

Efeito da interação genótipos x ambientes em caracteres produtivos de progênies de açaizeiro

Genotype x environment effect on productive traits of açai progenies

Gilberto Ken Iti Yokomizo



Embrapa Amapá, email: gilberto.yokomizo@embrapa.br

João Tomé de Farias Neto



Embrapa Amazônia Oriental, email: joao.farias.embrapa.br

Kuang Hongyu



Universidade Federal do Mato Grosso, email: kuang_hongyu@hotmail.com

Francisco de Oliveira Cruz Júnior



IEPA, email: junior20_oliveira@yahoo.com.br

RESUMO

Novos mercados nacionais e internacionais tem causado um aumento no consumo da polpa do fruto do açaizeiro, necessitando de pesquisas para gerar cultivares novos para atender esta demanda crescente, principalmente quanto à sazonalidade de produção. Como há um grande número de progênies envolvidas nas pesquisas, isso dificulta a interpretação dos resultados, notadamente nas análises gráficas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi combinar a análise multivariada com o agrupamento por dendrograma e posterior análise GGE Biplot visando identificar as progênies superiores dentre as 76 e seu comportamento sazonal durante o ano. As progênies foram instaladas em delineamento experimental de blocos ao acaso com duas repetições e cinco plantas por parcela na área experimental da Embrapa no município de Mazagão, Amapá. As características avaliadas foram: FL - número de cachos em floração por estipe; FV - número de cachos verdes por estipe e; TM - tamanho do cacho. As conclusões permitem inferir que o uso combinado das análises mostraram-se importantes, complementares e eficientes; as melhores progênies quanto ao ideótipo são P50, P12, P29 e P30 em ordem de desempenho, sem adicionamento de progênies ao se verificar o dendrograma; existe variabilidade genética pelas evidentes contribuições individuais distintas para a interação GxA e de efeitos de meses, importantes para o melhoramento genético; o diferente comportamento das progênies entre meses mostra que os meses de abril até julho com presença de pluviosidade e os dois primeiros meses de estiagem, agosto e setembro, devem ser priorizados nas avaliações.



<https://doi.org/10.28998/rca.24.19698>

Artigo publicado sob a [Licença Creative Commons 4.0](#)

Data da submissão: 14/07/2025

Data de aceite: 12/04/2026

Publicado: 24/04/2026

e-location: 19698

Palavras-chave: Euterpe oleracea, melhoramento genético, interação genótipo x ambiente, análise de componentes principais

ABSTRACT

New national and international markets have led to an increase in the consumption of açai fruit pulp, requiring research to develop new cultivars to meet this growing demand, particularly regarding the seasonality of production. Since a large number of progenies are involved in the research, this makes the interpretation of results difficult, especially in graphical analyses. Therefore, the objective of this study was to combine multivariate analysis with clustering using dendrograms and subsequent GGE Biplot analysis to identify the superior progenies among the 76 and their seasonal behavior throughout the year. The progenies were installed in a randomized complete block design with two replications and five plants per plot at the Embrapa experimental area in the municipality of Mazagão, Amapá. The traits evaluated were: FL – number of flowering bunches per stem; FV – number of green bunches per stem; and TM – bunch size. The conclusions allow us to infer that the combined use of the analyses proves to be important, complementary, and efficient; the best progenies regarding the ideotype are P50, P12, P29, and P30 in order of performance, with no addition of progenies when observing the dendrogram; there is genetic variability due to the evident distinct individual contributions to the GxA interaction and month effects, which are important for genetic improvement; the different behavior of the progenies across months shows that the months from April to July, with rainfall, and the first two months of the dry season, August and September, should be prioritized in the evaluations.

Keywords: Euterpe oleracea, genetic breeding, genotype x environment interaction, principal component analysis

INTRODUÇÃO

O açazeiro é uma palmeira da família Arecaceae de ocorrência natural na região amazônica, possuindo grande importância econômica para a fruticultura regional, principalmente para o Pará cuja produção, comercialização e consumo de polpa movimentam grandes mercados (Neves et al., 2015), sendo o suco de açai um produto ícone deste Estado, representando o principal produto extraído da palmeira (Silvestre et al., 2016).

Após a descoberta das propriedades da polpa de açai na suplementação vitamínica, antioxidante e energética, houve um reflexo no mercado consumidor estadunidense com um crescimento exponencial. Os principais importadores do Brasil além dos EUA com mais de mais 70% do volume deste comércio, são a Alemanha, Bélgica e Holanda, somando-se os Países Baixos, Japão, Austrália, entre outros que já estão sendo atraídos pelo fruto do estuário amazônico (CONAB, 2020).

Segundo Nogueira et al. (2013) e Nogueira e Santana (2016), o aumento da demanda pelo fruto, ocasionado pelo incremento das exportações, consiste no principal fator da elevação dos preços ao consumidor local, principalmente na entressafra (janeiro a junho) período em que o preço do fruto chega a quadruplicar, mas sem o devido acompanhamento do aumento da produtividade para que haja um equilíbrio de mercado, dado que o açai se apresenta como uma cultura de mercado com oferta inelástica - preço, devido as oscilações na oferta e demanda nos períodos de safra e entressafra.

Para atender a esta crescente demanda pelo fruto e produtos derivados do açai, tem surgido intensamente o interesse em se estudar técnicas de manejo e produção do mesmo, conforme cita

Coutinho (2017), visando ampliar o período da safra, além de desenvolvimento de cultivares pelo melhoramento genético.

Mas um complicador para as pesquisas científicas para selecionar novos materiais para alavancar o cultivo é o efeito que o ambiente pode ter em diferentes intensidades sobre o comportamento de um material genético, modificando sua expressão fenotípica. Assim, quanto maior a quantidade de variações nos fatores ambientais há probabilidade maior de diferentes expressões das características vegetativas e reprodutivas nas plantas, caso a herdabilidade do caráter seja médio ou baixo. Essa manifestação é denominada de interação genótipos versus ambientes (GxA), tornando-se um complicador ao dificultar a seleção e recomendação de genótipos adaptados e estáveis (Cruz et al., 2014). Baseado nestes aspectos, em geral, os programas de melhoramento genético tentam selecionar materiais com ampla adaptação e estabilidade, sendo, portanto, recomendados para diversos locais (Malosetti et al., 2013).

Apesar do conhecimento da sazonalidade de produção e a necessidade de se selecionar materiais genético com potencial para incrementar a produção de açaí poucos estudos são apresentados sobre o comportamento mensal de progênies durante o ano. Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de uma população de açaizeiros visando identificar o comportamento mensal dos genótipos, apoiado em uma pré-seleção de progênies por agrupamento pelo dendrograma, devido o número elevado de progênies que impossibilitaria a visualização do comportamento nos gráficos GGE Biplot. Essa junção de metodologias foi necessária para tornar viável a interpretação gráfica neste conjunto muito grande de genótipos em estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo é parte do programa de melhoramento genético de açaizeiro para produção de frutos no estuário amazônico, conduzido pelo plantio de um experimento em área de várzea no Campo Experimental de Mazagão da Embrapa Amapá em Macapá, possuindo solo predominante do tipo Gley Pouco Húmico de textura média, drenado e de média a alta fertilidade natural. A área utilizada apresenta topografia plana e cobertura vegetal tipo capoeira. Apresenta tipo climático Ami segundo classificação de Köppen, tropical chuvoso, com temperatura média do mês mais frio (junho) de 22,7°C e do mais quente (setembro) de 32,8°C, com precipitação do mês mais seco (outubro) de 32 mm e do mais chuvoso (março) de 365 mm. O regime climático anual apresenta precipitação total de 2410 mm, com concentração entre os meses de janeiro e junho, temperatura média anual de 27°C e umidade relativa média do ar de 85% (CLIMATE-DATA.ORG, 2025). Porém especificamente para as médias de cada mês os dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Precipitação total mensal (Prec, em mm), médias das temperaturas máximas (TMax, em °C), mínima (TMin, em °C), temperatura média anual (TMed, em °C) em Mazagão, AP, média histórica entre 1980 e 2016.

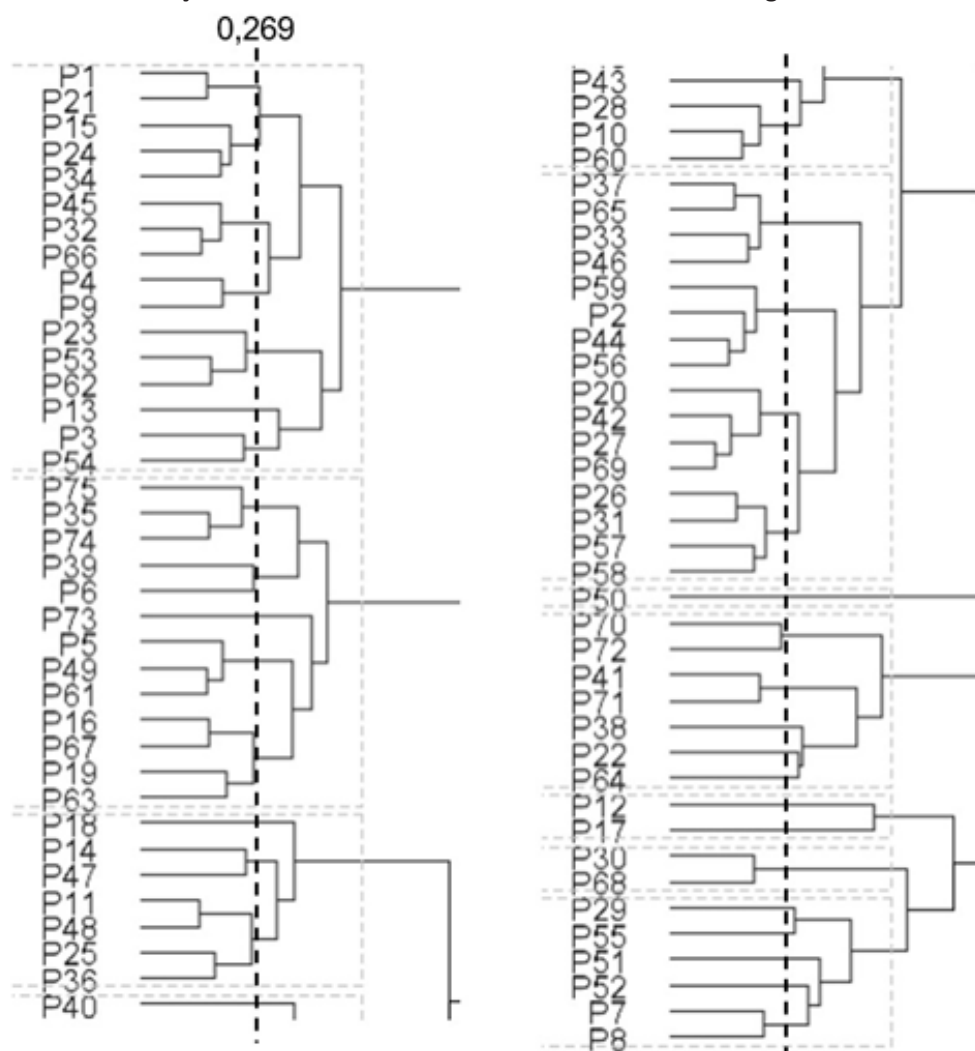
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Prec	225	275	283	308	250	200	133	67	73	29	46	121
Tmax	31,6	30,3	30,3	30,6	31,6	31,9	32,2	32,8	33,07	33,1	32,8	32,5
Tmin	23,4	23,4	23,8	24,1	24,1	23,9	23,8	24,1	24,0	24,1	24,4	24,3
Tmed	28,3	27,7	27,8	27,9	28,4	28,6	28,5	28,7	28,9	29,0	29,0	28,9

Fonte: adaptado de WEATHERSPARK (2025)

O material genético utilizado na área é composto por uma população originada de sementes coletadas de 76 matrizes selecionadas em açaizais nativos da região oeste da Ilha de Marajó, cuja

safrá é predominante no inverno (dezembro a julho, safrá de inverno). O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com duas repetições e cada parcela representada por cinco plantas, plantadas no espaçamento de 4 x 5m. O número reduzido de repetições se deve a quantidade de progênies e a área total do experimento.

Figura 1. Dendrograma usando o método de ligação média entre grupos (UPGMA) envolvendo 76 progênies de açaizeiro com base em três características morfológicas.



Fonte: os autores

As avaliações foram realizadas mensalmente no período de 2009 a 2013 por meio de três descritores, sendo: FL – número de cachos em floração: contagem de cachos que apresentam inflorescência em floração por estipe; FV – número de cachos verdes por estipe: contagem de cachos verdes por estipe; TM - Tamanho do Cacho: valor atribuído a avaliação visual dos cachos: onde 1 é atribuído aos menores valores, e 7 para os maiores.

Com a finalidade de facilitar a compreensão do comportamento das progênies em relação as três características simultaneamente foi realizada uma análise multivariada, pois na interpretação para a seleção o desejado é compreender o desempenho não para cada característica individualmente, mas sim como cada progênie se comporta em relação a todas as características avaliadas.

A análise de agrupamento foi feita, adotando-se a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) como medida de dissimilaridade, por considerar a informação da correlação entre os caracteres

avaliados, segundo Cruz et al. (2014). Com base na matriz de dissimilaridade gerada, foi elaborado dendrograma pelo método de UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*). O critério utilizado para a formação dos grupos selecionando-se cerca de 50% das progênies foi efetuado, pois um problema existente em análises gráficas (GGE Biplot) é quando são utilizados quantitativos de progênies que impossibilita a interpretação dos resultados, causando um aglomerado que impede a distinção dos materiais genéticos, portanto decidiu-se realizar preliminarmente o agrupamento das progênies pelo dendrograma.

A análise de variância foi realizada com base nas médias das parcelas entre as progênies para as diferentes características, cujo modelo estatístico de parcelas subdivididas empregado foi o citado por Ramalho et al. (2012): $Y_{ijk} = \mu + b_i + P_j + e_{ij} + A_k + (PA)_{ik} + e_{ikj}$; sendo: Y_{ijk} : valor observado no i-ésimo bloco, da j-ésima progênie no k-ésimo mês; μ : média geral para a característica; b_i : efeito do i-ésimo bloco; P_j : efeitos da j-ésima progênie; A_k : efeito do k-ésimo mês; e_{ij} : erro do efeito de blocos e progênies; PA : interação entre j-ésima progênie com k-ésimo mês; e_{ikj} : erro referente ao efeito blocos, progênies e meses. A análise de variância e o gráfico GGE biplot foram realizados no programa R versão 3.4.1 (R CORE TEAM, 2020).

O método GGE Biplot considera o efeito da progênie e da sua interação com os meses (Yan et al., 2000). Neste método, apenas o efeito principal de progênie e da GxA são importantes e considerados concomitantemente. O modelo GGE biplot não separa G da GxA mantendo-os juntos em dois termos multiplicativos, que pode ser visualizado na seguinte equação: $Y_j - \bar{y}_j = y_1 \hat{a}_{i1} \hat{n}_{j1} + y_2 \hat{a}_{i2} \hat{n}_{j2} + \hat{a}_j$ onde Y_j representa o rendimento médio da i-ésima progênie no j-ésimo mês; \bar{y}_j é a média geral das progênies no mês j; $y_1 \hat{a}_{i1} \hat{n}_{j1}$ é o primeiro componente principal (IPCA1); $y_2 \hat{a}_{i2} \hat{n}_{j2}$ é o segundo componente principal (IPCA2); y_1 e y_2 são os autovalores associados ao IPCA e IPCA2, respectivamente; \hat{a}_{i1} e \hat{a}_{i2} são os escores do primeiro e segundo componente principal, respectivamente, da i-ésima progênie; \hat{n}_{j1} e \hat{n}_{j2} são os escores do primeiro e segundo componente principal, respectivamente, para o j-ésimo mês; \hat{a}_j é o erro do modelo associado com i-ésima progênie e j-ésimo mês (Yan; Kang, 2003).

Foi calculada a relação de informação (RI) proposta por Yan e Tinker (2006) para avaliar a adequação do biplot em exibir os padrões de uma tabela de dupla entrada. A interpretação é: um PC (eixo da interação da análise de componentes principais) com $IR = 1$ contém padrões (associações entre ambientes), e um PC com $IR < 1$ não contém qualquer padrão ou informação. Ressaltando que o biplot de dimensão 2 representa adequadamente os padrões nos dados, se apenas os dois primeiros PCs têm um $IR \geq 1$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido estar envolvido neste estudo o quantitativo de 76 progênies, número que dificulta a visualização da distribuição em análises gráficas e, por conseguinte, a compreensão de seus comportamentos no GGE Biplot, adotou-se como procedimento preliminar que é a formação de agrupamentos pela estruturação de um dendrograma. Nesse caso a formação dos grupos tem como base as mudanças acentuadas de níveis (Cruz et al., 2014), com cada agrupamento contendo progênies similares, permitindo desta forma utilizar apenas uma de cada agrupamento para a geração do GGE Biplot, cujo comportamento pode posteriormente ser expandido as demais progênies dentro do mesmo agrupamento que não foram utilizadas para a geração do Biplot. O limite adotado para a formação de grupos neste trabalho foi de 0,269 de dissimilaridade, pois delimitou grupos que permitiu a escolha de 36 das progênies para utilização no estudo do GGE Biplot, sendo estas identificadas como P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P20, P22, P23, P26, P29, P30, P32, P33, P35, P38, P40, P41, P43, P50, P51, P52, P55, P64, P70 e P73. O

método utilizado foi o UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), cujo critério utilizado para a formação dos grupos é a média das distâncias entre todos os pares de itens que formam cada grupo.

Após a obtenção do dendrograma e a escolha das progênies a serem utilizadas, efetuou-se a análise GGE biplot, sendo que na Tabela 2, o percentual acumulado da variação explicada pelos dois primeiros eixos foi acima de 85% considerando as três características em conjunto, este valor acumulado confere elevada confiabilidade na explicação da variação total do desempenho relativo ao efeito genético das progênies, somado a interação com o efeito de meses, representado por G + GxA. Desta forma a adoção do modelo com dois eixos mostra-se suficiente para a visualização e interpretação do comportamento das progênies de açaizeiro e das diferenças entre os meses. Este valor acumulado nos dois eixos foi semelhante aos observados em características de produção de frutos em açaizeiros (Yokomizo et al., 2017; Farias Neto et al., 2018), mostrando que os efeitos ambientais não estimáveis, que são denominados de ruídos e que poderiam interferir na precisão dos gráficos GGE Biplots e assim atrapalhar a identificação das progênies superiores não representam parcela significativa das variações aqui observadas. Aspecto importante esse, por expressar que o modelo adotado é confiável. O comportamento aqui obtido também se equiparou com as espécies amplamente domesticadas como pimenteiras (Abu et al., 2011) na produção de frutos frescos; em melão no peso médio por fruto e número de frutos por planta (Dehghani et al., 2012); em cajueiros no número de amêndoas, produtividade e peso de amêndoa (Aliyu et al., 2014) e; em mandioca na produtividade de raiz (Peprah et al., 2016), cujos dois primeiros eixos tiveram valor acumulado superior a 89%.

Tabela 2. Valor singular, proporção explicada em % (PE %), proporção explicada acumulada em % (PEA %) e relação de informação (RI), considerando os quatros primeiros componentes principais (PCs), em três características conjuntas de progênies de açaizeiros.

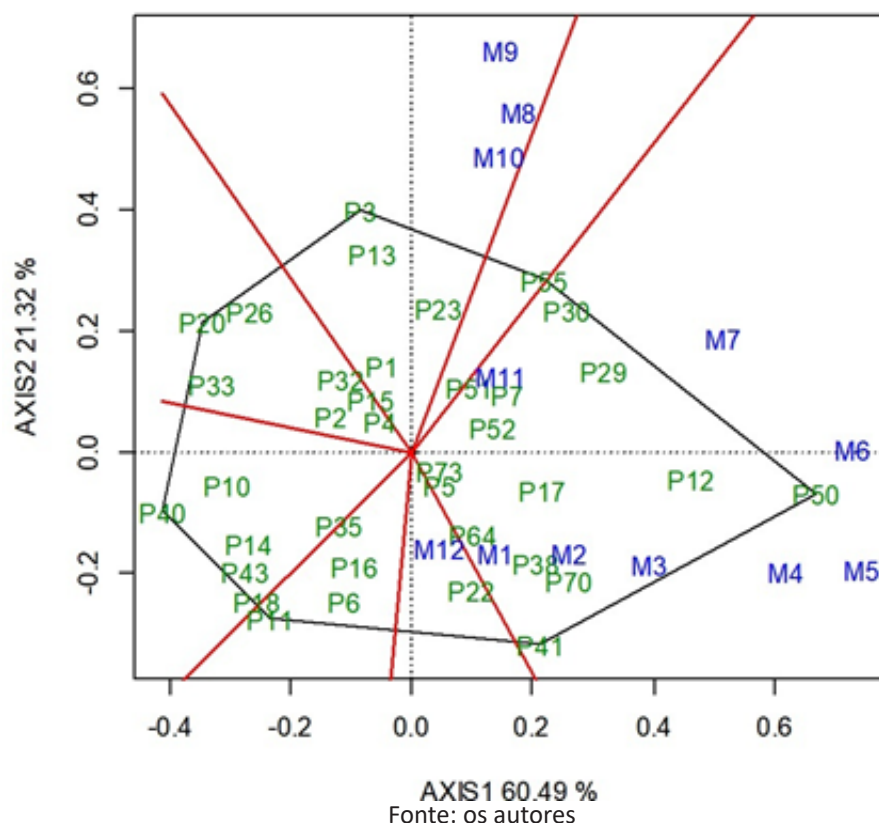
Parâmetros	Eixos Componentes				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Valor Singular	2,081	1,236	0,807	0,448	0,352
PE %	63,367	22,354	9,529	2,934	1,816
PEA %	63,367	85,721	95,250	98,184	100,000
RI	3,168	1,118	0,476	0,147	0,091

Fonte: os autores

Complementando, apoiado nos valores das relações de informação (RI) dos cinco primeiros eixos componentes (Tabela 2), os dois primeiros eixos PC contêm padrão (RI acima de 1), ou seja, associações entre os meses. Nos demais eixos os valores baixos mostram que não incluem qualquer padrão ou informação, podendo-se considerar apenas os dois primeiros eixos na análise gráfica como suficiente para representar os padrões dos dados.

A Figura 2 (“which-won-where”) dos dados multi-ambientes, definidos pelas progênies e meses, permite visualizar onde e em quais meses as progênies de açaizeiros foram superiores e averiguar a existência de mega-ambientes diferentes em uma localidade. Por definição mega-ambientes é a junção daqueles que se assemelharam, podendo ser agrupados num mesmo quadrante. As progênies que comporam o GGE Biplot foram aquelas selecionadas pelo dendrograma P avaliados nos 12 meses do ano. As retas que saem da origem sugerem a formação de sete setores ou mega-ambientes, porém os meses estão inseridos em três mega-ambientes, possuindo dissimilaridade nas suas contribuições para a expressão de diferenças das progênies. Ressaltando que pela localização a melhor progênie em relação à média nas características FL, FV e TM para os meses de avaliações foi a identificada como P50 e, as que se destacaram em seguida foram P12 e P29, não se considerando a estabilidade e independente do mês.

Figura 2. GGE biplot (“Which-won-where”) para multivariada entre três características em progênes de açaizeiro, indicativo de quais dos genótipos apresentaram melhor desempenho e em que ambientes. As linhas vermelhas contínuas delimitam setores que definem os mega-ambientes.



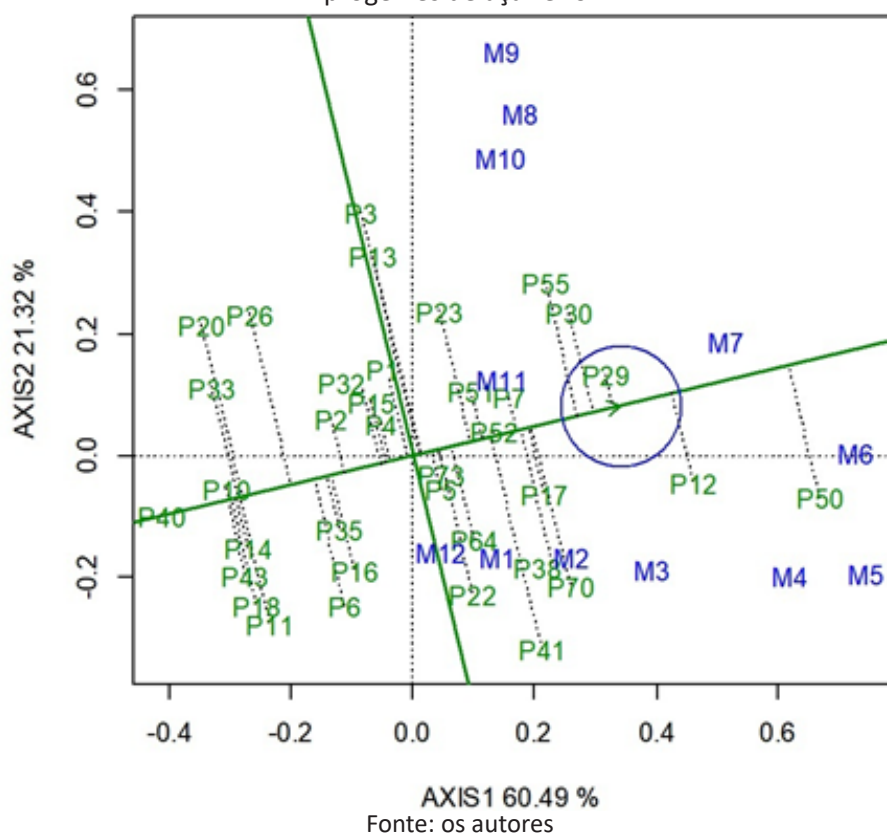
O agrupamento dos meses compondo um quantitativo de três mega-ambientes foi similar em comparação as pimenteiros em três anos por Abu et al. (2011); a produção de frutos de pêsego em três anos (Citadin et al. 2014); na produtividade em cajueiros, onde a distribuição de genótipos foi equitativa dentro dos mega-ambientes formados, com os genótipos presentes nos vértices do polígono próximos de ao menos um dos ambientes. Em morangueiro para produtividade já houve um comportamento distinto em que cada local compôs um mega-ambiente (Costa et al. 2016), assim como em mandioca (Peprah et al. 2016), não havendo dois locais num mesmo mega-ambiente. Houve também a presença de progênes que se enquadraram em setores com ausência de ambientes ou meses, semelhante ao observado por Aliyu et al. (2014), neste caso indica ausência de especificidade com características intrínsecas aos aspectos que não sejam de controle genético. Este aspecto de concentração de meses em poucos setores destaca que não houve grandes diferenças entre os fatores ambientais, com contribuição similar, neste caso os meses com presença de pluviosidade formando um mega-ambiente e os com ausência compondo outro, ficando apenas o mês de dezembro isolado num mega-ambiente específico. Já o padrão de dispersão homogênea das progênes demonstra que há distinção fenotípica entre estas.

Muitas progênes não demonstraram comportamento de estabilidade e nem adaptabilidade a qualquer mês, adicionalmente, é observado que as progênes se dividiram entre contribuição negativa e positiva. Essas variações são comuns quando se estuda um grupo de genótipos distintos, em processo de seleção e com isso desuniformes ainda, similar ao que ocorre em outras espécies como em pimenteira (Abu et al. 2011), cajueiro (Aliyu et al. 2014), pêsego (Citadin et al. 2014), morangueiro (Costa et al. 2016) e mandioca (Peprah et al. 2016). Apesar da ausência de estabilidade e adaptabilidade, pode se inferir com a dispersão observada na análise gráfica que há

variabilidade genética neste conjunto de progênies, o que pode ser útil em processos de seleção de materiais divergentes.

Denomina-se “eixo do ambiente-média” ou “EAM” a linha reta contendo uma seta, que seria o “ambiente-média” (Figura 3). Ao ultrapassar a ponta da seta tem-se um desempenho médio superior entre as progênies avaliadas. A linha perpendicular ao EAM, indica que quanto maior a distância da origem maior a variabilidade de desempenho, com presença de menor estabilidade, em ambas as direções (Yan 2002; 2011). Baseado nos valores médios do conjunto de características FL, FV e TM as progênies foram classificadas quanto a média de desempenho desta forma: P50 > P12 > P29 > P30 > P55 > P17 > ... > média geral > ... > P14 > P10 > P43 > P18 > P40. Três progênies se destacaram com valores acima da média geral, P50, P12, P30 e P55, porém pelo distanciamento do eixo PC1 estas progênies não foram estáveis, apesar dos valores médios interessantes em todos os meses em relação as demais progênies, mantendo-se em boa perspectiva a progênie P29, que comparativamente em relação as de maiores contribuições nas médias é a que apresenta maior estabilidade.

Figura 3. GGE biplot (“Média versus Estabilidade”) com eixo do ambiente-média (EAM) para mostrar o desempenho médio e estabilidade das progênies teste para multivariada entre três características em progênies de açazeiro.

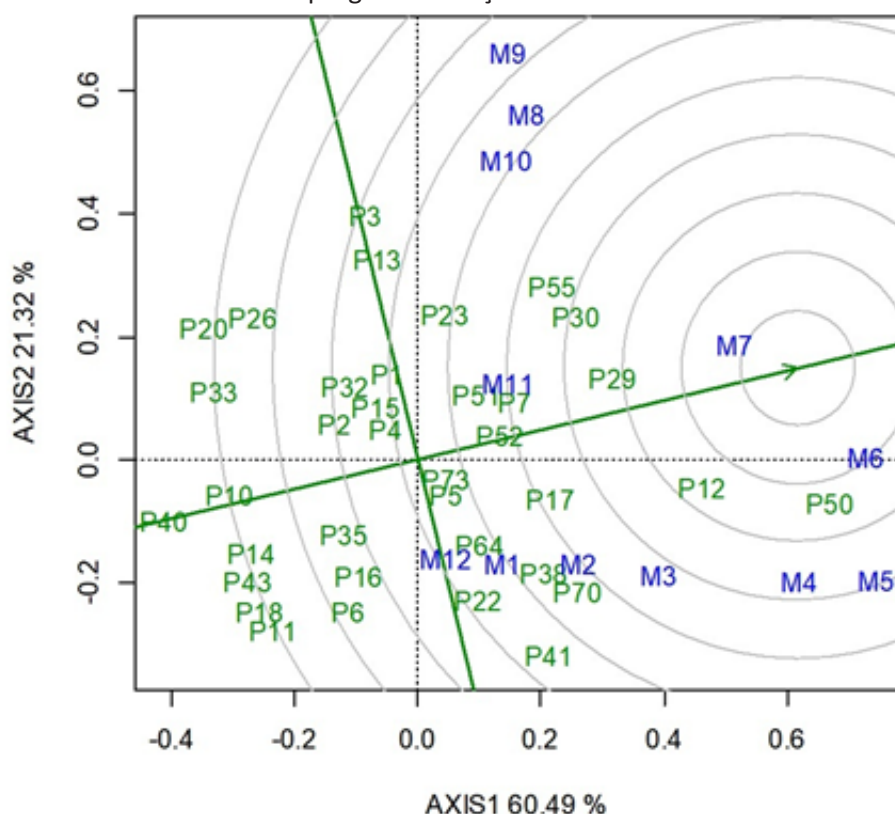


Um “ideótipo” representa a planta perfeita para determinado ambiente (meses), objetivo almejado pelo melhoramento genético, possuindo desempenho acima da média e alta estabilidade. A visualização do GGE biplot “Média versus Estabilidade” é uma ferramenta eficaz para avaliar as progênies nos aspectos de desempenho e estabilidade (Yan; Tinker, 2006; Yan et al. 2007; Yan 2011) e identificar aqueles que possam se aproximar do ideótipo. Na Figura 4 o ideótipo é representado pelo centro de todos os círculos concêntricos, e, deste modo, as melhores progênies são aquelas que estiveram nos círculos mais próximos do centro no eixo EAM.

Baseado nestas informações observa-se que nenhuma progênie representou o ideótipo neste conjunto de materiais genéticos nos dois primeiros círculos, passando ao terceiro círculo tem-se a progênie P50 e P12, portanto as mais promissoras, seguido por P29 e depois por P30, estes com melhor desempenho mas apresentando menores estabilidades entre o grupo de materiais genéticos e se comportando de forma similar ao de outras espécies como no trabalho de Aliyu et al. (2014) em cajueiros para número, peso e produtividade de amêndoas. Isso corre geralmente devido as plantas mais produtivas direcionarem maior esforço para os componentes de produção e menor para fatores de estabilidade, além de necessitarem de disponibilidade de fatores abiótico em maior quantidade, estando portanto mais sensíveis quanto a disponibilidade ou não dos mesmos (Hu et al, 2024).

Quanto à dispersão, que representa a variabilidade disponível para seleção dos materiais genéticos para as características FL, FV e TM em conjunto, o mesmo ocorreu neste conjunto de progênies, havendo dispersão entre os diferentes circuncírculos, semelhante a apresentada em morangueiro (Costa et al. 2016) e mandioca (PEPRAH et al. 2016), cujas médias dos genótipos não se concentraram próximo da média dos mega-ambientes (Figura 4).

Figura 4. GGE biplot com eixo do ambiente-média (EAM) para classificar os genótipos em relação ao ideótipo (no centro dos círculos concêntricos) teste para multivariada entre três características em progênies de açazeiro.



Fonte: os autores

Foi notada a presença de variabilidade genética, pois existem progênies com contribuições individuais distintas para a interação GxA, assim como também existem efeitos ambientais dos meses, importante para o melhoramento genético.

O diferente comportamento das progênies entre meses mostra que os meses de abril até julho com presença de pluviosidade e os dois primeiros meses de estiagem, agosto e setembro, devem ser priorizados nas avaliações, por permitir a diferenciação das progênies, não havendo mais alterações pois as plantas já se encontram em fase adulta e em plena capacidade produtiva.

Retornando às 76 progênies iniciais, com relação às selecionadas para a análise GGE biplot junto àquelas do dendrograma, deve se ressaltar que as progênies P50, P12, P29 e P30 que mais se aproximaram do ideótipo desejado e, portanto, foram as melhores, por si só, já representam o agrupamento, pois compuseram grupos com apenas uma progênie.

REFERÊNCIAS

Abu, N.E.; Uguru, M. I.; Obi, I. U. Genotype by trait relations of yield and yield components in aromatic peppers (*Capsicum annum*) based on GT biplot. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, **2011**, 3(14), 382-390.

Aliyu, O. M.; Adeigbe, O. O.; Lawal, O. O. Phenotypic stability analysis of yield components in Cashew (*Anacardium occidentale* L.) using additive main effect and multiplicative interaction (AMMI) and GGE biplot analyses. *Plant Breeding Biotechnology*, **2014**, 2(4), 354-369.

Citadin, I.; Scariotto, S.; Sacht, M. R.; Rosa, F. J.; Raseira, M. C. B.; Wagner Júnior, A. Adaptability and stability of fruit set and production of peach trees in a subtropical climate. *Scientia Agricola*, **2014**, 71(2), 133-138.

CLIMATE-DATA.ORG *Clima Mazagão*. **2025**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/amapa/mazagao-33758/#climate-graph>>. Acesso em: 11 jan 2025.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Açaí - Análise Mensal - Março/2020*. **2020**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>>. Acesso em: 22 jan 2025.

Costa, A. F.; Teodoro, P. E.; Bhering, L. L.; Leal, N. R.; Tardin, F. D.; Daher, R. F. Biplot analysis of strawberry genotypes recommended for the State of Espírito Santo. *Genetics and Molecular Research*, **2016**, 15(3), 1-9.

Coutinho, R. V. *A exploração do açaí como alternativa para o desenvolvimento econômico da Amazônia Legal: estudo de caso do estado do Pará (1990-2010)*. 86 p. **2017**. (Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Amazônia). Universidade Federal de Roraima.

Cruz, C. D.; Carneiro, P. C. S.; Regazzi, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético* (3. ed.). Viçosa: Editora UFV. **2014**. 668 p.

Dehghani, H.; Feyzian, E.; Jalali, M.; Rezai, A.; Dane, F. Use of GGE biplot methodology for genetic analysis of yield and related traits in melon (*Cucumis melo* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, **2012**, 92(1), 77-85.

Farias Neto, J. T. de; Yokomizo, G. K. I.; Oliveira, M. do S. P. de; Hongyu, K. GGE Biplot para estabilidade e adaptabilidade em progênies de açaizeiro de Anajás, PA. *Revista Agro@ambiente On-line*, **2018**, 12(1), 409-417.

Malosetti, M.; Ribaut, J. -M.; Eeuwijk, F. A. van. The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. *Frontiers in Physiology*, **2013**, 4, article 44.

Hongyu, K.; Silva, F. L.; Oliveira, A. C. S.; Sartl, D. A.; Araujo, L. B.; Dias, C. T. S. Comparação entre os modelos AMMI e GGE Biplot para os dados de ensaios multi-ambientais. *Revista Brasileira de Biometria*, **2015**, 33(2), 139-155.

Hu, Z.; Liu, H.; Yang, J.; Hua, B.; Bahn, M.; Pang, S.; Li, T.; Yang, W.; Wu, H.; Han, X.; Zhang, X. Tradeoff between productivity and stability across above- and below-ground communities. *Journal of Integrative Plant Biology*, **2024**, 66(11), 2321-2324.

Neves, L. T. B. C.; Campos, D. C. S.; Mendes, J. K. S.; Urnhani, C. O.; Araújo, K. G. M. Quality of fruits manually processed of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) and bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, **2015**, 37(3), 729-738.

Nogueira, A. K. M.; Santana, A. C. Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. *Revista Ceres*, **2016**, 63, 1.

Nogueira, A. K. M.; Santana, S. C.; Garcia, W. S. A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009. *Revista Ceres*, **2013**, 60(3), 324-331.

Peprah, B. B.; Agyeman, A.; Parkes, E.; Kwadwo, O.; Issac, A. K.; Emmanuel, O.; Labuschagne, M. T. Stability, agronomic performance and genetic variability of 10 cassava genotypes in Ghana. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, **2016**, 8(9), 157-167.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. **2020**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 abr 2025.

Ramalho, M. A. P.; Abreu, A. F. B.; Santos, J. B.; Nunes, J. A. R. *Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas*. **2012**, Lavras: UFLA. 305 p.

Silvestre, W. V. D.; Pinheiro, H. A.; Souza, R. O. R. M.; Palheta, L. F. Morphological and physiological responses of açaí seedlings subjected to diferente watering regimes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **2016**, 20(4), 364-371.

WEATHERSPARK *Condições meteorológicas médias de Mazagão – Brasil*. **2025**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/29784/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Mazag%C3%A3o-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 09 abr 2025.

Yan, W. Singular-value partitioning in biplot analysis of multi-environment trial data. *Agronomy Journal*, **2002**, 94(5), 990-996.

Yan, W. GGE Biplot vs. AMMI Graphs for Genotype-by-Environment Data Analysis. *Journal of the India Society of Agricultural Statistics*, **2011**, 65(2), 181-193.

Yan, W.; Hunt, L. A.; Sheng, Q.; Szlavnic, Z. Cultivar evaluation and Mega-environment investigation based on GGE biplot. *Crop Science*, **2000**, 40(3), 597-605.

Yan, W.; Kang, M. S. *GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists*. **2003**, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 271p.

Yan, W.; Kang, M. S.; Ma, B.; Woods, S.; Cornelius, P. L. GGE Biplots vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Science*, **2007**, 47, 643-655.

Yan, W.; Tinker, A. biplot analysis of multi environment trial data: principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, **2006**, 86(3), 623-645.

Yokomizo, G. K.-I.; Farias Neto, J. T. de; Oliveira, M. do S. P. de; Hongyu, H. Análise GGE biplot na avaliação de características de cachos em açaizeiros da região Amazônica. *Mundo Amazonico*, **2017**, 8, 1.