



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JORDAN BRABO DA COSTA

VARIAÇÃO E NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS PARA O CARÁTER DIAS
APÓS A POLINIZAÇÃO EM GERMOPLASMA DE TUCUMANZEIRO

BELÉM-PA

2022

JORDAN BRABO DA COSTA

**VARIAÇÃO E NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS PARA O CARÁTER DIAS
APÓS A POLINIZAÇÃO EM GERMOPLASMA DE TUCUMANZEIRO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal Rural da Amazônia,
como requisito para obtenção do Título de
Bacharel em Agronomia.

Orientadora Acadêmica: Prof^a. Dr^a. Dênora
Gomes de Araújo

Orientadora Técnica: Dr^a. Maria do Socorro
Padilha de Oliveira

**Belém-PA
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C837v Costa, Jordan Brabo da
Variação e número mínimo de amostras para o caráter dias após a polinização em germoplasma de tucumanzeiro. / Jordan Brabo da Costa. - 2022.
32 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2022.

Orientador: Profa. Dra. Dênimora Gomes de Araújo

Coorientador: Profa. Dra. Maria do Socorro Padilha de Oliveira.

1. Tucumã. 2. Maturação de fruto. 3. Repetibilidade. I. Gomes de Araújo, Dênimora, *orient.* II. Título

CDD 630.720811

JORDAN BRABO DA COSTA

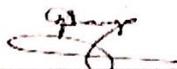
**VARIAÇÃO E NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS PARA O CARÁTER DIAS
APÓS A POLINIZAÇÃO EM GERMOPLASMA DE TUCUMANZEIRO**

Aprovado em: 21/11/2022

BANCA EXAMINADORA:



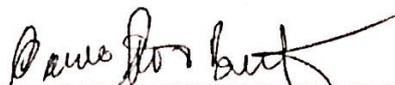
Dr^a Maria do Socorro Padilha de Oliveira
Embrapa Amazônia Ocidental.



Prof^a. Dr^a. Dênora Gomes de Araújo
Universidade Federal Rural da Amazônia



Dr. Osimar Alves Lameira
Embrapa Amazônia Oriental



MSc. Camila Pinto Brandão
Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém-PA
2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por sua infinita bondade e amor, por ter guiado meus passos e me permitido realizar sonhos aos quais jamais imaginei alcançar, por não ter me desamparado nos momentos mais difíceis e à Virgem de Nazaré, por interceder por mim.

À minha família: meu pai Jeremias Costa e minha mãe Eunice Brabo por todo o incentivo aos estudos, por terem dado o seu melhor a mim, por batalharem de maneira admirável pelo meu bem, sendo a base forte para minha formação, por me ensinarem o valor do trabalho. Vocês são minha inspiração sobre ser uma boa pessoa, sobre ser forte e ter empatia, amo vocês incondicionalmente.

Aos amigos feitos ao longo da graduação, em especial Ilky, Lucicleide, Briane, Yasmin e Evaristo. Vocês são os mais engraçados, esforçados, generosos, inteligentes e tudo de mais maravilhoso dessa universidade. Obrigado por darem cor aos meus dias cinzas, não tenho dúvidas de que os trabalhos seriam muito chatos sem vocês, as apresentações e reuniões não teriam graça.

À minha orientadora acadêmica, Professora Dênora Araújo, pelas disciplinas lecionadas com maestria.

À minha orientadora técnica, Dra. Socorro Padilha, obrigado por toda paciência, pelo incentivo, direcionamento e ensinamentos que foram essenciais no desenvolvimento desse TCC, além da oportunidade de estágio.

Ao Laboratório de Fitomelhoramento por ter me acolhido. Aos colegas e membros do Laboratório – Leidiane, Isabela, Alynne e Camila pelos momentos de risos e de aprendizado.

À Embrapa Amazônia Oriental pela infraestrutura, mão de obra e apoio financeiro deste trabalho via projeto REGEN_16_19_Bancos Ativos de Germoplasma de Palmeiras, SI. Enriquecimento, manutenção, caracterização morfológica, avaliação agrônômica e documentação dos acessos conservados no BAG Tucumã (*Astrocaryum spp*) (10.20.02.001.00.10.).

“É sempre bom estar perto de pessoas que nos fazem ver o mundo por outra ótica”

The Midnight Gospel

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o caráter dias após a polinização (DAP) em tucumanzeiros do Banco Ativo de Germoplasma – BAG da Embrapa Amazônia Oriental, com o intuito de avaliar o número de dias necessário da polinização até a maturação, como também estimar o número mínimo de avaliação. Para tal, foram avaliadas 148 plantas representantes de 32 acessos. Em cada planta foi marcada uma inflorescência recém fecundada e acompanhada até a maturação dos frutos. A repetibilidade foi estimada com base em duas, quatro e seis inflorescências acompanhadas em 96, 45 e nove plantas, respectivamente. Os dados obtidos foram submetidos às análises de estatística básica e às estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) por meio de quatro métodos: análise de variância (ANOVA); componentes principais com base na matriz de covariâncias (CPCV) e correlações (CPC); e análise estrutural baseado na matriz de correlações (AEC) e de covariância (AECV). Os tucumanzeiros apresentaram baixo coeficiente de variação ($CV=9,63\%$) para o caráter dias após a polinização. Nas inflorescências acompanhadas os frutos apresentaram-se maduros, em média, com 249,2 dias após a fecundação. Os valores dos coeficientes de repetibilidade e determinação tiveram baixas magnitudes. Os maiores valores foram detectados na amostra com quatro inflorescências pelo método de componentes principais baseado na matriz de covariâncias (CPCV), com $r=0,321$ e $R^2=65,9\%$, sugerindo que para se obter o valor real dos indivíduos será necessário um número de aproximadamente nove inflorescências com 80% de confiabilidade. Portanto, foi possível observar que os tucumanzeiros deste BAG possuem variação considerável para o caráter dias após a polinização (DAP), com dois acessos tardios e dois precoces para a maturação dos frutos e indicando nove inflorescências como número mínimo de amostras.

Palavras-chave: Amazônia; *Astrocaryum vulgare*; Maturação de frutos; Repetibilidade.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the days after pollination (DAP) character in fiber palms from the Active Germplasm Bank - BAG of Embrapa Amazon Eastern, in order to evaluate the number of days required from pollination to maturity, as well as to estimate the minimum number of evaluations. For this purpose, 148 plants representing 32 accessions were evaluated. In each plant a newly fertilized inflorescence was marked and followed until fruit maturation. The repeatability was estimated based on two, four and six inflorescences followed in 96, 45 and nine plants, respectively. The data obtained were submitted to basic statistical analyses and estimates of the repeatability coefficients (r) by means of four methods: analysis of variance (ANOVA); principal components based on the covariance matrix (CPCV) and correlations (CPC); and structural analysis based on the correlation matrix (AEC) and covariance matrix (AECV). The fiber palms showed a low coefficient of variation ($CV=9.63\%$) for the character days after pollination. In the followed inflorescences, the fruits were mature, on average, 249.2 days after fertilization. The values of the repeatability and determination coefficients had low magnitudes. The highest values were detected in the sample with four inflorescences by the principal components method based on the covariance matrix (PCVC), with $r=0.321$ and $R^2=65.9\%$, suggesting that to obtain the real value of the individuals a number of approximately nine inflorescences will be necessary with 80% reliability. Therefore, it was possible to observe that the fiber palms from this BAG have considerable variation for the character days after pollination (DAP), with two late and two early accessions for fruit maturation and indicating nine inflorescences as the minimum number of samples.

Keywords: Amazon; *Astrocaryum vulgare*; Fruit Maturation; Repeatability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Localização (a) e vista (b) do Banco Ativo de Germoplasma de Tucumã (<i>Astrocaryum</i> spp) (a), área I Belém, PA. | 19 |
| Figura 2 - Colocação (a) e retirada (b) do lacre nas plantas de tucumãzeiro conservadas no BAG – Tucumã da Embrapa Amazônia oriental, em Belém, PA..... | 20 |
| Figura 3 - Distribuição de frequência (histograma e polígono) e distribuição normal para o caráter dias após a polinização (DAP) avaliado em 148 tucumanzeiros do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental. | 22 |
| Figura 4 - Dispersão do caráter dias após a polinização (DAP) em 148 tucumanzeiros do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental. | 23 |
| Figura 5 - Médias para o caráter dias após a polinização (DAP) em 32 acessos de tucumanzeiro do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, obtidas de 148 plantas. ... | 24 |
| Figura 6 - Estabilização da repetibilidade para o caráter dias após a polinização (DAP) considerando a avaliação de duas, quatro e seis inflorescências em 96, 45 e nove tucumanzeiros, respectivamente, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental. | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Resumo das análises de variância para o caráter dias após a polinização (DAP), considerando a avaliação de duas, quatro e seis inflorescências, em 96, 45 e nove tucumanzeiros, respectivamente, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental..... | 25 |
| Tabela 2 - Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) para o caráter dias após a polinização (DAP), considerando a avaliação de duas, quatro e seis inflorescências em 96, 45 e nove tucumanzeiros, respectivamente, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental..... | 26 |
| Tabela 3 - Estimativas do número mínimo de inflorescências (η) na avaliação do caráter dias após a polinização (DAP) para diferentes níveis de confiabilidade, considerando duas, quatro e seis inflorescências, em 96, 45 e nove tucumanzeiros, respectivamente do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental..... | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 2.1 Aspectos botânicos | 12 |
| 2.2 Importância econômica | 14 |
| 2.3. Avaliação e caracterização morfológica em bancos de germoplasma | 15 |
| 2.4 Coeficiente de repetibilidade | 17 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 3.1 Descrição do local | 19 |
| 3.2 Coleta de dados | 19 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 28 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |

1 INTRODUÇÃO

O tucumã-do-pará (*Astrocaryum vulgare* Mart). é uma palmeira de porte arbóreo pertencente à família Arecaceae de ocorrência regular nos estados que compõem a Amazônia Oriental (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003). Encontra-se com frequência em áreas de terra firme, porém de baixa cobertura vegetal. É uma palmeira de crescimento em touceira, com média de quatro estipes por planta contornados por espinhos (CAVALCANTE, 2010). A partir de seus frutos é possível obter diversos subprodutos, tais como biojóias, diferentes tipos de óleos para uso culinário (óleo amarelo e óleo branco), além de ser uma fonte promissora para a produção do biodiesel (SILVA; SEVALHO; MIRANDA, 2021; CAVALCANTE, 2010). Apesar de sua importância, a espécie ainda é classificada como não domesticada, dispondo de poucas informações úteis para seu manejo.

A Embrapa Amazônia Oriental possui um Banco Ativo de Germoplasma de tucumã, denominado BAG – Tucumã, formado por amostras de plantas obtidas em diferentes locais de distribuição natural da espécie. Atividades de caracterização e avaliação são feitas com base em características que podem ser observáveis (variáveis qualitativas) ou mensuráveis (variáveis quantitativas), a exemplo do hábito de crescimento, dados de floração, dias após a polinização, frutos, entre outras, as quais são geradoras de avanços do conhecimento, inclusive fornecendo informações para o manejo. Por meio dessas atividades é possível fazer a diferença entre os acessos conservados em bancos e coleções de germoplasma, auxiliando no uso dos acessos e fornecendo subsídios a programas de melhoramento, denominando-se de descritores (BURLE; OLIVEIRA, 2010). Nesse local, os dados obtidos mediante a caracterização e avaliação podem ser úteis na discriminação dos acessos desse banco, inclusive na elaboração da lista de descritores para a espécie, ainda não disponível.

O caráter dias após a polinização (DAP) envolve a contagem, em dias, do tempo gasto entre a fecundação das flores até a maturação dos frutos (PEREIRA FILHO; CRUZ; GAMA, 2002). O processo de maturação ao longo do tempo é essencial para o manejo apropriado da cultura, possibilitando estabelecer estratégias de tratamentos culturais como também práticas pós-colheita (TERRA; MUNIZ; SAVIAN, 2010). Acredita-se que, no tucumanzeiro este caráter deva ser essencial no manejo do BAG, na previsão de colheitas e no melhor aproveitamento dos frutos, seja para o processamento da polpa ou na extração de óleo. Desta forma, podendo evitar colheita de frutos imaturos, o que dificulta o processamento de polpa, e frutos que passaram do ponto de colheita, o que pode acarretar na perda da qualidade do produto. Sendo assim, considera-se a avaliação desse caráter como de suma importância, entretanto na maioria

das palmeiras nativas, como é o caso da espécie em foco, esta informação é escassa ou inexistente. Um trabalho realizado por Lopes e Oliveira (2013) sugere variação para os dias após a polinização para o tucumazeiro.

Um outro aspecto relevante diz respeito a identificar o número mínimo de amostras na obtenção desta característica. Como na maioria dos bancos de culturas perenes, os experimentos ocupam extensas áreas, sendo habitual a instalação sem delineamento experimental adequado, o BAG – Tucumã contém os acessos instalados em linhas, delineamento experimental, dificultando o tratamento dos dados. A alternativa para estes experimentos está na estimativa do coeficiente de repetibilidade, o qual possibilita determinar o número de observações fenotípicas que devem ser feitas em cada indivíduo para que seja eficiente (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Um estudo dessa natureza foi realizado com pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth), onde foram estimados os coeficientes de repetibilidades para caracteres da planta e de palmito (FARIAS NETO; YOKOMIZO; BIANCHETTI, 2002). Para a espécie em questão tem-se um estudo preliminar envolvendo características da inflorescência, onde foi considerada como mínima uma amostra de quatorze inflorescências na avaliação desses caracteres (LOPES; OLIVEIRA, 2013). Mediante a escassez de informações do caráter DAP, faz-se necessário o estudo para a determinação do número mínimo de amostras DAP nos acessos do BAG – Tucumã.

Com base no exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o número de dias necessários da polinização até a maturação dos frutos em germoplasma de tucumazeiro conservado no Banco da Embrapa Amazônia Oriental. Como também estimar o número mínimo de inflorescências para a obtenção desse caráter.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos botânicos

A família Arecaceae é composta por um grupo de espécies comumente conhecido como palmeiras, que são plantas monocotiledôneas, lenhosas, herbáceas e escandentes, com morfologia muito característica, que possibilita rápida identificação (BRAZILIAN FLORA GROUP, 2018; SILVA; SEVALHO; MIRANDA, 2021). Essas espécies apresentam ocorrência significativa na região amazônica, totalizando 146 espécies aceitas (REFLORA, 2020). O gênero *Astrocaryum* G. Mey faz parte dessa família e está inserido na subfamília Arecoideae, tribo Cocoeae e subtribo Bactridinae (KAHN, 2008; DRANSFIELD et al., 2008). O nome tucumã é de origem tupi (*tukumã*) e significa “fruto de planta espinhosa”, já o nome

Astrocaryum tem origem latina, sendo formado por dois vocábulos: *Astro* = estrela e *caryum* = fruto, ou seja, fruto estrela. No Brasil, esse gênero é representado por 21 espécies (LEITMAN et al., 2015) dentre elas tem-se *Astrocaryum vulgare* Mart.

A espécie *A. vulgare* é conhecida comumente no Brasil por tucumã-do-pará, tucumã pitanga e tucum bravo (GUEDES, 2006); “chontilla” na Bolívia; “hericungo” na Colômbia; “amana” no Suriname; e de “fiber palm” nos países de língua inglesa (VILLACHICA et al., 1996). A planta possui estipe de 10-15 m de altura e 15-20 cm de diâmetro, seu caule pode ser múltiplo, pela emissão de perfilhos e formar touceiras, mas pode ser encontrada na forma monocaule ou solitária. Apresenta acúleos (espinhos) pretos, flexíveis e de tamanhos variáveis em praticamente todas as partes da planta, sendo preeminente no estipe (VILLACHICA et al., 1996). As folhas são compostas pinadas, bastante espinhosas, porém pode ocorrer plantas inermes, isto é, sem espinhos com cerca de 7 m de comprimento quase ereta (LOPES et al., 2016).

OLIVEIRA et al. (2003) descrevem a inflorescência como do tipo monoica, sendo protegida por uma bráctea denominada de espata; é hermafrodita com flores unissexuais distribuídas nas raquelas; do tipo cacho de espigas apresentando a raque $63,4 \pm 25,2$ cm de comprimento, o pedúnculo pode atingir 40 cm de comprimento, tendo em média 115 ± 51 raquelas/inflorescência, que medem $41,6 \pm 20,0$ cm de comprimento. As flores unissexuais são sésseis, com 2 a 5 femininas distribuídas da base até a porção central das raquelas, rodeada por duas flores masculinas provavelmente estéreis, formando uma tríade; as masculinas férteis também são sésseis e estão localizadas agrupadas, do meio até a extremidade das raquelas. No geral, se encontra em uma inflorescência, em média, 230 ± 100 flores femininas e milhares de flores masculinas (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003).

Os cachos com frutos (infrutescência) podem atingir 1,2 m de comprimento, podendo uma planta produzir por ano até 13 cachos, com cerca de 570 frutos por cacho (CORADIN; CAMILLO; VIEIRA, 2022). O fruto é tipo drupa, lisa, de formato variável, indo de oval a arredondado, medindo de 31 mm a 54 mm de comprimento e 25 mm a 48 mm de diâmetro, cuja coloração do epicarpo também varia de amarelo, laranja a vermelho (SIQUEIRA, 2014; LOPES et al., 2016). A semente é arredondada e única, com diâmetros que variam de 6 mm a 23 mm, no entanto podem ser encontrados frutos sem sementes ou com duas sementes. A espessura do mesocarpo varia de 2,8 mm a 10,1 mm, com média de 5,0 mm; o endocarpo é duro e lignificado, com espessura entre 1,5 a 6,2 mm e média de 3,0 mm (VILLACHICA et al., 1996).

A forte ocorrência dessa espécie na Amazônia, principalmente no lado oriental faz com que a mesma seja utilizada, não só pelas comunidades tradicionais como também pela

população local, de inúmeras formas. Inclusive, sendo geradora de renda aos estados como o Pará.

2.2 Importância econômica

É incontestável a importância dos recursos naturais da biodiversidade amazônica para sociedade e economia. Neste contexto, tem-se as palmeiras que representam um recurso vegetal indispensável para a subsistência e diversos costumes dos povos e comunidades tradicionais (SANTOS et al., 2017; BRANDÃO; CASTRO; FUTEMMA, 2019). Inúmeras espécies botânicas se destacam por delas serem obtidas diversas matérias-primas, como é o caso do tucumazeiro (*A. vulgare*), que é economicamente viável ao mercado local e nacional, em virtude do aproveitamento integral de seus produtos e subprodutos (SILVA; SEVALHO; MIRANDA, 2021).

O tucumazeiro tem sido utilizado desde a época dos Ameríndios até os tempos atuais pelos povos amazônicos, com aproveitamento de praticamente todas as partes da planta. Seu estipe é muito usado na estruturação de casas rústicas; da parte apical do estipe se extrai o palmito que serve como alimento; das folhas se obtém as fibras de tucum, matéria-prima de excelente qualidade que é usada na fabricação de sacolas, bolsas, cestos, redes e redes de pesca (DIDONET; FERRAZ; KOSMANN, 2014). O fruto é a parte mais importante e, conseqüentemente, a mais explorada, devido à quantidade de produtos e subprodutos que dele podem ser adquiridos, por exemplo, o endocarpo é usado pelos artesões na confecção de bijóias, como anéis, pulseiras, colares e brincos (SILVA; SEVALHO; MIRANDA, 2021).

A polpa representa 57% do fruto, é rica em caroteno (pro-vitamina A), proteínas, carboidratos, minerais e fibras (SIQUEIRA, 2014). Seu consumo pode ser feito “*in natura*”, na forma de refresco, licor, sorvete ou creme, sendo possível extrair da polpa, em média, 37,5% de óleo amarelo e da amêndoa, de 30 a 50% de óleo branco, ambos comestíveis e considerados de qualidade superior aos obtidos do coco (*Cocos nucifera*) e do dendê (*Elaeis guineensis*), apresentando grande potencial para a agroindústria (AZEVEDO et al., 2017; CAVALCANTE, 2010; PESCE, 2009).

Os óleos obtidos da polpa e da amêndoa podem ser usados na indústria alimentícia, de cosméticos, de medicamentos e na fabricação de ração animal. Além disso, pesquisas sugerem que o óleo da amêndoa dessa espécie tem grande potencial para produção sustentável de biodiesel, por conta de suas características físico-químicas e do seu alto rendimento,

demonstrando eficiência como combustíveis alternativos ao diesel, principalmente, para o abastecimento do mercado local e regional (CORADIN; CAMILLO; VIEIRA, 2022).

Em vista da importância econômica do tucumanzeiro, há a necessidade de envidar esforços na geração de conhecimentos que possam contribuir como o manejo das populações naturais agregando valor aos produtos dela obtidos, os quais também podem ser úteis no manejo dos recursos genéticos conservados *ex situ*, além de fornecer subsídios a plantios racionais.

2.3. Avaliação e caracterização morfológica em bancos de germoplasma

É certo a importância social, agrícola e ambiental dos recursos genéticos, pois o valor econômico da diversidade genética está associado aos benefícios potenciais provenientes do melhoramento de novas espécies (BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009). A demanda de estratégias para a conservação da biodiversidade, associada às tendências de mudança e instabilidade climática do nosso planeta tornando-se imediato a pesquisa sobre recursos genéticos. Dessa forma, tornou-se essencial as informações geradas nos processos de coleta, avaliação e caracterização de germoplasma, evidenciando o potencial de adaptação e produtivo da utilização de variabilidade genética nos programas de desenvolvimento tecnológico de espécies nativas (COSTA; SPEHAR; SERENO, 2012).

Ressalta-se que as atividades de recursos genéticos são essenciais no manejo dos bancos e coleções, além de fornecer subsídios aos usuários externos e internos, como também servem para orientar programas de melhoramento com a indicação inicial de germoplasma de base genética ampla, porém de conhecimento limitado, em vista da falta de informações sobre essas atividades essenciais como a avaliação e a caracterização. Sendo assim, as coleções de germoplasma oferecem a variação genética necessária, além de estudos de biologia avançada e melhoramento (BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009). A variabilidade disponível pode ser aproveitada tanto para o desenvolvimento de novos cultivos como para ampliar a base genética dos programas de espécies comerciais nativas. Portanto, informações sobre a variação de caracteres, expressa por diferenças em coloração de caule, da flor, hábito de crescimento, procedência geográfica são importantes para o avanço da pesquisa (COSTA; SPEHAR; SERENO, 2012).

A caracterização e avaliação de germoplasma devem estar estabelecidas em princípios de genética de populações, estatística e biologia molecular. De maneira sucinta, são obtidas através da coleta e análise de dados obtidos nos acessos conservados nos bancos e coleções de germoplasma (BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009). Ademais, o germoplasma conservado

vem sendo analisado através da abordagem de variação fenotípica, que compreende ações que resultam na caracterização da diversidade morfológica e avaliação de características de importância agrônoma, principalmente, produção, qualidade e resistência a fatores bióticos e abióticos (BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009).

A caracterização é direcionada para informações que facilitam a distinção de fenótipos em categorias discriminantes e que podem se repetir em diferentes condições ambientais, porém enfatizar que cada caráter tem sua contribuição na variabilidade de um indivíduo, e que nenhum caráter sozinho pode ser responsável pela descrição de toda variação (ARRIEL et al., 2000). No caso da avaliação, prioriza-se caracteres mensuráveis, morfológicos e de interesse agrônomo envolvendo potencial produtivo, qualidade da produção, comportamento fenológico e respostas a estresses bióticos e abióticos, escolhendo-se caracteres de controle poligênico (BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009).

Para caracterização de bancos de germoplasma em que o número de acessos é elevado e se considerando a carência das informações seguras a respeito do comportamento dos principais descritores botânico-agrônomo, tem sido norma geral avaliar-se uma grande quantidade de caracteres (ARRIEL et al., 2000). Além disso, os descritores morfológicos são específicos para as culturas ou grupo de espécies semelhantes, é importante também utilizar descritores publicados em organizações internacionais como *Bioversity* (BURLE; OLIVEIRA, 2010).

Recomenda-se que os descritores a serem avaliados sejam escolhidos considerando alguns critérios como: descritores que contemplem aspectos distintos da planta (hábitos de crescimento, ciclo da flor, dos frutos), variabilidade dentro da amostra avaliada, descritores fáceis de serem aplicados. Ademais, ao desenvolver descritores novos, deve-se procurar caracteres que descrevam diferentes estágios de desenvolvimento da planta e que sejam facilmente discrimináveis a olho nu (BURLE; OLIVEIRA, 2010).

A *Bioversity International* é um órgão que tem ajudado com a elaboração de descritores de várias espécies, da qual terminologia tem sido padronizada para facilitar a aplicação deles como é o caso de caráter de maturação de frutos de tucumã (LOPES; OLIVEIRA, 2013) e avaliação do potencial agrônomo de cubiu (SILVA FILHO et al, 2005). De maneira geral, as atividades de caracterização e avaliação do germoplasma nas coleções amazônicas estão vinculadas a programa de melhoramento genético, indicando uma tendência de valorização de caracteres morfoagrônomo mais informativos tanto para a descrição quanto para a obtenção de cultivares (BORÉM; LOPES; CLEMENT, 2009).

O tucumã-do-pará (*A. vulgare*) apresenta folhas em todos os estádios de desenvolvimento, durante todos os meses do ano (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003; ANDERSON; OVERAL; HENDERSON, 1988). Assim, é possível também observar os eventos de floração e frutificação ao longo do ano, com picos distintos: a floração de março a julho e a frutificação de dezembro a março, coincidindo com a época mais chuvosa na região Amazônica (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003).

A antese feminina inicia com a abertura da espata com as flores permanecendo viáveis por 24 a 30 horas. A antese masculina ocorre entre 24 e 36 horas depois da abertura da espata, geralmente no período vespertino. Após a antese, as flores masculinas continuam aderidas às raqueas por um período de 4 a mais de 10 dias, favorecendo a ocorrência de fungos, formando a câmara floral (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003). Para esses autores, sete dias após a abertura da espata, pode-se observar flores fecundadas com ovário desenvolvido, esverdeado, de estigma escuro e seco, porém caso não sejam fecundadas, caem até 20 dias após a exposição da inflorescência.

O padrão de dispersão primário dessa palmeira ocorre em chuva de sementes, concentrada no raio de projeção da copa, enquanto o secundário se dá por vários animais silvestres, como cutias e caititus, e também por humanos, ao transportar e consumir seus frutos (LOPES et al., 2016).

Uma das dificuldades encontrada na avaliação morfológica de qualquer caráter em acessos conservados em bancos de germoplasma, especialmente de espécies perenes, está na identificação do número de amostras a serem obtidas, como também em experimentos de melhoramento genético. Os do BAG-Tucumã não fogem à regra, pois este banco encontra-se instalado em linhas ao acaso, com os acessos representados por um número variável de plantas. Assim, torna-se relevante o uso de ferramentas estatísticas como o coeficiente de repetibilidade.

2.4 Coeficiente de repetibilidade

Os experimentos da maior parte das espécies perenes ocupam grandes áreas, dificultando a coleta de dados de herdabilidade, pois são instalados sem delineamento experimental. Por isso, o coeficiente de repetibilidade tem sido aplicado para o estudo de caracteres que se expressam mais de uma vez ao longo de seu ciclo, visto que a repetibilidade representa o maior valor que a herdabilidade pode atingir no sentido amplo (OLIVEIRA, FERNANDES; 2001; RESENDE, 2002).

A repetibilidade foi conceituada por Lush (1937) como a correlação fenotípica intraclasse e, logo, no caso dos indivíduos, refere-se às correlações fenotípicas entre medições

repetidas no mesmo indivíduo, ao longo do espaço ou do tempo (RESENDE, 2002). O coeficiente de repetibilidade possibilita determinar o número de observações fenotípicas que devem ser realizadas em cada indivíduo para que a seleção fenotípica entre genótipos seja eficaz (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Dessa forma, pode-se presumir os coeficientes de repetibilidade das variáveis estudadas e quantificar o número de determinações que devam ser feitas em um caráter para obter-se uma avaliação fenotípica mais eficiente, em menor espaço de tempo e com menor custo, como também evitar a avaliação de um número reduzido, que provocarão erros de estimativa e falhas na identificação dos genótipos superiores. Em vista disso, o conhecimento da repetibilidade é importante para auxiliar na tomada de dados em bancos de germoplasma e também para orientar programas de melhoramento genético, principalmente envolvendo espécies perenes (FARIAS NETO; YOKOMIZO; BIANCHETTI, 2002; CARDOSO, 2006).

Existem diversos métodos descritos para estimativa do coeficiente de repetibilidade, como a análise de variância, os componentes principais e os da análise estrutural (RESENDE, 2002). Os de componentes principais são os mais adequados para estimar a repetibilidade quando, ao longo das avaliações, os genótipos apresentam comportamento cíclico; já os da análise estrutural, mais adequados quando as variâncias nas diversas medições não são homogêneas (FERREIRA et al., 2005).

Para facilitar a interpretação dos coeficientes de repetibilidade, Resende (2002) sugeriu a seguinte classificação: repetibilidade alta ($r > 0,60$); repetibilidade média ($0,30 < r < 0,60$), e repetibilidade baixa ($r < 0,30$). Valores altos da estimativa do coeficiente de repetibilidade do caráter avaliado apontam que é possível predizer o valor real dos indivíduos com um número relativamente pequeno de medições (CORNACCHIA; CRUZ; PIRES, 1995), mostrando que pode haver pouco ganho em acurácia com o aumento do número de medidas. Deste modo, o coeficiente de repetibilidade possibilita que a fase de avaliação seja realizada com eficácia, entretanto com o mínimo gasto de tempo e mão de obra.

Coefficientes de repetibilidade têm sido aplicados com certa frequência em diversas palmeiras, como açazeiro (OLIVEIRA; FERNANDES, 2001), o caiaué e o dendezeiro (CHIA et al., 2009), butiá (JUNGBLUTH, 2015), dentre outras para a determinação do número ideal de medições de vários caracteres. Mas, não há relatos da aplicação desse coeficiente na determinação do número de amostra ideal para avaliar o caráter número de dias necessários da fecundação a maturação dos frutos em germoplasma de tucumã-do-pará.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do local

A coleta dos dados foi realizada no Banco Ativo de Germoplasma, também denominado BAG – Tucumã (Figura 1), pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, situada no município de Belém do Pará ($1^{\circ} 27' 18''$ S, $48^{\circ} 30' 9''$ W, altitude de 4m), a temperatura média é de 26.7°C e sua pluviosidade média anual é de 2085 mm (CLIMATE DATA, 2022). A área I do BAG foi instalada em novembro de 1984, contendo 32 acessos e 187 plantas, distribuídas no espaçamento de 5 m x 3 m. Nesse local, as plantas recebem tratos culturais, trimestrais, dispensados para a cultura do tucumã (adubação química e orgânica, roçagens mecanizadas, coroamento e limpeza das plantas).

Figura 1 - Localização (a) e vista (b) do Banco Ativo de Germoplasma de Tucumã (*Astrocaryum* spp) (a), área Belém, PA.



Fonte: Socorro Padilha.

3.2 Coleta de dados

A avaliação foi feita nos 32 acessos e em 148 plantas. Em cada planta foram marcadas com um lacre (Figura 2) no mês de novembro do ano 2021, de uma a seis inflorescências, logo após a fecundação as flores, para o acompanhamento do caráter número de dias necessários até a maturação dos frutos (DAP), sendo expresso em dias. Os cachos foram colhidos no mês de julho do ano 2022 e foram identificados e levados para o Laboratório de Fitomelhoramento da Embrapa Amazônia Oriental com o lacre de identificação, para facilitar o cálculo do número de dias gastos.

Após a obtenção e organização dos dados, foi verificado que 148 plantas foram acompanhadas, pelo menos uma inflorescência; em 96 plantas foram marcadas e acompanhadas

duas (02) inflorescências; em 45 plantas quatro (04) inflorescências; e em nove plantas seis (06) inflorescências. Posteriormente, esses dados foram submetidos a diferentes análises estatísticas.

Figura 2 - Colocação (a) e retirada (b) do lacre nas plantas de tucumãzeiro conservadas no BAG – Tucumã da Embrapa Amazônia oriental, em Belém, PA.



Fonte: O autor, 2022.

Os dados obtidos em mais de uma inflorescência nas 96, 45 e nove plantas foram submetidos às estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) por meio de quatro métodos, para cada conjunto de plantas. Os métodos utilizados foram: análise de variância (ANOVA); Componentes principais com base na matriz de covariâncias (CPCV) e correlações (CPC); e análise estrutural baseado na matriz de correlações (AEC) e de covariância (AECV).

No método de análise de variância, as medições que não foram feitas em igualdade de condições para todos os indivíduos estudados, o modelo adotado foi:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + E_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} : valor fenotípico da característica referente ao i -ésimo no j -ésimo tempo;

μ : média geral;

G_i : efeito aleatório do i -ésimo genótipo sob influência do ambiente permanente ($i = 1, 2, \dots, p$);

E_{ij} : efeito do ambiente temporário associado à j -ésima medição no i -ésimo genótipo ($j = 1, 2, \dots, \eta_i$).

O coeficiente de repetibilidade mensura a capacidade das plantas de repetir expressões fenotípicas e genotípicas de uma determinada característica, estimado pela fórmula:

$$r = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2 + \sigma^2_g}$$

Onde:

r : coeficiente de repetibilidade;

σ^2 : variância “dentro” de indivíduos;

σ^2_g : variância entre indivíduos.

O coeficiente de determinação, que representa a quantidade de observações fenotípicas em cada indivíduo selecionado com base em η medições é estimado pela fórmula:

$$R^2 = \rho^2_\infty = \frac{\eta\rho}{1 + (\eta - 1)}$$

Onde:

R^2 : coeficiente de determinação;

ρ : número de genótipos;

η : número de medições.

Logo após estimado o coeficiente de repetibilidade (r), também foi estimado o número de medições (η) necessárias para a predição do nível de precisão na comparação entre genótipos, obtido pela fórmula:

$$\eta_0 = \frac{R^2(1 - r)}{(1 - R^2)r}$$

Onde:

η_0 : número de inflorescências necessárias;

R^2 : coeficiente de determinação;

r : coeficiente de repetibilidade.

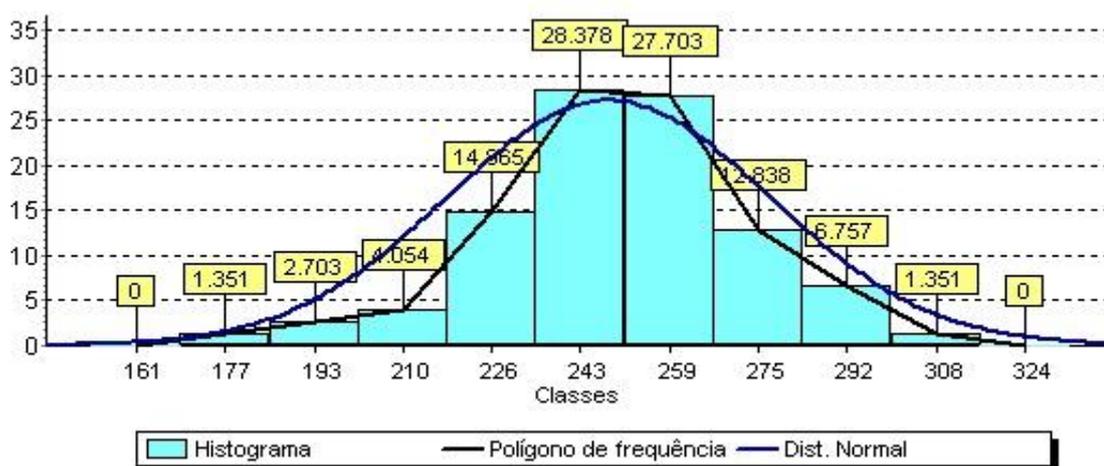
Todas as análises de repetibilidade foram realizadas com o auxílio do *software* GENES (CRUZ, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tucumanzeiros do Banco Ativo de Germoplasma (n=148) apresentaram média de 249,2 dias para o DAP, ou seja, gastaram um pouco mais de oito meses da fecundação das flores até a maturação dos frutos, e com baixo coeficiente de variação (CV=9,63%), expressando baixo erro experimental na coleta de dados na amostra estudada. A amplitude total de variação entre os indivíduos avaliados foi de 131 dias, com o menor e maior valor alcançando 177 dias e 308 dias, respectivamente, o que fornece indícios da existência de tucumanzeiros precoces e tardios neste BAG.

A distribuição de frequência obtida para os dados agrupados deste caráter mostrou a visualização de polígono de frequência de curva quase simétrica (Figura 3), uma vez que a moda e a média aritmética apresentaram valores bem próximos de 249,9 dias e 249,2 dias, demonstrando tendência de distribuição normal.

Figura 3 - Distribuição de frequência (histograma e polígono) e distribuição normal para o caráter dias após a polinização (DAP) avaliado em 148 tucumanzeiros do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.



Fonte: O autor, 2022.

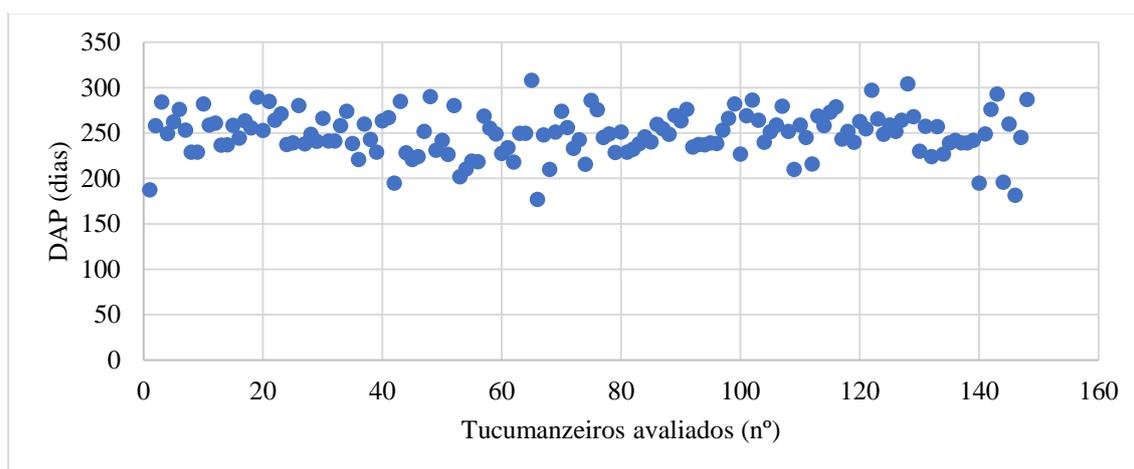
O histograma formado pelo método Scott (1979) permitiu a formação de nove classes (Figura 3), com amplitude de classe de 16,4 dias, sugerindo ser um caráter quantitativo, mas merístico, ou seja, refere-se a contagem de dias e em vista do agrupamento dos dados em nove colunas que podem evidenciar a variabilidade fenotípica dentro e entre a população (CARVALHO et al., 2008). As classes 1, 2, 3, 8 e 9 tiveram pontos médios de 177 dias, 193,4 dias, 209,8 dias, 291,6 dias e 308 dias e as menores frequências observadas, agregando dois, quatro, seis, dez e dois indivíduos, respectivamente. Por outro lado, as maiores frequências

observadas foram registradas nas classes 5 e 6 que abrangeram 42 e 41 indivíduos, ou seja, mais de 50% dos tucumanzeiros deste BAG.

Vale ressaltar que esse tipo de distribuição sugere ampla variação fenotípica entre os indivíduos representantes dos 32 acessos do BAG para este caráter. De acordo com Ramalho et al. (2012), obtém-se este tipo de variação e distribuição quando se trata de um caráter quantitativo que tem grande influência ambiental. Segundo Fávero et al. (2009), a distribuição da variância dos acessos está relacionada à natureza dos caracteres usados na análise, ficando concentrado nos primeiros somente quando se utiliza um determinado número de caracteres.

Na Figura 4, consta a dispersão dos DAP's obtidos nos 148 tucumanzeiros. Observa-se uma pequena dispersão linear entre os pontos, pois a maioria dos indivíduos ficou alocada na faixa de 200 a 300 dias para DAP. Abaixo de 200 dias de DAP podem ser visualizados sete pontos representativos dos indivíduos precoces, ou seja, que gastaram menos dias para o amadurecimento dos frutos. Enquanto acima de 300 dias basicamente dois pontos que representam os indivíduos tardios, os quais gastaram mais tempo para completar a maturação dos frutos. No geral, não foi constatada pequena correspondência para os agrupamentos genéticos. Porém, visualiza-se alguns indivíduos divergentes entre si que merecem destaque (1, 65, 66, 128, 143 e 146), sendo indício de variabilidade genética.

Figura 4 - Dispersão do caráter dias após a polinização (DAP) em 148 tucumanzeiros do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

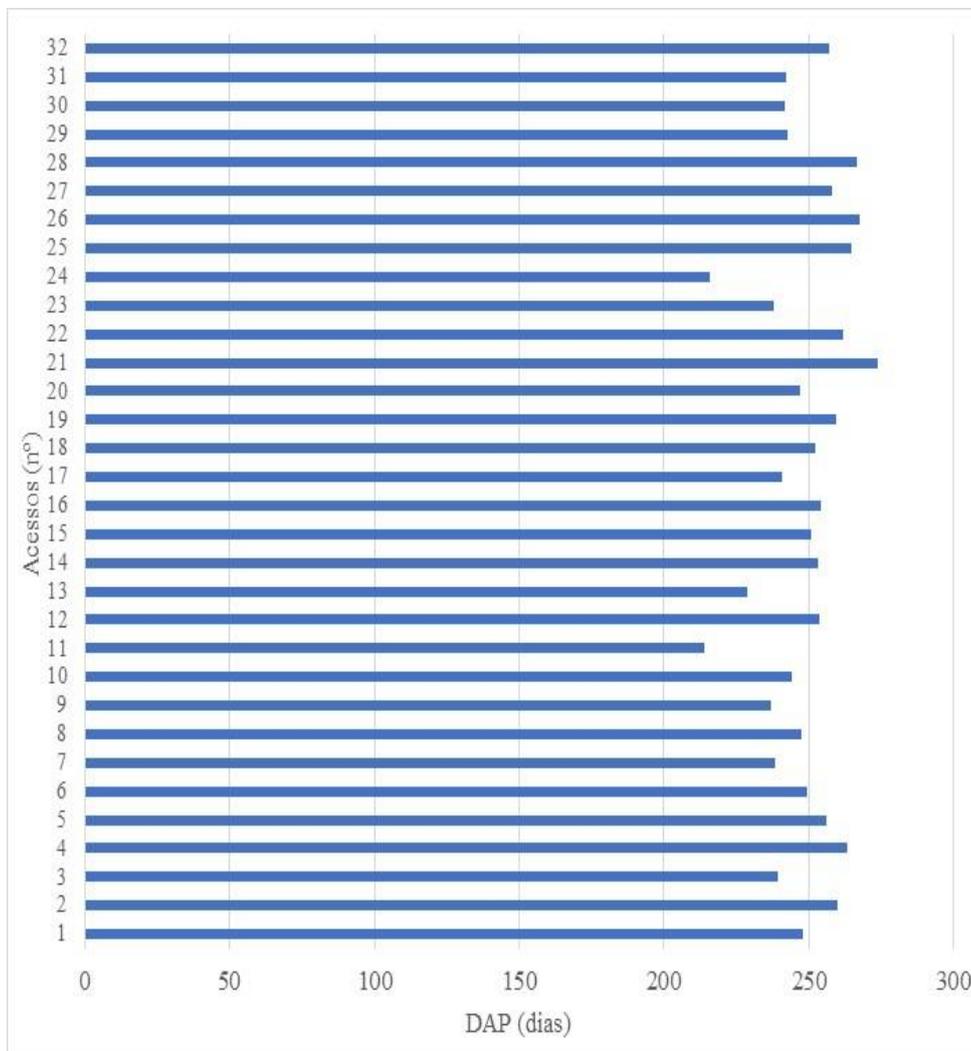


Fonte: O autor, 2022.

As médias para o DAP dos 32 acessos constituídos pelos 148 tucumanzeiros estão representadas na Figura 5. Como pode-se verificar quinze acessos: 2, 4, 5, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 27, 28 e 32 apresentaram médias acima da média geral (249,2 dias), ou seja,

gastaram mais tempo para completar a maturação dos frutos, sendo os acessos 21 e 26 os mais tardios com DAP de 273,8 dias e 267,6 dias, respectivamente. Possivelmente, os doze tucumanzeiros tardios que estiveram presentes nas duas últimas classes devem ser representantes desses dois acessos. Por outro lado, dezessete acessos tiveram valores médios abaixo da média, sendo eles: 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 20, 23, 24, 29, 30 e 31, podendo-se destacar os acessos 11 e 24 como os mais precoces, com DAP de 213,9 dias e 216 dias, respectivamente.

Figura 5 - Médias para o caráter dias após a polinização (DAP) em 32 acessos de tucumanzeiro do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, obtidas de 148 plantas.



Fonte: O autor, 2022.

De um modo geral pode-se considerar que os acessos conservados na área I do BAG Tucumã dessa instituição devam possuir potencialidades para fornecimento de sementes a

programas de melhoramento dessa palmeira, por exibirem boa variação fenotípica para o caráter dias após a polinização (DAP). Baseado nesses resultados, é possível deduzir que os acessos possuem variação discreta entres os indivíduos avaliados para o caráter DAP.

As análises de variâncias obtidas considerando duas, quatro e seis inflorescências avaliadas em 96, 45 e nove indivíduos detectaram diferenças significativas entre os tucumanzeiros nas duas primeiras amostras, com nível de significância distinto entre elas (Tabela 1), indicando que os tucumanzeiros avaliados são distintos para este caráter. Contudo quando se avaliou seis inflorescências em cada indivíduo não houve diferença pelo teste F. Nas amostras onde os tucumanzeiros foram diferentes para o DAP as médias foram de 253 dias (n=2) e 256 dias (n=4). Ambas apresentaram coeficientes de variação baixos para coleta de dados a campo.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para o caráter dias após a polinização (DAP), considerando a avaliação de duas, quatro e seis inflorescências, em 96, 45 e nove tucumanzeiros, respectivamente, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

| Inflorescências avaliadas (n°) | QM | Média (dias) | CV (%) |
|--------------------------------|----------------------|-----------------|-----------|
| Duas | 111,44 ^{**} | 253,0 | 10,03 |
| Quatro | 1563,75 [*] | 256,0 | 12,65 |
| Seis | 1,63 ^{ns} | 252,1 | 10,79 |

CV: coeficiente de variação; QM: quadrado médio; **: significativo ao nível de 1% de probabilidade; *: significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: O autor, 2022.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade e de determinação exibiram baixas magnitudes nas três amostras e em todos os métodos aplicados (Tabela 2). Andrade e Oliveira (2013) também encontraram valores baixos para o coeficiente de repetibilidade ao analisar inflorescências em açaí, discordante de Mendes e Oliveira (2016) que apresentou alta magnitude em cachos de tucumanzeiro e Canal et al., (2017) em frutos da palmeira juçara. Pode-se considerar que o maior coeficiente de repetibilidade foi detectado na amostra com quatro inflorescências quando submetida ao método de componentes principais baseados na matriz de covariâncias (CPCV), cujo valor foi de $r=0,321$ com 65,9% de coeficiente de determinação. No geral, este método alcançou os melhores resultados nas três amostragens, sugerindo ser o método mais aceitável no uso da repetibilidade nesta espécie para o caráter em

questão, mostrando que os tucumanzeiros avaliados apresentam comportamento cíclico, isto é, uma alternância na produção. Conforme a classificação do coeficiente de repetibilidade proposta por Resende (2002) a repetibilidade é alta se $r > 0,60$, média se $0,30 < r < 0,60$ e baixa se $r < 0,30$. Logo, a maioria dos valores encontrados tiveram baixas magnitudes, em apenas dois apresentando médias magnitudes, ambos pelo método CPCV nas amostras com duas ($r=0,309$) e quatro ($r=0,321$). Repetibilidades de baixas magnitudes também foram registradas para outros caracteres de inflorescência no tucumanzeiro (LOPES; OLIVEIRA, 2013), mostrando que para se obter o valor real dos indivíduos seja necessário número parcialmente alto de medições.

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) para o caráter dias após a polinização (DAP), considerando a avaliação de duas, quatro e seis inflorescências em 96, 45 e nove tucumanzeiros, respectivamente, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

| Métodos | Duas | | Quatro | | Seis | |
|---------|-------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|
| | r | R^2 (%) | r | R^2 (%) | r | R^2 (%) |
| ANOVA | 0,271 | 42,6 | 0,110 | 32,9 | 0,095 | 38,65 |
| CPCV | 0,309 | 47,2 | 0,321 | 65,9 | 0,221 | 62,94 |
| CPC | 0,276 | 43,2 | 0,233 | 55,5 | 0,188 | 58,20 |
| AEC | 0,276 | 43,2 | 0,176 | 46,1 | 0,097 | 39,22 |
| AECV | 0,273 | 42,9 | 0,124 | 36,0 | 0,102 | 40,40 |

ANOVA: métodos da análise de variância; CPCV: componentes principais baseados na matriz de covariâncias; CPC: componentes principais baseados na matriz de correlações; AEC: análise estrutural baseado na matriz de correlações; AECV: análise estrutural baseado na matriz de covariância.

Fonte: O autor, 2022.

Foi possível constatar coeficientes mais altos por meio deste método Componentes Principais Baseados na Matriz de Covariâncias (CPVC) para as espécies: caiaué e dendezeiro (CHIA et al., 2009), pupunheira (FARIAS NETO; YOKOMIZO; BIANCHETTI, 2002) além do araçazeiro e pitangueira (DANNER et al., 2010), evidenciando que o coeficiente de repetibilidade é mais eficientemente aferido pelo método CPCV. Os baixos valores dos coeficientes de repetibilidade indicam irregularidade na repetição do caráter (CORNACCHIA; CRUZ; PIRES, 1995), não podendo considerar o número de avaliações realizadas satisfatórios para a predição real do valor dos indivíduos, pois apresenta um valor de baixa contribuição que deve ser descartada, ou seja, não possui influência na variabilidade genética (OLIVEIRA; FERNANDES, 2001)

Quando se analisa o número de amostras ideal para avaliar o DAP em tucumanzeiros com diferentes níveis de confiabilidade (Tabela 3) constata-se que na amostra com seis inflorescências os valores foram bem mais altos (acima de 14 inflorescências) e até impraticáveis por dois métodos ANOVA ($\eta=181$) e AE ($\eta=177$). Resultado oposto obtido por Andrade e Oliveira (2013) em inflorescência de açaí. Enquanto nas amostras com duas e quatro inflorescências os valores foram menores e dentro da possibilidade de ser avaliado, pelo método CPCV ambas com estimativa de número ideal de aproximadamente nove inflorescências com 80% de confiabilidade. O número de medições mais adequado é proporcionalmente inverso ao coeficiente de repetibilidade, isto significa, quanto maior o valor da estimativa do coeficiente de repetibilidade menor o número de medições necessárias (CRUZ et al., 2012).

Tabela 3. Estimativas do número mínimo de inflorescências (η) na avaliação do caráter dias após a polinização (DAP) para diferentes níveis de confiabilidade, considerando duas, quatro e seis inflorescências, em 96, 45 e nove tucumanzeiros, respectivamente do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.

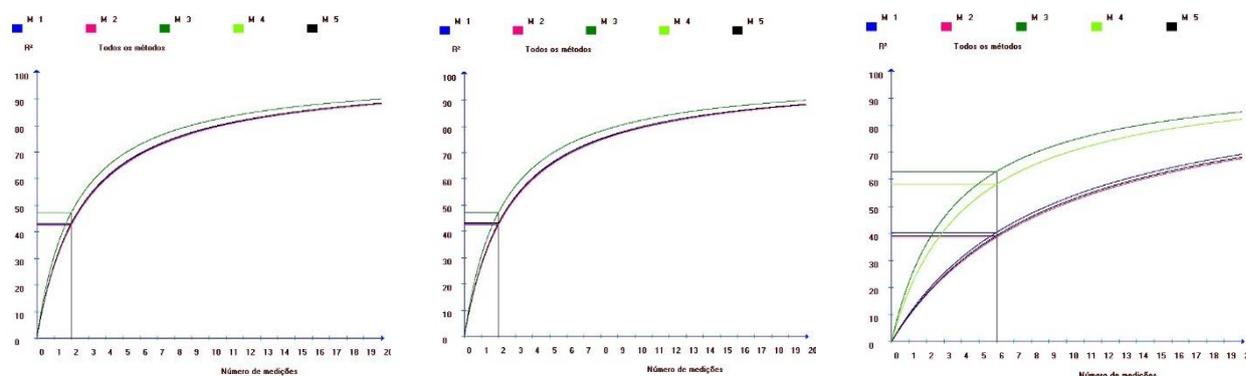
| Métodos | η | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|------|------|------|--------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| | Duas | | | | Quatro | | | | Seis | | | |
| R ² | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 |
| ANOVA | 10,8 | 15,3 | 24,2 | 51,2 | 32,5 | 46,0 | 73,0 | 154,5 | 38,1 | 54,0 | 85,7 | 181,0 |
| CPCV | 8,9 | 12,7 | 20,9 | 42,4 | 8,47 | 12,0 | 19,0 | 40,2 | 14,1 | 20,0 | 31,8 | 67,1 |
| CPC | 10,5 | 14,9 | 23,6 | 49,8 | 12,8 | 18,1 | 28,8 | 60,8 | 17,2 | 24,4 | 38,8 | 81,9 |
| AE | 10,5 | 14,9 | 23,6 | 49,8 | 18,6 | 26,4 | 42,0 | 88,8 | 37,2 | 52,7 | 83,7 | 176,6 |

ANOVA: análise de variância; CPCV: componentes principais baseados na matriz de covariâncias; CPC: componentes principais baseados na matriz de correlações; AE: análise estrutural; η : número de medições.

Fonte: O autor, 2022.

Na Figura 6 consta as curvas de estabilização do coeficiente de repetibilidade para as três amostras, onde verifica-se que as melhores estabilidades foram detectadas nas duas primeiras amostras (duas e quatro inflorescências).

Figura 6 -Estabilização da repetibilidade para o caráter dias após a polinização (DAP) considerando a avaliação de duas, quatro e seis inflorescências em 96, 45 e nove tucumanzeiros, respectivamente, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.



Fonte: O autor, 2022.

Nessas amostras pode-se observar menor variação entre os coeficientes de determinação nos quatro métodos, alcançando 40% a 50% e, portanto com curvas mais estáveis. Já na amostra com seis inflorescências a variação do coeficiente de determinação foi de 40% (ANOVA) a 70% (CPCV e CPC).

5 CONCLUSÕES

Os tucumanzeiros do BAG da Embrapa Amazônia Oriental possuem variação considerável para o caráter dias após a polinização (DAP), existindo plantas com maturação dos frutos precoce e tardia;

Para este caráter dois acessos expressam DAP's tardios com maturação dos frutos alcançando até 273 dias e, pelo menos, dois acessos mostram-se precocidade com DAP de até 216 dias;

O método mais confiável na estimativa do coeficiente de repetibilidade para o DAP é o CPCV, com sugestão de quatro inflorescências como o número mínimo de amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, A. B.; OVERAL, W. L.; HENDERSON, A. Pollination ecology of a forest-dominant palm (*Orbignya phalerata* Mart.) in Northern Brazil. **Biotropica**, p. 192-205, 1988.
- ANDRADE, P. C.; OLIVEIRA, M. do S. P. Repetibilidade de diferentes amostras florais na avaliação da viabilidade polínica em açaizeiros selecionados na cultivar BRS Pará. **In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2013, Uberlândia. Variedade melhorada: a força da nossa agricultura: anais. Viçosa, MG: SBMP, 2013., 2013.
- ARRIEL, N. H. C. *et al.* Avaliação de descritores quantitativos na caracterização preliminar de germoplasma de gergelim (*Sesamum indicum* L.) 1. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 4, n. 1, 2000.
- AZEVEDO, S. C. M. *et al.* Estudo da conservação das propriedades nutricionais da polpa de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) in natura em embalagens a vácuo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.
- BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (ed.). **Domesticação e Melhoramento: espécies amazônicas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 486 p.
- BURLE, M. L.; OLIVEIRA, M. **Manual de Curadores de Germoplasma-Vegetal: Caracterização Morfológica**. 2010.
- BRANDÃO, F.; CASTRO, F.; FUTEMMA, C. Between structural change and local agency in the palm oil sector: Interactions, heterogeneities and landscape transformations in the Brazilian Amazon. **Journal of Rural Studies**, New York, v. 71, p. 156-168, 2019.
- BRAZILIAN FLORA GROUP. **Brazilian Flora: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC)**, 2018.
- CANAL, G.B. *et al.* **Parâmetros genéticos para caracteres fenotípicos de frutos e sementes de *E. edulis martius* via modelos mistos**. In: XXI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2017, São José do Campos. **Anais...**São José dos Campos: Univap, 2017.
- CARDOSO, A. I. I. Número mínimo de colheitas em pepino híbrido estimado por meio do coeficiente de repetibilidade. **Bragantia**, v. 65, p. 591-595, 2006.
- CARVALHO, Paulo César Lemos de *et al.* CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS DE FRUTOS DE POPULAÇÕES DE UMBU-CAJAZEIRA NO ESTADO DA BAHIA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 140-147, mar. 2008.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. rev. atual. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Norte**. Brasília, DF: MMA, 2022. (Série Biodiversidade; 53). 1452p.

CORNACCHIA, G.; CRUZ, C. D.; PIRES, I. E. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguluz, Perry e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret, Golfari. **Revista Árvore**, v. 19, n. 3, p. 333-345, 1995.

COSTA, A. M.; SPEHAR, C. R.; SERENO, J. R. B. (ed.). **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2012. 628 p.

CHIA, G. S. *et al.* Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. **Acta Amazonica**, v. 39, p. 249-253, 2009.

CLIMATE Data: Clima Belém (Brasil). **Clima Belém (Brasil)**. 2022. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/para/belem-4299/>. Acesso em: 9 dez. 2022.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão Windows – aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora UFV, 2008.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, p. 390, 2001.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa universitária, v.1, 2012.

DANNER, M. A. *et al.* Repetibilidade de caracteres de fruto em araçazeiro e pitangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v 40, n 10, p. 2086-2091, 2010.

DIDONET, A. A.; FERRAZ, I.; KOSMANN, D. O comércio de frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* g. Mey-arecaceae) nas feiras de Manaus (Amazonas, Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 353-362, 2014.

DRANSFIELD, J. *et al.* **Genera Palmarum**-The Evolution and Classification of the Palms. 2008.

FARIAS NETO, J. T. de; YOKOMIZO, G.; BIANCHETTI, A. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 731-733, 2002.

FÁVERO, L. P. *et al.* **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. 2009.

FERREIRA, A. *et al.* Repetibilidade e número de colheitas para seleção de clones de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 761-767, 2005.

GUEDES, A. M. M. **Estudo da extração de óleo da polpa de tucumã por CO₂ supercrítico**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

JUNGBLUTH, F. **Repetibilidade e dissimilaridade genética em característica biométricas de frutos e sementes de *Butia eriospatha* (MART. EX DRUDE) BECC.** 2015. 31 f. TCC

(Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2015.

KAHN, F. The genus *Astrocaryum* (Arecaceae). **Revista Peruana de Biología**, v. 15, n. 1, p. 31-48, 2008.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R.C. Arecaceae. *In: Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015.

LOPES, Ricardo *et al* (ed.). **Palmeiras Nativas do Brasil**. Manaus: Embrapa, 2016. 432 p.

LOPES, V. S.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. Coeficiente de repetibilidade para o caráter maturação de frutos em tucumanzeiros (*Astrocaryum vulgare* Mart.). *In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. *In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL*, 17.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1., 2013, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2013. 1 CD-ROM. PIBIC 2013., 2013.

MENDES, G. G. C.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. **Estimativas de repetibilidade para caracteres de cacho em genótipos de tucumanzeiro selecionados para alto teor de óleo na polpa**. *In: VIII ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS*, 2016, Belém. **Anais...** Belém: Ufra, 2016. p. 66-70.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FERNANDES, G. L. da C. Repetibilidade de caracteres do cacho de açazeiro nas condições de Belém-PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 613-616, 2001.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; COUTURIER, G.; BESERRA, P. Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 343-353, 2003.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. Cultivares de milho para o consumo verde. *In: Pereira Filho, I.A. (Ed.). Cultivares de milho para o consumo verde*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. p. 18-30.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2ª edição. Belém, MPEG. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural. 2009. 47-66p.

RAMALHO, M. A. P. *et al*. **Genética na agropecuária**. 5. ed. Lavras: Ufla, 2012. 555 p.

REFLORA. **Arecaceae in Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética Biométrica e Estatística no melhoramento de plantas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 973 p.

SANTOS, M. F. G. *et al*. Quality characteristics of fruits and oils of palms native to the Brazilian amazon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, Unesp, 2017.

SCOTT, D. W. "On Optimal and Data-Based Histograms." **Biometrika**, v. 66, n. (3), p. 605-10.1979.

SILVA, A. J. B. da; SEVALHO, E de S.; MIRANDA, I. P. de A. Potencial das palmeiras nativas da Amazônia Brasileira para a bioeconomia: análise em rede da produção científica e tecnológica. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 1020-1046, 2021.

SILVA FILHO, D. F. da *et al.* Caracterização e avaliação do potencial agrônomo e nutricional de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 35, p. 399-405, 2005.

SIQUEIRA, F. C. de. **Obtenção da polpa de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) Desidratada visando a preservação dos carotenoides**. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

TERRA, M. F.; MUNIZ, J. A.; SAVIAN, T. V. Ajuste dos modelos Logístico e Gompertz aos dados de crescimento de frutos da tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'BRIEN). **Magistra, Cruz das Almas**, v. 22, n. 1, p. 1-7, 2010.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; DIAZ, S. C. & ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**: Tratado de Cooperación Amazonica. Lima: 1996. 367 p.