Manicoré	Ananá
BAU_19	Benjamin Constant	Abacaxi
BAU_20	Benjamin Constant	Abacaxi grande
BAU_21	Benjamin Constant	Abacaxi vermelho
BAU_22	Benjamin Constant	Abacaxi anão

Os descritores selecionados foram adaptados a partir do Manual do Banco Ativo de Germoplasma de Abacaxi da Embrapa em Cruz das Almas (Souza et al., 2021).

Quanto às características quantitativas, foram selecionados:

a) altura da planta (ALT): medida em centímetros do solo até a ponta da folha mais alta na posição natural da planta, sem elevar as folhas; b) diâmetro da copa (DIAM): medida em centímetros de uma ponta a outra da copa; c) comprimento da folha (COMP): medida em centímetros a partir da inserção no talo até a ponta da folha, no momento da iniciação floral; d) largura máxima da folha (LARG): medida de uma margem a outra da folha na região mais larga (medida em centímetros).

Já quanto às características qualitativas selecionadas, consideraram-se:

a) hábito da planta (HAB): observação tomada com relação ao seu ângulo de inserção e pendência das folhas (podendo ser aberto, ereto, decumbente ou caulescente); b) variegação das folhas (VAR): observado na folha mais longa,

listras ou pontuações de cores diferentes nas folhas (podendo ser sem variegação, variegadas com margens verdes, variegadas com margens brancas, ou variegadas com margens vermelhas); c) cor das folhas (COR): observado na parte mediana da folha mais longa (podendo ser verde-claro, verde-escuro, ou antocianina); d) presença de antocianina nas folhas (ANTO): observado na parte mediana da folha mais longa (podendo ser pouca, média, muita); e) presença de espinhos (ESP): presença de espinhos nas folhas (podendo ser ausente ou presente).

4.7 Análise da Diversidade Genética entre os Acessos

4.7.1 Análise de Variância e Teste de Médias

Os descritores quantitativos foram submetidos a análise de variância e teste de médias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 21 tratamentos (acessos) e 3 repetições. Os dados das variáveis observadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as medias dos tratamentos comparadas pelo teste de Skott & Knott ($P<0,05\%$).

4.7.2 Análises Multivariadas

As análises multivariadas foram realizadas considerando os diferentes tipos de descritores avaliados. Para os descritores quantitativos a similaridade entre os acessos foi calculada pela Distância Generalizada de Mahalanobis (D^2), o agrupamento dos acessos realizado pelo método hierárquico UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average) e pelo método de otimização de Tocher, finalizando com a análise dos Componentes Principais.

Para a análise dos descritores qualitativos a similaridade entre os acessos foi calculada usando o coeficiente de concordância simples e o agrupamento dos acessos realizado também pelo Método Hierárquico UPGMA e pelo método de otimização de Tocher.

Por fim, a análise multicategórica foi calculada a similaridade entre os acessos pelo coeficiente de Gower e o agrupamento dos acessos realizado pelo método hierárquico UPGMA e pelo método de otimização de Tocher.

A análise através do coeficiente de Gower e o agrupamento UPGMA faz parte da mesma utilizada por Ronilze et al., (2021) na caracterização dos germoplasmas de abacaxi in vitro da Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas, onde se encontra o banco nacional de germoplasma de Abacaxi.

4.7.2.1 Medidas de Dissimilaridade Genética entre os Acessos

4.7.2.1.1 Distância Generalizada de Mahanalobis (D²)

Para cálculo da similaridade genética entre os acessos usando as variáveis quantitavivas foi empregada a distância generalizada de Mahalanobis (D²), indicada para variáveis dessa natureza e quando se dispõe de repetições. A análise foi realizada a partir das médias dos dados originais e da matriz de covariâncias residuais. A (D²) entre os acessos é obtida a partir da seguinte equação (Cruz et al., 2011):

$$D^2_{ii'} = \delta' \psi^{-1} \delta$$

Onde:

$D^2_{ii'}$ = *Distância Generalizada de Mahanalobis entre os acessos* i *e* i'

ψ^{-1} = *Inversa da Matriz de Variâncias e Covariâncias Residuais*

$\delta = [d_1, d_2 \ldots d_v]$, *sendo* $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$

Y_{ij} = média do i-ésimo acesso em relação à j-ésima variável

4.7.2.1.2 Coeficiente de Concordância Simples

Para cálculo da similaridade genética entre os acessos usando as variáveis qualitativas, considerando que cada acesso apresenta um único padrão fenotípico, foi usado o coeficiente de coincidência simples ($S_{ii'}$) (Cruz et al., 2011):

$$S_{ii'} = \frac{C}{C + D}$$

Onde:

$S_{ii'}$ = *Concordância Simples entre os acessos* i *e* i'

C = *Concordância de Categoria*

D = *Discordância de Categoria*

4.7.2.1.3 Coeficiente de Similaridade Geral de Gower

Para fins de cálculo do coeficiente de similaridade geral de Gower entre os acessos, os dados foram analisados como dicotômicos e multicategóricos, uma vez que os descritores quantitativos foram agrupados em classes, sendo o coeficiente, para esta situação, expresso pela seguinte fórmula:

$$GGSc = \frac{\sum_{k=1}^{n}(W_{ijk}S_{ijk})}{\sum_{k=1}^{n} W_{ijk}}$$

Onde:

S_{ijk} = *1 para coincidência de dados dicotômicos ou multicategóricos*

S_{ijk} = *0 para discordância de dados dicotômicos ou multicategóricos*

W_{ijk} = *0 para coincidência de dados dicotômicos*

W_{ijk} = *1 em qualquer outra situação*

4.7.2.2 Métodos de agrupamento dos Acessos

4.7.2.2.1 Agrupamento dos Acessos pelo Método Hierárquico UPGMA

No método das médias das distâncias (UPGMA - Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average) o critério utilizado para formação dos grupos é a média das distâncias entre todos os pares de acessos que formam cada grupo e a distância intergrupo é a média das distâncias pareadas dos acessos dos dois grupos (DIAS, 1998). Algebricamente a distância entre os acessos i e j, para i ≠ j, é dada por:

$$d_{(ij)} = mín(d_{ij})$$

A distância entre o acesso k em relação ao grupo formado pelos acessos i e j, com k ≠ de i e j, é definida por:

$$d_{(ij)k} = 1/2(d_{ik} + d_{jk})$$

A distância entre dois grupos (ij) e (kl), com i, j ≠ k, l, é dada por:

$$d_{(ij)(kl)} = 1/4(d_{(ik)} + d_{(il)} + d_{(jk)} + d_{(jl)})$$

Sucessivamente foram formados os grupos gradualmente fundidos uns com os outros até que todos os acessos sejam incluídos em um único grupo sendo gerada uma árvore de classificação bidimensional denominada dendrograma.

4.7.2.2.2 Agrupamento dos Acessos pelo Método de Otimização de Tocher

O método de Tocher é uma técnica de otimização, que agrupa os indivíduos mantendo-se o critério de que as distâncias intragrupos sejam sempre menores do que as intergrupos (Cruz, 2006). No método de Tocher a entrada de um indivíduo em um grupo sempre aumenta o valor médio da distância dentro do grupo. A inclusão, ou não, do indivíduo k no grupo é, então, feita considerando:

$$\text{Se } \frac{d_{(grupo)k}}{n} \leq 0, \text{ inclui-se o indivíduo k no grupo}$$

$$\text{Se } \frac{d_{(grupo)k}}{n} > 0, \text{ o indivíduo k não é incluído no grupo}$$

A distância entre o indivíduo k e o grupo formado pelos indivíduos ij é dada por:

$$d_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$$

4.7.2.3 Análise de Componentes Principais

A análise de componentes principais foi realizada a partir de dados padronizados e da matriz de correlação fenotípica obtida dos dados originais. Na análise considera-se que xij é a média padronizada do j-ésimo caráter (j = 1, 2..., v) avaliado no i-ésimo genótipo (i = 1, 2, ..., g) e R a matriz de correlação fenotípica entre os caracteres baseada nos dados originais. A técnica dos componentes principais consiste em transformar o conjunto de v variáveis (x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{iv}) em um novo conjunto (y_{i1},y_{i2},...,y_{iv}), que são funções lineares dos x_i's e independentes entre si.

Nessas condições, as seguintes propriedades são verificadas:

- Se y_{i1} é um componente principal, então: $y_{i1} = a_1 x_{i1} + a_2 x_{i2} + ... + a_v x_{iv}$
- Se y_{i2} é outro componente principal, então: $y_{i2} = b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + ... + b_v x_{iv}$
- Entre todos os componentes, y_{i1} apresenta a maior variância, y_{i2} a segunda maior e assim sucessivamente.

A partir dos escores dos componentes principais foi analisada a dispersão gráfica dos acessos, sendo utilizados os dois primeiros componentes principais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de abacaxi comestível da UFAM continha até a conclusão deste trabalho, 41 acessos, oriundos de sete das treze microrregiões do Amazonas, correspondendo aos municípios de São Paulo de Olivença, Autazes, Codajás, São Gabriel da Cachoeira, Maués, Manicoré, Benjamin Constant, Borba, Tabatinga, Japurá e Lábrea (Figura 02).

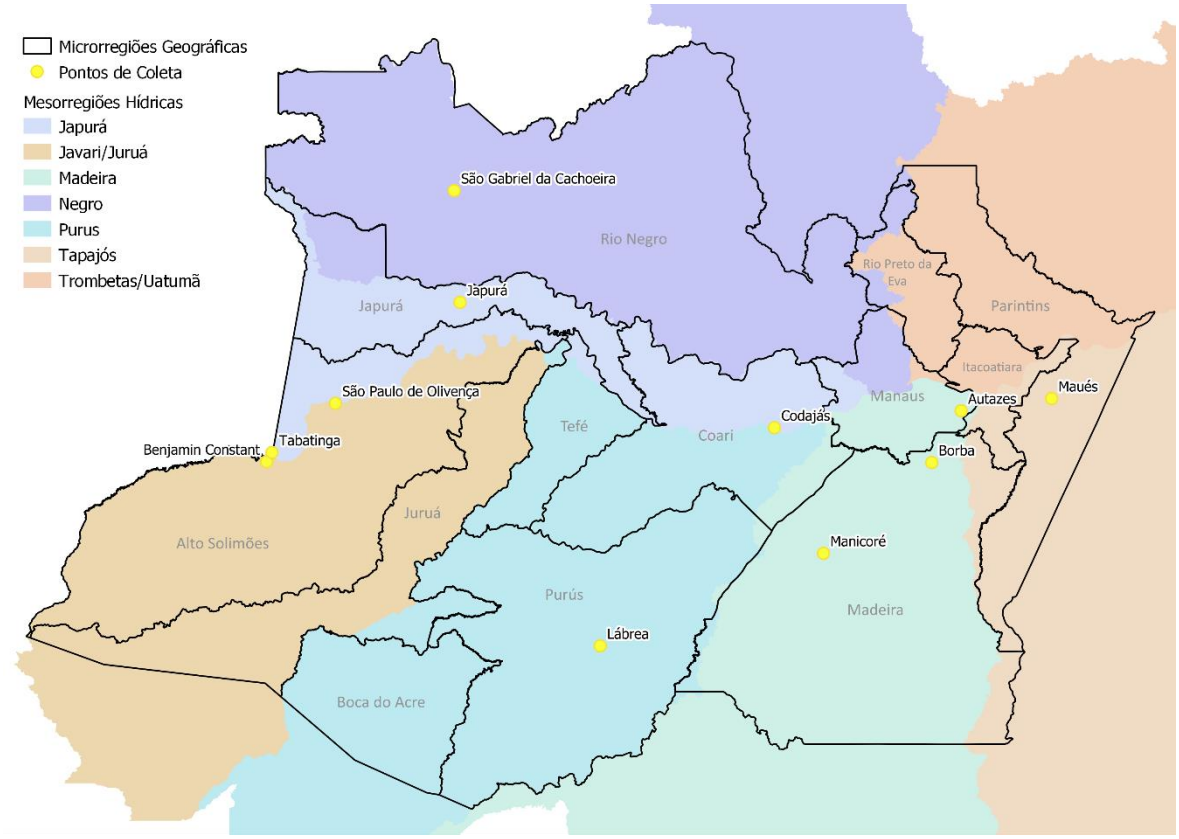

Figura 2. Mapa da área de abrangência do Projeto Abacaxis.

Os acessos se adaptaram às condições ambientais do BAG e não houve registro de perdas de acessos por qualquer natureza. Cabral et al., (2004) constataram que alguns dos acessos plantados por eles não se adaptaram às características ambientais e climáticas do BAG da EMBRAPA de Cruz das Almas/BA. Os resultados obtidos no BAG da UFAM indicam que o mantimento

destas plantas em seu centro de origem traz benefícios também quanto à manutenção dos acessos.

Em seu estágio inicial o banco já demonstra parte da diversidade Amazônica de abacaxi comestível, sendo possível encontrar diversidade na espinecência e cores de folhas (figura 03).

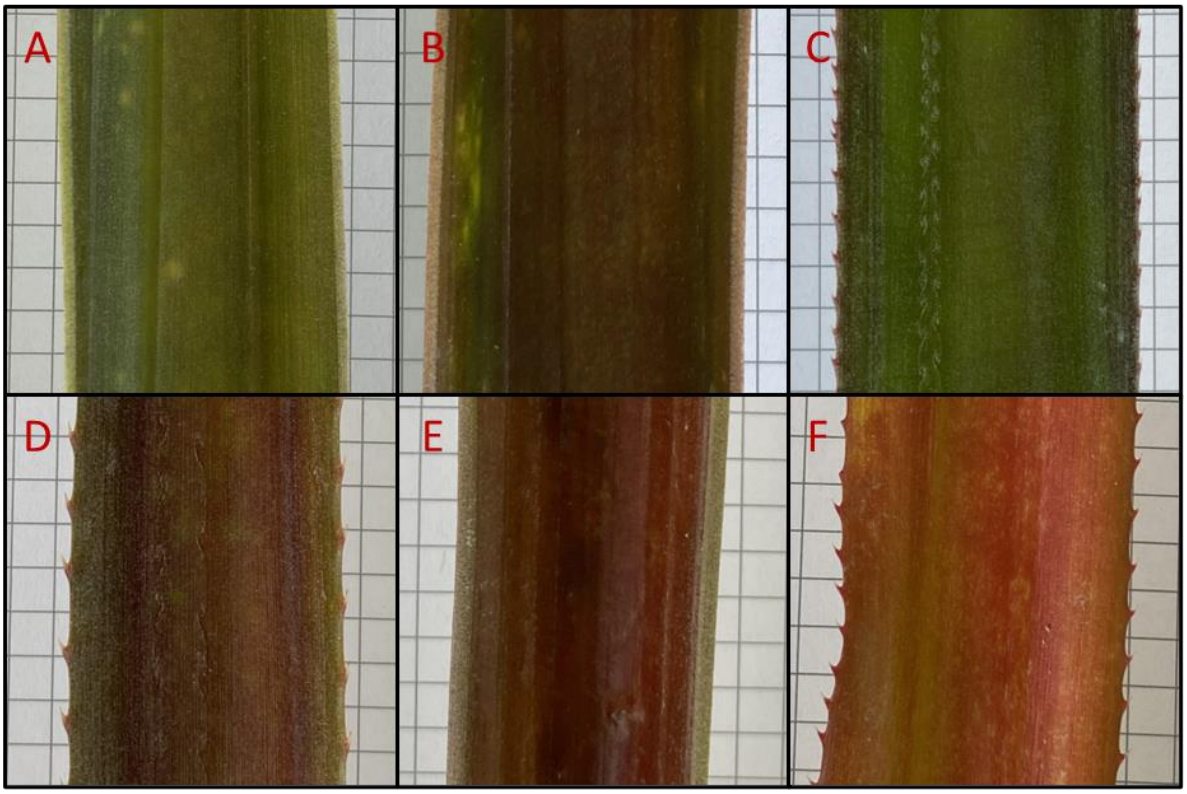

Figura 3. Representação da diversidade de acessos encontrada no banco (A – "Abacaxi Azul" de São Paulo de Olivença; B – "Abacaxi Verdadeiro" de São Paulo de Olivença; C – "Abacaxi Garrafa" de Autazes; D – "Abacaxi-Roxo" de Codajás; E – "Sp. 14" de Codajás e; F - "Abacaxi com Espinho" de São Gabriel da Cachoeira).

As cópias de segurança mantidas pela equipe da Embrapa no laboratório da Embrapa Amazônia Ocidental estão viáveis para o subcultivo, possibilitando multiplicação direcionada às instituições e agricultores tradicionais da rede de guardiães do Estado, visto que a manutenção de um mesmo acesso em mais de um local pode reduzir os riscos da perda total do acesso (Silva et al., 2018).

Aliado ao BAG e às cópias in vitro, a criopreservação do pólen tem apresentado resultados promissores como estratégia de conservação para o Abacaxi, com alguns dos acessos apresentando viabilidade para o subcultivo.

Foi com o objetivo de integrar as atividades das instituições de pesquisa e assistência técnica do Estado foi realizado o dia de campo do abacaxi na fazenda experimental da UFAM (Figura 4). O dia de campo foi realizado em parceria com o grupo de trabalho do Amazonas com pesquisadores da Embrapa de Cruz das Almas, permitindo a troca de conhecimento entre as instituições.

Figura 4. Encerramento do dia de campo do BAG de Abacaxi Comestível da UFAM.

5.1 Caracterização Morfológica dos Acessos

Com a caracterização morfológica quantitativa dos acessos de abacaxí comestível da UFAM foi possível obter material para enriquecer o banco de dados para futuras comparações com outros bancos como o da Embrapa em Cruz das Almas/BA (tabela 4).

Tabela 4. Caracterização morfológica das variáveis altura da planta, diam, comp e largura, provenientes do BAG instalado na FAEXP, Manaus, Amazonas, Brasil.

Acesso	ALT (cm)	DIAM (cm)	COMP (cm)	LARG (cm)
BAU 02	64,7	102,7	64,3	3,6
BAU 03	89,5	128,8	84,2	3,0
BAU 04	85,1	135,3	82,5	3,5
BAU 05	82,9	119,2	73,4	2,7
BAU 06	69,5	107,0	69,0	2,0
BAU 07	62,3	98,4	64,5	3,1
BAU 08	88,1	105,6	82,2	2,5
BAU 09	64,5	129,7	78,3	2,8
BAU 10	80,5	114,3	69,3	3,3
BAU 11	75,5	98,3	75,7	2,5
BAU 12	43,3	87,3	48,0	3,3
BAU 13	59,3	142,0	75,0	2,6
BAU 14	81,0	133,7	91,0	2,5
BAU 15	79,7	102,3	72,7	3,1
BAU 16	70,0	102,0	68,7	1,8
BAU 17	79,3	130,3	85,7	2,5
BAU 18	83,0	130,3	84,5	2,8
BAU 19	77,8	138,7	84,8	2,8
BAU 20	81,3	144,0	89,3	4,1
BAU 21	79,3	134,0	83,3	2,3
BAU 22	54,7	82,3	51,0	2,8

A partir da análise da variância foi possível identificar variação dos dados amostrados, contudo, seu coeficiente de variação se manteve abaixo de 13% em todas as características quantitativas analisadas, indicando variação dentro do esperado, com todas as variáveis significativas a 1% de probabilidade (tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância das características quantitativas dos acessos de abacaxi comestível do BAG da UFAM.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio			
		ALT	DIA	COMP	LARG
Acessos	20	427,95 **	1056,20 **	401,95 **	0,89 **
Resíduo	42	49,29	204,14	41,82	0,09
Total	62	171,44	479,00	157,99	0,35
Média	-	73,88	117,44	75,12	2,84
CV(%)	-	9,50	12,17	8,61	10,75

** Significativo a 1% de probabilidade.

Submetidos ao teste de médias foi possível formar grupos preliminares a partir da altura da planta, dividindo-os em três grupos (tabela 6).

Tabela 6. Médias das características quantitativas dos acessos de abacaxí comestível do BAG da UFAM.

Acesso	ALT	DIA	COMP	LARG
BAU 03	89,5 a	128,83 a	84,17 a	3 b
BAU 08	88,1 a	105,57 b	82,17 a	2,47 c
BAU 04	85,13 a	135,33 a	82,5 a	3,5 b
BAU 18	83 a	130,33 a	84,5 a	2,83 c
BAU 05	82,93 a	119,17 a	73,43 b	2,7 c
BAU 20	81,33 a	144 a	89,33 a	4,13 a
BAU 14	81 a	133,67 a	91 a	2,53 c
BAU 10	80,5 a	114,33 b	69,33 c	3,3 b
BAU 15	79,67 a	102,33 b	72,67 b	3,1 b
BAU 17	79,33 a	130,33 a	85,67 a	2,5 c
BAU 21	79,33 a	134 a	83,33 a	2,33 c
BAU 19	77,77 a	138,67 a	84,83 a	2,77 c
BAU 11	75,5 a	98,33 b	75,67 b	2,5 c
BAU 16	70 b	102 b	68,67 c	1,77 d
BAU 06	69,5 b	107 b	69 c	2 d
BAU 02	64,67 b	102,67 b	64,33 c	3,6 b
BAU 09	64,5 b	129,67 a	78,33 b	2,83 c

BAU 07	62,33 b	98,43 b	64,5 c	3,13 b
BAU 13	59,33 b	142 a	75 b	2,63 c
BAU 22	54,67 c	82,33 b	51 d	2,77 c
BAU 12	43,33 c	87,33 b	48 d	3,27 b
Maior	89,50	144,00	91,00	4,13
Menor	43,33	82,33	48,00	1,77
Média	73,88	117,44	75,12	2,84

A análise univariada dos dados quantitativos com base na distância generalizada de Mahanalobis (D^2) permitiu a criação de três grupos pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando como ponto de corte a dissilimaridade genética igual a 19,1067 (figura 5).

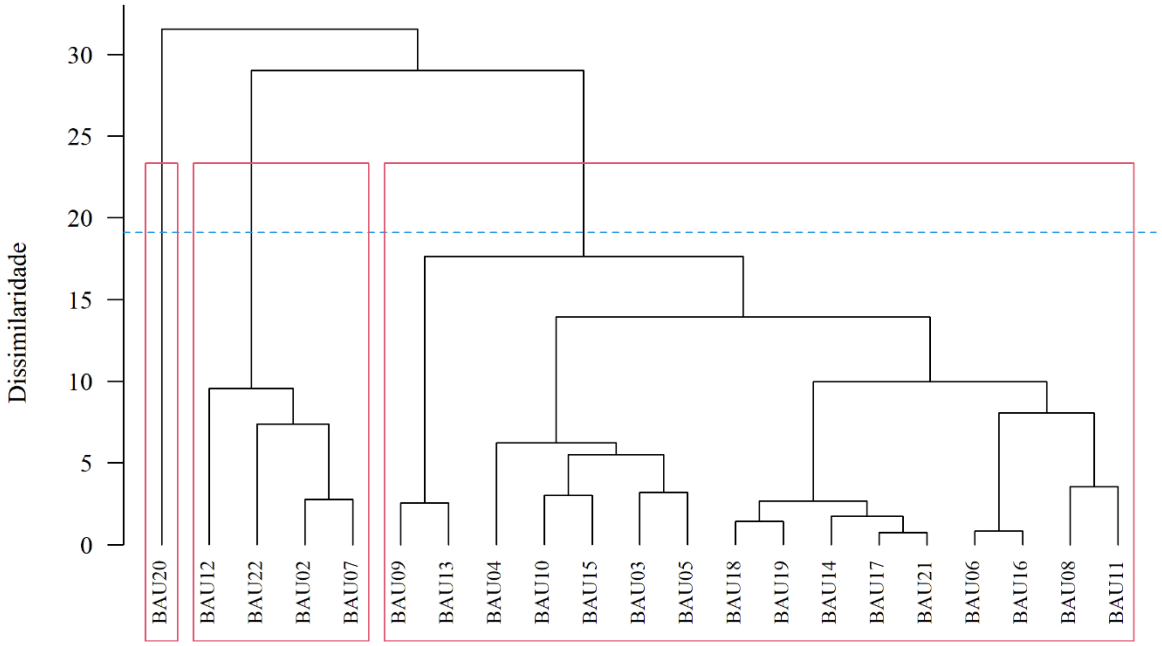

Figura 5. Dendrograma de dissimilaridade genéticapara as característica quantitativas entre os 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM.

O grupo um foi composto apenas do acesso BAU 20, conhecido como “abacaxi grande” e originário do município de Benjamin Constant. Os acessos BAU 12, BAU 22, BAU 02 e BAU 07 formaram o segundo grupo. Os demais acessos se enquadraram no último grupo.

O agrupamento de Tocher foi condizente com a análise realizada a partir do agrupamento UPGMA, indicando a formação de oito grupos (tabela 7).

Tabela 7. Agrupamento de Tocher para as variáveis quantitativas dos acessos de abacaxi comestível do BAG da UFAM.

GRUPO	ACESSOS						
1	BAU17	BAU21	BAU14	BAU19	BAU18	BAU03	BAU11
2	BAU06	BAU16					
3	BAU09	BAU13					
4	BAU02	BAU07	BAU22				
5	BAU10	BAU15	BAU05	BAU04			
6	BAU08						
7	BAU20						
8	BAU12						

De acordo com a análise dos componentes principais, as características de comprimento da folha e largura da folha tiveram maior contribuição para a variação, seguidas de diâmetro da folha e altura da planta (tabela 3).

Tabela 3. Componentes principais (CP), autovalores (λi), percentual da variância explicada pelos componentes principais (VAR), cargas fatoriais e correlações associadas aos CP na análise das variáveis: altura da planta (ALT), diâmetro da copa (DIA), comprimento da folha (COMP) e largura da folha (LARG) avaliadas em 21 acessos de abacaxi comestíveis do BAG da UFAM.

CP	λ_i	Individual	Acumulada	Autovetores Associados / Cargas Totais Associadas			
				ALT	DIA	COMP	LARG
1	2,5	61,4	61,4	0,55 / 0,86	0,56 / 0,87	0,62 / 0,98	0,01 / 0,02
2	1,0	25,5	86,9	0,08 / 0,08	-0,14 / -0,14	0,07 / 0,07	-0,98 / -0,99
3	0,5	11,6	98,6	0,73 / 0,50	-0,66 / -0,45	0,05 / -0,04	0,16 / 0,10
4	0,1	1,4	100,0	0,40 / 0,10	0,48 / 0,12	-0,78 / -,19	0,09 / -0,02

O gráfico de componentes principais indica as contribuições de cada característica para a variação, o componente principal um tem alta correlação positiva com altura, comprimento e diâmetro, já o componente dois tem alta correlação negativa com a largura da folha (figura 6).

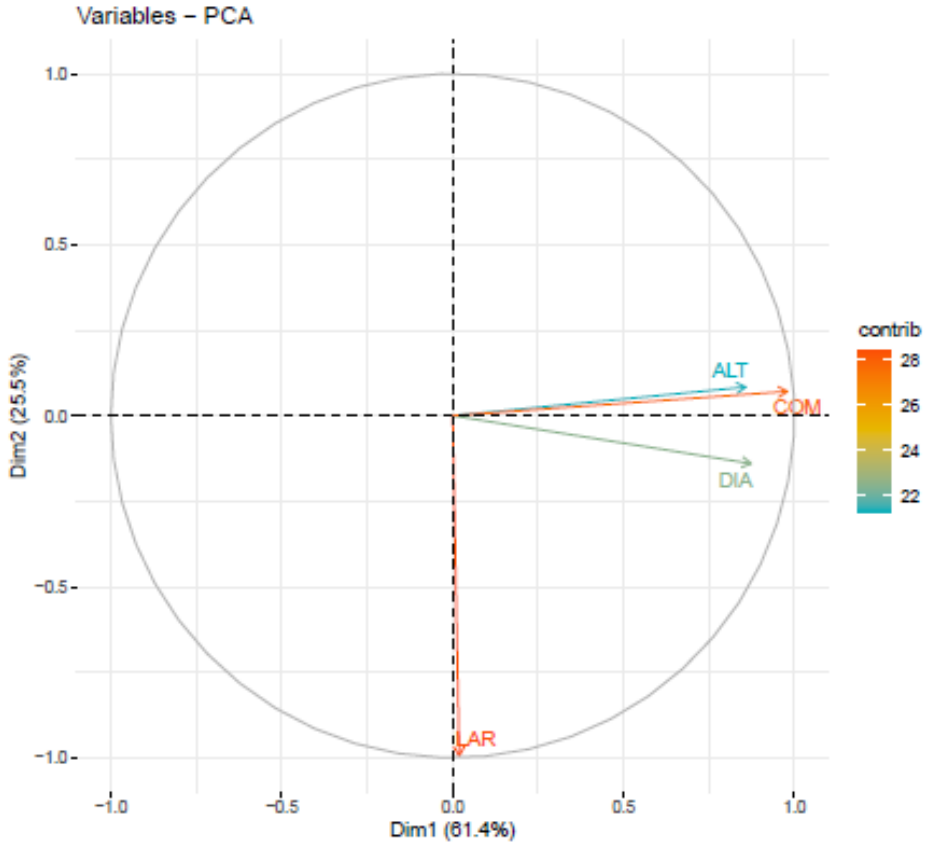

Figura 6. Gráfico com os componentes principais para as características quantitativas dos 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM.

O gráfico biplot para os componentes principais indica o posicionamento dos acesso com relação a contribuição das caracteríticas para a variação. Com ele foi possível identificar resultado semelhante ao agrupamento UPGMA e otimização de Tocher, formando um primeiro grupo com somente o acesso BAU 20, o segundo entre os acessos BAU 12, BAU 22, BAU 07 e BAU 02, e o restante dos acessos se enquadram no terceiro grupo (figura 7). Uma das características importantes desta análise está na possibilidade de visualizar também as características de cada um dos acessos, não apenas a relação entre eles, como apresentados no método de agrupamento UPGMA e Tocher.

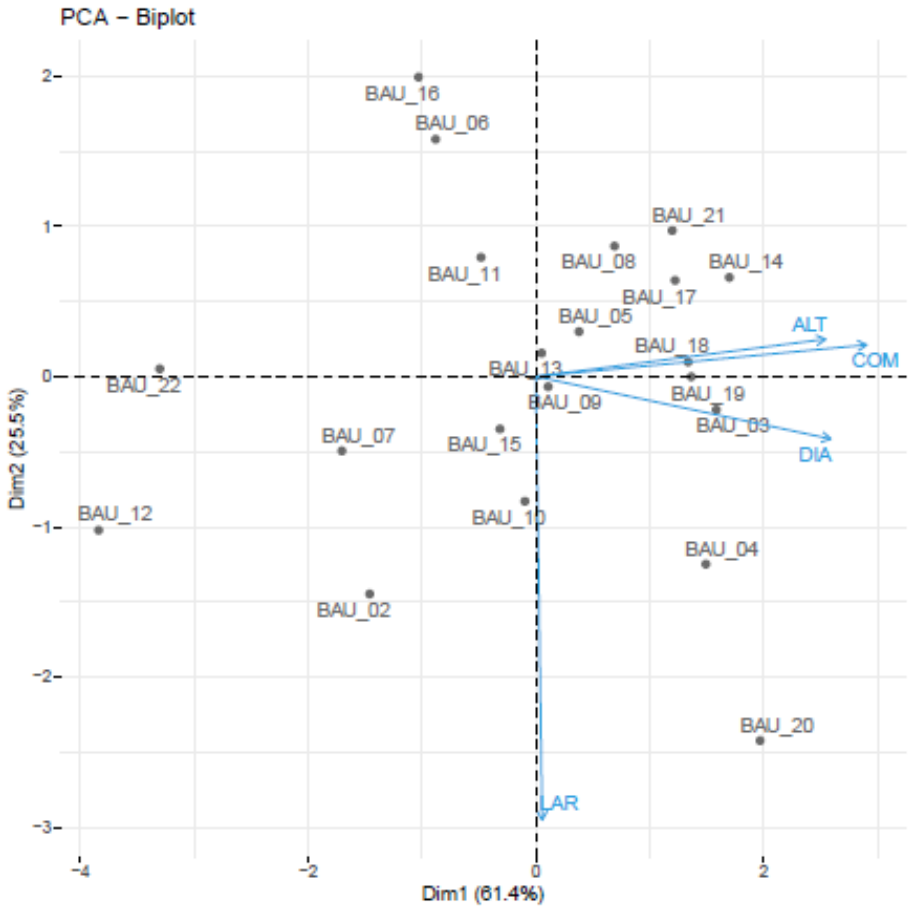

Figura 7. Gráfico Biplot para análise dos componentes principais referente às características quantitativas dos acessos.

Já para as característica qualitativas também foi observada variação entre os acessos, mas não entre plantas de um mesmo acesso, seguindo conforme esperado (tabela 8).

Tabela 8. Caracterização morfológica quantitativa dos acessos de abacaxi comestível provenientes do BAG em campo.

Acesso	VAR	COR	ANT	ESP
BAU 02	2	3	2	1
BAU 03	1	3	3	1
BAU 04	1	1	1	1
BAU 05	1	2	2	2
BAU 06	1	3	3	1

BAU 07	1	3	3	2
BAU 08	1	2	2	1
BAU 09	1	3	3	1
BAU 10	1	3	3	2
BAU 11	1	3	3	1
BAU 12	1	3	3	2
BAU 13	1	3	3	1
BAU 14	1	3	3	1
BAU 15	1	1	2	2
BAU 16	1	3	3	1
BAU 17	1	2	2	1
BAU 18	2	3	3	2
BAU 19	1	1	2	1
BAU 20	2	3	2	2
BAU 21	1	1	1	1
BAU 22	1	1	1	1

A análise univariada dos dados qualitativos com base na concordância simples entre os acessos permitiu a criação também de três grupos pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando como ponto de corte a dissilimaridade genética igual a 0.6232 (figura 8).

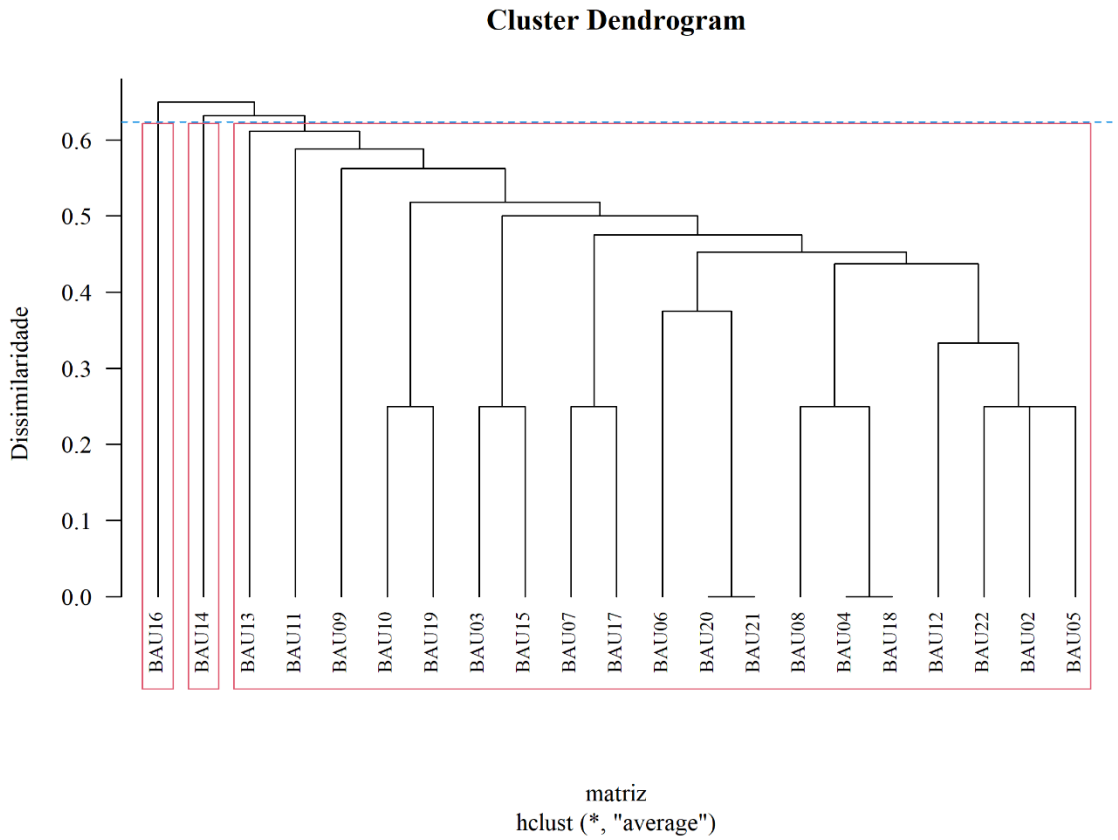

Figura 8. Dendrograma de dissimilaridade genética para as características qualitativas entre os 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM.

O acesso BAU 16 formou o primeiro grupo, BAU 14 o segundo e os demais se enquadraram no terceiro grupo. Conforme agrupamento de otimização de Tocher, foram formados treze grupos, dos quais todos apresentaram concordância com o método de agrupamento UPGMA (tabela 9).

Tabela 9. Agrupamento de Tocher para as variáveis qualitativas dos acessos de abacaxi comestível do BAG da UFAM.

GRUPO	ACESSOS		
1	BAU04	BAU18	BAU05
2	BAU20	BAU21	
3	BAU02	BAU07	BAU22
4	BAU03	BAU15	
5	BAU08	BAU10	

6	BAU12	BAU17
7	BAU19	
8	BAU06	
9	BAU09	
10	BAU11	
11	BAU13	
12	BAU14	
13	BAU16	

Por fim, a análise multivariada dos dados quantitativos e qualitativos com base na dissimilaridade de Gower permitiu a criação de cinco grupos pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando como ponto de corte a dissimilaridade genética igual a 0.3489 (figura 9).

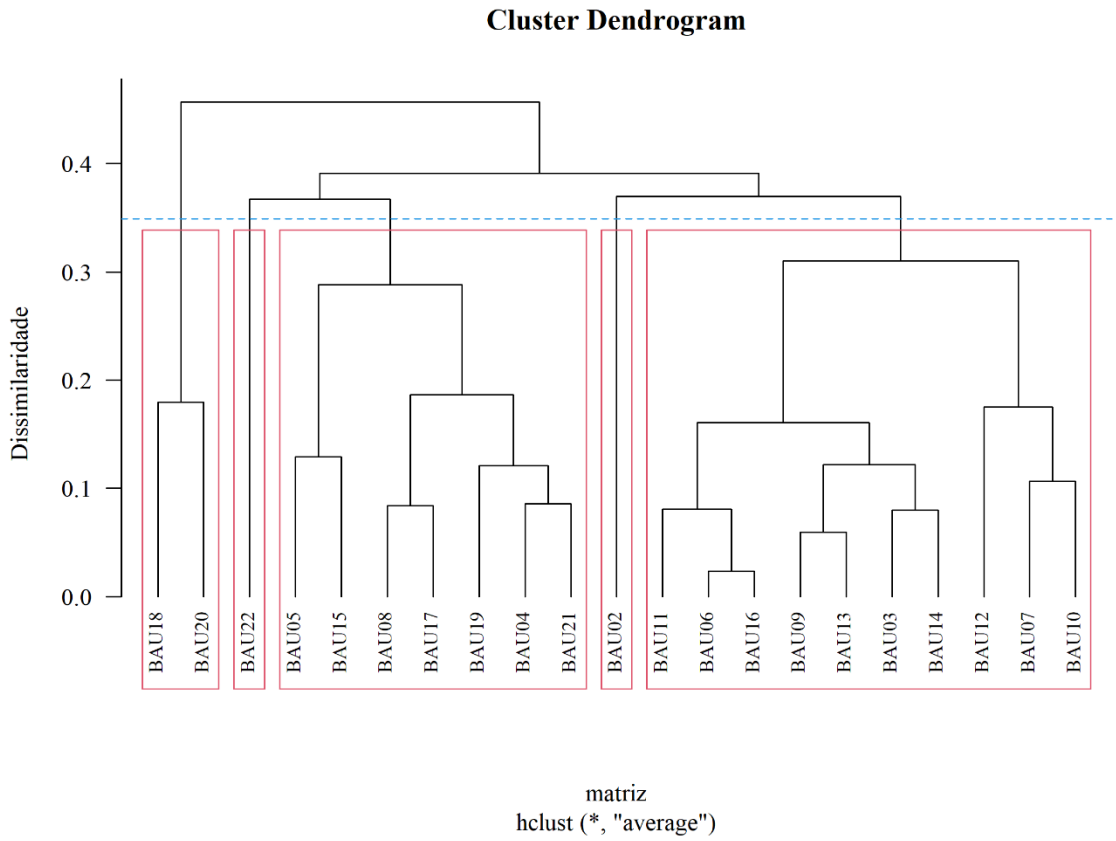

Figura 9. Dendrograma de dissimilaridade genética para as características quantitativas e qualitativas entre os 21 acessos do BAG de abacaxi comestível da UFAM.

O acesso BAU 22 formou o primeiro grupo, os acesso BAU 18 e BAU 20 o segundo, BAU 05, BAU 15, BAU 08, BAU 17, BAU 19, BAU 04 e BAU 21 formaram o terceiro grupo, BAU 02 o quarto grupo e os demais acessos o quinto grupo.

De acordo com o agrupamento por otmização de Tocher, os acessos formaram seis grupos, havendo confusão apenas entre o primeiro e segundo grupo, com acessos diferentes dos apresentados no agrupamento UPGMA (tabela 10).

Tabela 10. Agrupamento de Tocher para as variáveis qualitativas dos acessos de abacaxi comestível do BAG da UFAM.

GRUPO	ACESSOS										
1	BAU06	BAU16	BAU11	BAU09	BAU13	BAU14	BAU03	BAU17	BAU08	BAU19	BAU21
2	BAU07	BAU10	BAU12	BAU05	BAU15						
3	BAU18	BAU20									
4	BAU02										
5	BAU04										
6	BAU22										

A análise dos dados de forma univariada e posteriormente multivariada permitiu discussão dos dados fundamentadas não apenas em um critério, mas em todos os possíveis para as características observadas.

Os dados quantitativos quando analisados através do método de agrupamento UPGMA apresentaram corelação cofenética de 0,384 e estresse de 41,88%, os quantitativos apresentaram correlação cofenética de 0,688 e estresse de 43% e os dados quando analisados de forma conjunta, apresentaram coeficiente de correlação cofenética de 0,729 e estresse de 26,32%.

Os acessos BAU 20 conhecido como “Abacaxi Grande” e BAU 22 chamado de “Abacaxi Anão”, ambos de Benjamin Constant, apresentam a maior distância de similiaridade observada (D = 0,8164). Já os acessos BAU 06 e BAU 16, ambos de Maués e conhecidos popularmente como “Abacaxi Liso” apresentaram a menor distância de similaridade (D = 0,2322).

Popularmente conhecidos como “Ananá”, os acessos BAU 18 de Manicoré, BAU 14 de São Gabriel da Cachoeira, BAU 08 de Codajás e BAU 04 de São Paulo

de Olivença, estão dispersos em três grupos distintos, sendo necessário a adição de novos descritores que diferenciem estes dos demais.

Os acessos BAU 07 (com espinho) e BAU 13 (sem espinho) ambos com o nome de “Abacaxi Roxo” estão no mesmo grupo com distância de similaridade de D = 0,2791. O acesso BAU 13 apresenta maior similaridade com os acessos BAU 09 (D = 0,0594), BAU 14 (D = 0,1274) e BAU 03 (D = 0,1569), contudo, ainda que apresentem características morfológicas semelhantes, todos têm nomes comuns distintos entre si.

Portanto, com este trabalho, observa-se que o estabelecimento de cópias de segurança in-vitro, a criopreservação do polén e a criação da rede de guardiões atendem um dos critérios do Tratado Internacional da Convenção sobre a Diversidade Biológica, com o objetivo de conservar a biodiversidade de forma sustentável, prioritariamente no local de origem do material genético.

A adoção de mais de uma estratégia de conservação da agrobiodiversidade é fundamental para o sucesso dos programas de conservação, tendo em vista que a condições ambientais e fatores adversos podem ocasionar a perda dos acessos. Contudo, também é necessário que as instituições públicas e privadas estejam alinhadas com estes objetivos, direcionando esforços para a utilização sustentável da biodiversidade.

6. CONCLUSÃO

O Banco Ativo de Germoplasma de Abacaxi da UFAM foi criado e está localizado na fazenda experimental da universidade com 41 acessos no total. O banco apresenta diversidade genética e sua utilização se dá não apenas como reserva para material genético mas também para a difusão da importância da biodiversidade do abacaxi.

Com a caracterização dos acessos foi possível validar os a serem utilizados pelo BAG de comestível da UFAM, que se mostraram se mostrou efetivos para a caracterização dos acessos presentes no BAG.

Visto isso, o BAG de abacaxí comestível apresenta diversidade consideravel, se apresentando como fonte para a produção de novas cultivares para o mercado e mantendo a diversidade biológica do fruto na Amazônia, seu local de origem. Desta forma, recomenda-se que o Estado e a sociedade civil adotem e participem de estratégias da conservação da biodiversidade, não apenas do abacaxi, mas também de outras culturas com origem amazônica.

7. REFERÊNCIAS

Calvet-Mir, L., M. Calvet-Mir, J. Luis Molina, and V. Reyes-García. 2012. Seed exchange as na agrobiodiversity conservation mechanism. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Iberian Peninsula. **Ecology and Society** 17(1): 29

Cheng, Y., Bartholomew, D., & Qin, Y. Biology of the pineapple plant. Em: **Genetics and genomics of pineapple**, p. 27-40, 2018.

d'Eeckenbrugge, G. C., & Leal, F. Morphology, anatomy and taxonomy. Em: **The pineapple: botany, production and uses**. Wallingford UK: CABI Publishing, 2018. p. 11-31.

Collins, J. L. History, taxonomy and culture of the pineapple. **Economic Botany**, v. 3, n. 4, p. 335-359, 1949.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., e Sparovek, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

Borges, A. L. **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021.

BRASIL, MMA. A Convenção sobre diversidade biológica–CDB. Cópia do Decreto Legislativo, n. 2, p. 30, 2000.

Cabral, J. R. S., CASTELLEN, M. D. S., Souza, F. V. D., de MATOS, A. P., e FEREIRA, F. **Banco ativo de germoplasma de abacaxi**. 2004.

Canto, A. M. M. E., Souza, F. V. D., Costa, M. A. C., Souza, A. D. S., Ledo, C. A. D. S., & Cabral, J. R. S. Conservação in vitro de germoplasma de abacaxi tratado com paclobutrazol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 717-720, 2004.

Clement, C. R., de Cristo-Araújo, M., Coppens D'Eeckenbrugge, G., Alves Pereira, A., e Picanço-Rodrigues, D. **Origin and domestication of native Amazonian crops**. Diversity, v. 2, n. 1, p. 72-106, 2010.

Coppens d'Eeckenbrugge, G., Duval, M. F., e Leal, F. The pineapple success story: from domestication to pantropical diffusion. In: **Genetics and Genomics of Pineapple**, p. 1-25, 2018.

da Silva, R. L., de Souza, E. H., da Silva Ledo, C. A., Pelacani, C. R., & Souza, F. V. D. Urban backyards as a new model of pineapple germplasm conservation. **Plant Genetic Resources**, v. 16, n. 6, p. 524-532, 2018.

de Matos, A. P., de Pádua, T. R. P., de Paula Oliveira, F. O., Cordeiro, Z. J. M., & Pereira, R. S. Sistema orgânico de produção de mudas de abacaxi. Embrapa, 2018.

de MATOS, A. P., REINHARDT, D., da CUNHA, G. A. P., CABRAL, J., SOUZA, L. D. S., SANCHES, N., e de ALMEIDA, O. A. **Coleção Plantar: A cultura do abacaxi**. EMBRAPA, 2006.

Duval, M. F., Coppens D'Eeckenbrugge, G., Ferreira, F. R., Bianchetti, L. D. B., & Cabral, J. R. S. First results from joint EMBRAPA-CIRAD Ananas germplasm collecting in Brazil and French Guyana. In: **II International Pineapple Symposium** 425. 1995. p. 137-144.

FAO, **FAOSTAT** et al. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, acesso em: <http://faostat. fao.org>, 2023.

GARCIA, M. V. B., GARCIA, T. B., DE MATOS, A. P., JUNGHANS, D. T., & CABRAL, J. R. S. Situação e perspectivas da abacaxicultura no Amazonas. **Simpósio Brasileiro da Cultura do Abacaxi**, v. 5, 2013.

Gower, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, p. 857-871, 1971.

IBGE/SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: agosto. 2023.

Janick, J. **Development of new world crops by indigenous Americans**. HortScience, v. 48, n. 4, p. 406-412, 2013.

Leal, F., e d'Eeckenbrugge, G. C. History, distribution and world production. In: **The pineapple: botany, production and uses**. Wallingford UK: CAB International, 2018. p. 1-10.

LIZARRALDE, Manuel; LIZARRALDE, Roberto. Bari exogamy among their territorial groups: Choice and/or necessity. **Human ecology**, v. 19, p. 453-467, 1991.

Neto, T. O., e Nogueira, R. J. B. Os transportes e as dinâmicas territoriais no Amazonas. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia**, n. 43, 2019.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 1974. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?&t=publicacoes>. Acesso em: ago. 2023.

Queiroz, C. R. P., Lorenzoni, M. M., Ferreira, F. R., e Cabral, J. R. S. **Catálogo de caracterização e avaliação de germoplasma de abacaxi**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003.

REINHARDT, D. A cultura do abacaxizeiro: tradição e inovação. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Capítulo em livro técnico**, v. 3, p. 80-96, 2019.

SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. Rio de janeiro: Embrapa Solos**, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.) 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.

SOKAL, Robert R.; ROHLF, F. James. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, p. 33-40, 1962.