

## **DENDROGRAMA E GGE BILOT COMBINADOS PARA IDENTIFICAR ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE NOS MESES EM AÇAIZEIRO**

Gilberto Ken Iti Yokomizo<sup>1</sup>, João Tomé de Farias Neto<sup>2</sup>, Kuang Hongyu<sup>3</sup>, Francisco de Oliveira Cruz Júnior<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dr Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Amapá, Macapá – AP, Brasil, E-mail: [gilberto.yokomizo@embrapa.br](mailto:gilberto.yokomizo@embrapa.br); <sup>2</sup> Dr Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil; <sup>3</sup> Dr. Estatística, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá – MT, Brasil; <sup>4</sup> Msc. Biodiversidade Tropical, Instituto de Pesquisa Científicas e Tecnológicas do Amapá, Macapá – AP, Brasil.

**RESUMO:** O crescimento das exportações de polpa de açaí gerado pelo mercado internacional tem pressionado os programas de melhoramento a disponibilizar novas cultivares para atender esta demanda e minimizar a sazonalidade de produção. A avaliação de progênies é difícil devido ao quantitativo avaliado que atrapalha a análise gráfica. Esta pesquisa teve como objetivo verificar se há progênies promissoras, associando a análise multivariada, o agrupamento pelo dendrograma e a análise GGE Biplot. A área experimental foi instalada em blocos ao acaso com duas repetições e cinco plantas por parcela. As características avaliadas foram: lançamentos foliares por planta (FLF); cachos verdes por estipe (FV) e; tamanho do cacho (TM). Como conclusões tem-se que a combinação das análises estatísticas e gráficas é eficiente e necessária num quantitativo elevado de progênies; a melhor progênie é P29, seguida por P50, P12, P30, P17 e P51, em ordem de desempenho; a dispersão das progênies evidencia presença de variabilidade genética vital na seleção; os meses de dezembro, janeiro e fevereiro representam a média dos 12 meses e; o período prioritário nas avaliações é de abril até julho, com pluviosidade, e de agosto a outubro, com estiagem.

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

### ***DENDROGRAM AND GGE BILOT COMBINED TO IDENTIFY STABILITY AND ADAPTABILITY IN THE MONTHS IN AÇAIZEIRO***

**ABSTRACT:** *The growth of açai pulp exports generated by the international market has pressured breeding programs to make new cultivars available to meet this demand and minimize production seasonality. The evaluation of progenies is difficult due to the amount evaluated that hinders the graphic analysis. This research aimed to verify if there are promising progenies, associating multivariate analysis, grouping by dendrogram and GGE Biplot analysis. The experimental area was set up in randomized blocks with two replications and five plants per plot. The characteristics evaluated were: leaf releases per plant (FLF); green bunches per stipe (FV) and; bunch size (TM). The conclusions are that the combination of statistical and graphical*

*analyzes is efficient and necessary in a high number of progenies; the best progeny are P29, followed by P50, P12, P30, P17, and P51, in order of performance; the dispersion of progenies evidences the presence of vital genetic variability in selection; the months of December, January and February represent the average of the 12 months and; the priority period in the evaluations is from april to july, with rainfall, and from august to october, with drought.*

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

## INTRODUÇÃO

Recentes divulgações sobre as excelentes características das propriedades da polpa de açaí para utilização na suplementação vitamínica, seu poder antioxidante e como fonte energética, causou um interesse pelo mercado mundial refletindo em aumentos exponenciais de consumo. Por isso, além dos EUA que consomem acima de 70% do volume comercializado pelo Brasil, a polpa tem sido comercializada na Alemanha, Bélgica e Holanda, Países Baixos, Japão, Austrália, entre outros. Um dos entraves que impede a expansão do mercado, segundo a CONAB (2020) é a existência de entressafra no Pará, sendo o maior estado produtor, cuja ocorrência acontece no primeiro semestre. Sendo que o mercado consumidor internacional exige disponibilidade constante com volumes e ofertas permanentes, sem oscilações dentro do ano.

Esse processo de exportação desorganizado associado com a entressafra (janeiro a junho), conforme Nogueira et al. (2013) e Nogueira e Santana (2016), geraram uma pressão no mercado que reflete em elevação de preço do litro do produto ao consumidor local e também gerando uma população ociosa neste período (XIMENES et al., 2020). Para minimizar o impacto de preços ao consumidor e solucionar o crescimento da demanda pelo fruto e seus produtos derivados, tem surgido o interesse em desenvolver novas técnicas de manejo e produção do açaí, segundo Coutinho (2017), aumentando a produção e ampliando o período de safra anual.

Uma alternativa é a adoção do uso da irrigação e aplicação de adubos sobre um cultivo em terra firme (FARIAS NETO et al., 2011, SANTOS et al., 2012), que amplia a distribuição da safra durante o ano. conforme Sousa e Andrade (2018) faz com que a safra aconteça no período de março a agosto, com crescente até agosto,

com o início da entressafra entre setembro e outubro, e menor produção em janeiro. No açaí sem manejo a safra acontece de junho a agosto, com máximo em julho, assim, conforme os sistemas de manejo implantados há alteração nas épocas de safra e entressafra. Adicionalmente, a adoção de manejo em terra firme, facilita o manejo para os trabalhadores, pois as condições de terra firme são extremamente melhores do que as existentes nas várzeas (GALEÃO, 2017), porém a adoção deste manejo em terra firme ainda é restrito.

Sabendo-se da existência da sazonalidade gerada pelo ambiente o melhoramento genético deve buscar novos genótipos, com menor sensibilidade aos fatores ambientais, baseado em informações detalhadas sobre o comportamento individual de cada material, conseguindo-se caracterizá-lo e então subsidiar o processo de seleção dos melhores (SILVA et al., 2013). Estes efeitos sazonais segundo Miqueloni e Assis (2020) atrapalham em muito os programas de seleção genética. Complementarmente tem-se a afirmação de Sambugaro (2007) de que a resposta fenológica aos efeitos sazonais são adaptativas e geneticamente determinadas, portanto o melhoramento genético tem a capacidade de selecionar materiais dentre o grupo genético em estudo encontrando progênies que possam contornar o problema da sazonalidade.

Um aspecto que traz complicações a serem consideradas nas pesquisas de melhoramento genético é a presença de interação genótipos versus ambientes (GxA), que torna-se um dificultador no processo de seleção e recomendação de plantas que apresentem adaptabilidade e estabilidade a diferentes ambientes (CRUZ et al., 2014). Então em geral os programas de melhoramento genético sempre almejam encontrar materiais genéticos que tenham adaptação e estabilidade amplas e com isso podendo ser recomendados para locais heterogêneos (MALOSETTI et al., 2013), onde o açaí pode enquadrar-se.

Para se estudar a adaptabilidade e estabilidade existem diversas metodologias estatísticas, sendo que mais recentemente tem-se sobressaído o modelo gráfico GGE biplot desenvolvido por Yan et al. (2000), cujo modelo considera juntos o efeito principal dos genótipos e a interação genótipo e ambiente, facilitando a visualização do comportamento manifestado pelos genótipos quanto aos aspectos de adaptação e estabilidade para ambientes específicos (YAN, 2011).

Estudos referentes ao comportamento sazonal ou mensal em relação ao desempenho de progênies no decorrer do ano são inexistentes. O objetivo deste trabalho foi identificar utilizando dendogramas e GGE biplot, em uma população de açaizeiros, indivíduos que se mostrem superiores quanto a contribuição para as média e em relação a estabilidade e adaptabilidade ao longo do ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento compõe o programa de melhoramento genético de açaizeiro para produção de frutos no estuário amazônico, cujo plantio foi realizado numa área de várzea no Campo Experimental de Mazagão pertencente a Embrapa Amapá. O solo do local é tipo Gley Pouco Húmico de textura média, com média a alta fertilidade natural decorrente da deposição diária de sedimentos. Apresenta topografia plana e cobertura vegetal original é capoeira, com tipo climático que recebe a denominação de Ami conforme a classificação de Köppen, sendo tropical chuvoso. Dados pormerizados 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.

*Table 1. Total monthly precipitation (Prec, in mm), mean maximum temperatures (TMax, in °C), minimum (TMin, in °C), mean annual temperature (TMed, in °C) in Mazagão, AP, historical average between 1980 and 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	31,56	30,31	30,31	30,63	31,56	31,88	32,19	32,81	32,97	33,13	32,81	32,50
Tmin	23,44	23,44	23,75	24,06	24,06	23,85	23,75	24,06	23,97	24,06	24,38	24,31
Tmed	28,26	27,74	27,75	27,94	28,37	28,61	28,54	28,68	28,93	29,03	29,00	28,85

Adaptado de: WEATHERSPARK (2020)

As 76 progênies de açaizeiro em avaliação foram oriundas de coletas em populações nativas existentes na região oeste da Ilha de Marajó, onde a safra geralmente ocorre no inverno (dezembro a julho). O delineamento experimental da área foi blocos ao acaso com duas repetições e cada parcela representada por cinco indivíduos, plantadas no espaçamento de 4 x 5m. Este quantitativo de repetições foi adotado pela quantidade de progênies que alargou a área total de experimento.

As avaliações realizadas mensalmente no período de 2009 a 2013 foram baseadas nas características morfológicas: FLF – número de lançamentos foliares por planta (contagem por planta de folhas em formação, com a bainha foliar fechada); FV – número de cachos verdes por estipe (contagem de cachos que apresentam cachos verdes por estipe) e; TM - tamanho do cacho (valor atribuído a avaliação visual dos cachos, onde 1 é atribuído aos menores valores, e 7 para os maiores). A produtividade dos cachos não foi avaliada devido a problemas técnicos, portanto optou-se em utilizar como substituto deste parâmetro a característica TM.

A distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) foi adotada como medida de dissimilaridade para a realização da análise de agrupamento, conforme apresentando em Cruz et al. (2014). Para a estruturação do dendrograma a partir da matriz de dissimilaridade gerada, foi usada a metodologia do UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*). O agrupamento foi adotado para contornar um dos problemas existentes em avaliações de um quantitativo alto de progênies em análises gráficas (GGE Biplot), que gera plotagem dos resultados numa disposição aglomerada onde não se consegue distinguir os materiais genéticos.

A análise gráfica de estabilidade e adaptabilidade foi realizada pelo método GGE Biplot, que engloba em seu modelo o efeito proveniente de progênie (G) e da sua interação (GxA) com os meses (YAN et al., 2000), os quais são considerados de importância e, portanto, mantidos e considerados juntos na forma de dois termos multiplicativos, conforme modelo estatístico apresentado em Yan e Kang (2003).

Complementarmente estimou-se a relação de informação (RI) desenvolvida por Yan e Tinker (2006) para verificar se o modelo Biplot consegue exibir adequadamente os padrões de uma tabela com dupla entrada. Quando se obtém um PC (eixo da interação da análise de componentes principais) com  $RI \geq 1$ , então o eixo está contendo padrões (associações entre meses). Onde um gráfico Biplot com duas dimensões somente conseguem representar os padrões dos dados, se os dois primeiros eixos PCs apresentarem  $IR \geq 1$  ou próximo deste limite.

Todas as análises estatísticas e gráficas foram realizadas utilizando procedimentos do programa R versão 3.4.1 (R CORE TEAM, 2020).

## RESULTADOS

Para o dendrograma foi adotado como limite de dissimilaridade o valor de 0,240. Valor considerado para a composição de cada grupo, de qual se selecionou 35 progênes para a análise GGE Biplot.

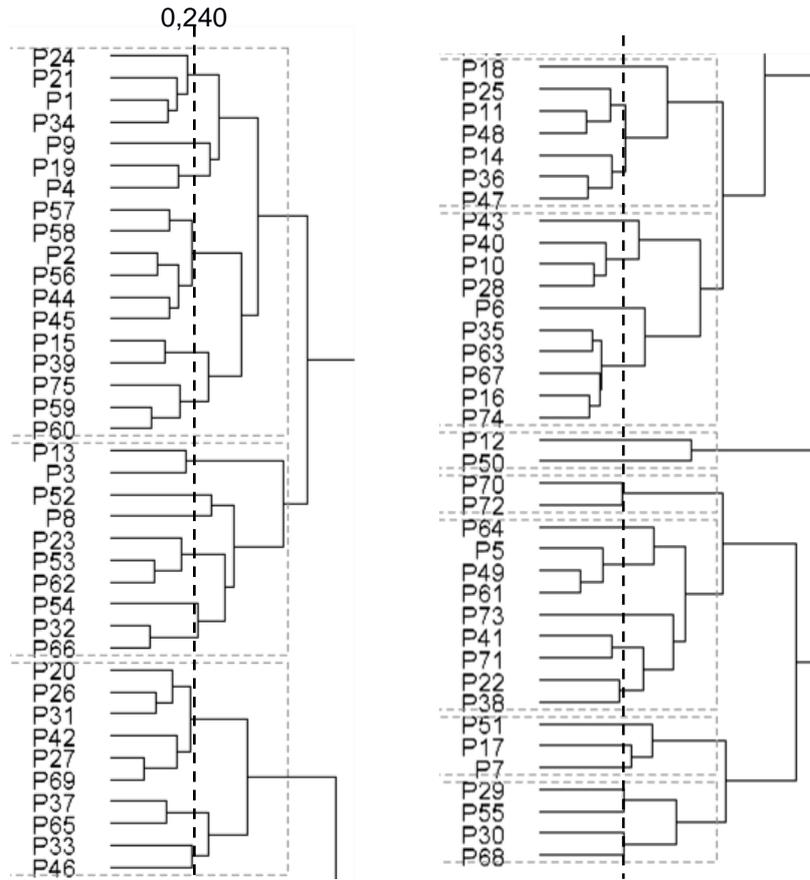


Figura 1. Agrupamento de 76 progênes de açazeiro pelo dendrograma usando o método de ligação média entre grupos (UPGMA) com base em três características morfológicas.

*Figure 1. Grouping of 76 açai palm progenies by dendrogram using the group mean linkage method (UPGMA) based on three morphological characteristics*

As progênes do experimento selecionadas com base no dendrograma para uso no GGE Biplot foram P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P14, P15, P16, P17, P18, P20, P22, P23, P29, P30, P32, P33, P37, P41, P43, P50, P51, P52, P54, P59, P64, P70 e P73. Na Tabela 2, a soma dos dois primeiros eixos para a variação explicada teve um percentual acumulado superior a 80% na multivariada. A relação de informação (RI) maior que 1 indica que a adoção de dois primeiros eixos para a análise gráfica é suficiente em representar todo o padrão dos dados.

Tabela 2. Valor singular, proporção explicada em % (PE %), proporção explicada acumulada em % (PA %) e relação de informação (RI), considerando os cinco primeiros componentes principais (PCs), em três características conjuntas de progênie de açazeiros.

Table 2. Single value, proportion explained in % (PE %), accumulated explained proportion in % (PA %) and information ratio (RI), considering the first five main components (PCs), in three joint characteristics of açai tree progenies

Parâmetros	Eixos Componentes				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Valor Singular	1,976	1,126	0,781	0,540	0,356
PE %	62,970	20,447	9,837	4,703	2,043
PA %	62,970	83,417	93,254	97,957	100,000
RI	3,148	1,022	0,492	0,235	0,102

Já sobre as análises gráficas, a Figura 2 (“which-won-where”) tem-se que as linhas que saem da origem do centro das retas do Biplot sugestionam que existe a composição de 11 setores ou mega-ambientes,

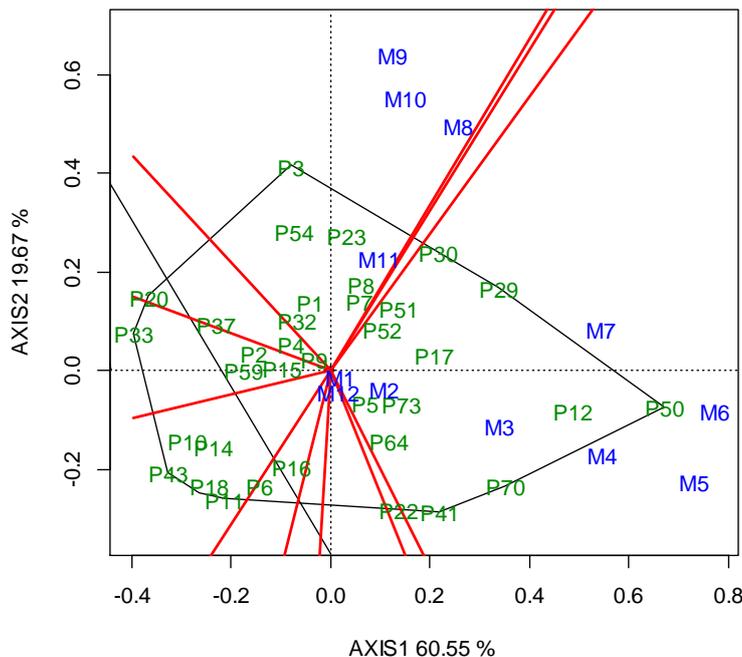


Figura 2. Indicação de quais progênie apresentaram melhor desempenho e em que ambientes pelo GGE biplot (“Which-won-where”) numa multivariada entre três características em progênie de açazeiro. As linhas que saem do centro da origem das retas do biplot delimitam setores que definem os mega-ambientes.

Figure 2. Indication of which progenies showed better performance and in which environments by the GGE biplot (“Which-won-where”) in a multivariate between three characteristics in açai palm progenies. The lines that leave the center of the origin of the biplot straights delimit sectors that define the mega-environments.

Na Figura 3 denomina-se “eixo do ambiente-média” uma linha possuindo uma seta, que representa um “ambiente-média”, classificaram-se as progênie quanto ao desempenho médio comparativamente em relação às demais, na sequência: P50 > P12 > P29 > P30 > P70 > ...> média geral >...> P11 > P20 > P18 > P10 > P33 > P43,

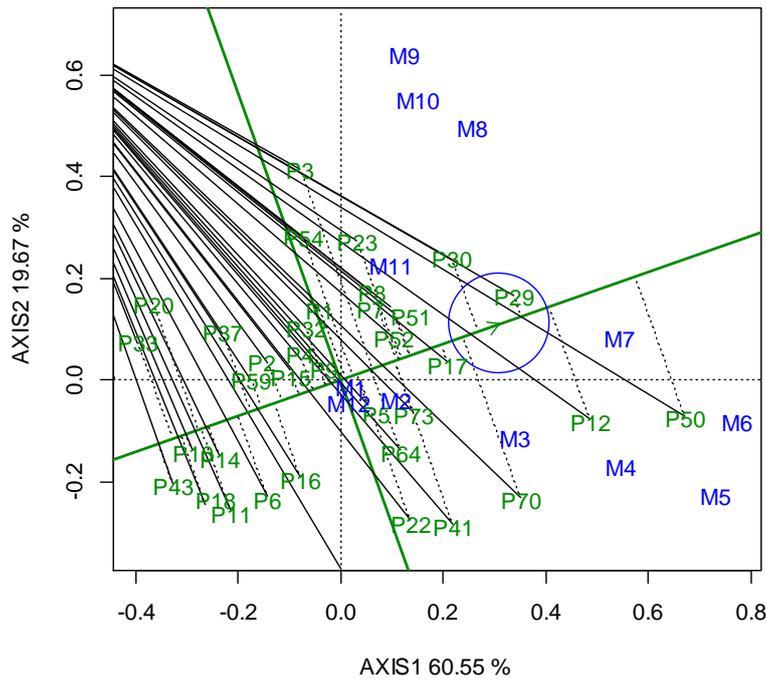


Figura 3. Desempenho médio e estabilidade das progênes pelo GGE biplot (“Média versus Estabilidade”) com eixo do ambiente-média (EAM) em progênes de açazeiro.  
 Figure 3. Average performance and stability of progenies by GGE biplot (“Average versus Stability”) with environment-average axis (EAM) in açai palm progenies.

Para a identificação de “ideótipos” tem-se o GGE biplot “Média versus Estabilidade” (Yan; Tinker, 2006; Yan et al. 2007; Yan 2011), representado na Figura 4, com destaque para as progênes P29, P50, P12, P30, P17 e P51.

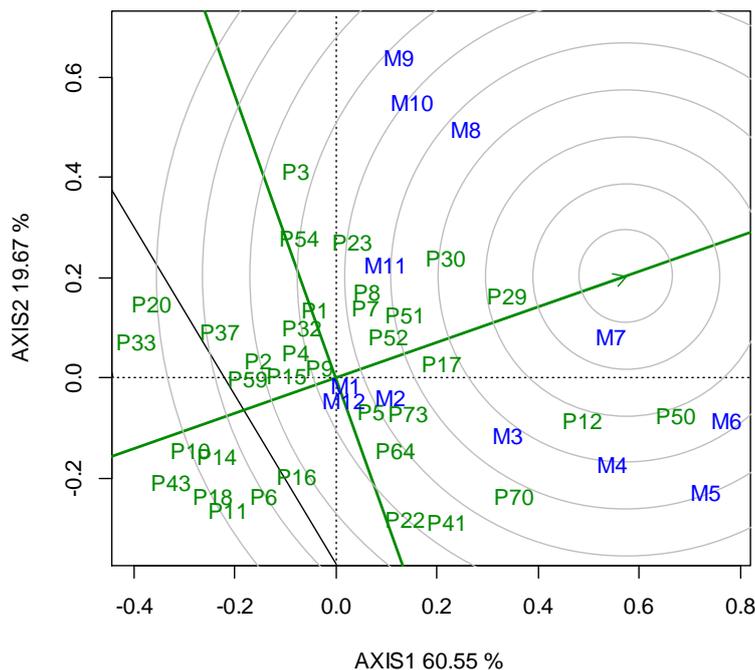


Figura 4. Classificação das progênes em relação ao ideótipo (no centro dos círculos concêntricos) pelo GGE biplot com eixo do ambiente-média (EAM) em progênes de açaizeiro.  
 Figure 4. Classification of progenies in relation to ideotype (in the center of concentric circles) by GGE biplot with environment-average axis (EAM) in açai palm progenies.

No GGE biplot da Figura 5, os meses que apresentam vetores mais longos são aqueles com maior capacidade discriminante em comparação às progênes. Em oposição quando os meses ou progênes apresentam vetores curtos tem-se menor capacidade discriminante, onde todos se assemelham (Hongyu et al. 2015). Com isso os meses com maior poder diferenciativo em relação às progênes (Figura 5) estão entre os meses de abril (M4) e outubro (M10). Excetua-se a progênie P50, que apresentou vetor mais longo em relação ao dos meses.

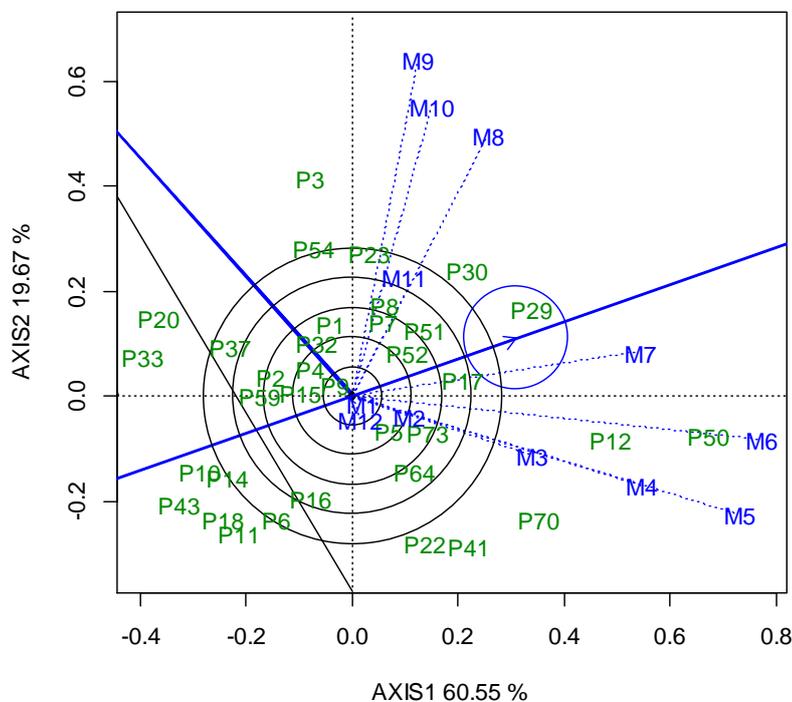


Figura 5. Capacidade de discriminação e representatividade dos ambientes de teste pelo GGE biplot "discriminação e representatividade" em progênes de açaizeiro.  
 Figure 5. Discrimination capacity and representativeness of test environments by the GGE biplot "discrimination and representativeness" in açai palm progenies.

Outra possibilidade de interpretação da Figura 5 é especificar meses que representam a média de todos os demais, como os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, que tiveram os menores ângulos com o eixo do ambiente-média, e são capazes de representar todos os demais.

Os gráficos GGE Biplots destacaram as progênes P29, P50, P12, P30, P17 e P51, quando se tentou a associação com os agrupamentos originais do dendrograma, infelizmente visualiza-se na Figura 1 relativo ao dendrograma que as superiores

compuseram grupos unitários, não havendo, portanto progênes adicionais a serem consideradas.

## DISCUSSÃO

A soma acima de 70% observada na Tabela 2 é considerada como possuidora de elevada confiabilidade para se explicar a variação total do comportamento relativo ao efeito genético (G) das progênes, juntamente com a interação com o efeito de meses (ambiente – A), simbolizado por  $G + G \times A$ . O que indica que o modelo com dois eixos é considerado próximo do comportamento real das progênes e dos contrastes entre os meses. O valor acumulado estimado nos dois eixos foi maior em comparação ao obtido para produção de frutos em açazeiros (YOKOMIZO et al., 2017; FARIAS NETO et al., 2018), podendo se considerar que os fatores ambientais não estimáveis, que atrapalham a precisão gráfica no GGE Biplots, não constituem parcela significativa das variações. Então o modelo aqui adotado tem alta confiabilidade, assemelhando-se à outras espécies amplamente domesticadas (ABU et al., 2011; DEGHANI et al., 2012; ALIYU et al., 2014; PEPRAH et al., 2016).

Na Figura 2 (“which-won-where”) os meses estão concentrados somente em dois mega-ambientes, com contribuições diferenciadas influenciando as distinções do desempenho das progênes. Pela localização no gráfico apenas a progênie P50 pode ser considerada superior em relação à contribuição para as médias, seguida das progênes P12, P70, P29 e P41, sem atentar aos aspectos de estabilidade.

Os meses se dispuseram em apenas dois mega-ambientes, divergindo de outras espécies, como em pimenteiras (Abu et al., 2011); em produção de frutos de pêsego por três anos (CITADIN et al., 2014); em morangueiro onde cada local foi responsável em gerar um mega-ambiente (COSTA et al., 2016) e em mandioca onde não houve dois locais compondo um mega-ambiente (PEPRAH et al., 2016). Há também progênes que se situaram em setores sem existência de ambientes ou meses, análogo ao citado por ALIYU et al. (2014), não havendo especificidade destes materiais genéticos com os fatores ambientais.

Houve progênes com ausência de estabilidade e de adaptabilidade a qualquer mês e, adicionalmente, também houve contribuições positiva ou negativa para a média. Quando se é avaliado um conjunto de genótipos em que não tenha sido efetuada seleção intensa e nem controle do cruzamento a presença de dispersão ou

variação é comum, comportamento também observado em pimenteira (ABU et al., 2011), para cajueiro (ALIYU et al., 2014), em pessegueiro (CITADIN et al., 2014), em morangueiro (COSTA et al., 2016) e para genótipos de mandioca (PEPRAH et al., 2016).

Na Figura 3, que representa o “ambiente-média” em consonância com o distanciamento perpendicular ao eixo PC1 (YAN, 2002; YAN, 2011), diversas progênes com melhor desempenho na média tiveram ausência de estabilidade, por exemplo tem-se as progênes P50, P12 e P70, o que pode torna-las indesejáveis mesmo apresentando valores médios superiores.

Na Figura 4 a melhor progênie foi a P29, mesmo localizada no terceiro circuncírculo, tendo como subseqüentes as progênes P50, P12, P30, P17 e P51 nos circuncírculos posteriores. Resultado similar à outras pesquisas cujos materiais genéticos com maior produtividade tiveram menor estabilidade (ALIYU et al., 2014). Nota-se a presença de dispersão, que espelha a variabilidade disponível para seleção, cujas médias dos genótipos se dispersaram longe da média geral dos mega-ambientes, similar aos resultados para morangueiro (COSTA et al., 2016) e mandioca (PEPRAH et al., 2016) .

O representado na Figura 5, quanto ao poder discriminativo dos meses, foi correlato ao obtido por Pehrah et al. (2016), para produtividade de mandioca, com a presença de ambientes com vetores mais compridos em relação ao dos genótipos, exceto pelo um único material genético (aqui sendo a progênie P50) com vetor mais longo que os vetores dos ambientes. Resultado similar ao de Aliyu et al. (2014) em cajueiro, porém sem a presença de genótipo com vetor mais longo em relação ao dos ambientes. Então tem-se que para as avaliações de campo para posterior seleção pelos programas de melhoramento genético os meses indicados são aqueles possuidores de vetores mais longos, no caso com maior destaque aos meses M5 e M6, sendo respectivamente maio e junho.

Na Figura 5, quanto à baixa representatividade dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro em relação aos demais, é indicativo que as diferentes condições climáticas atuantes em cada mês, produzindo distintos microclimas, obrigatoriamente precisam ser definidas, por gerar circunstâncias específicas, como por exemplo, diferentes precipitações mensais, diferentes temperaturas médias, máximas e

mínimas mensais (Tabela1), que influenciam diretamente na interação GxA, comportamento este, normal, similar ao obtido por Aliyu et al. (2014).

Ressaltando que caso a pesquisa deseje apenas selecionar as melhores progênes deve dar maior importância aos resultados da Figura 4, porém se desejar entender não apenas sobre o desempenho do material genético, mais sim de sua estabilidade e também como os ambientes atuam é importante o estudo empregando as Figuras 2, 3 e 5, complementando as informações.

Sobre o uso combinado da multivariada entre as características, do dendrograma e dos gráficos GGE Biplot tem-se que se mostram fundamentais quando o quantitativo de progênes é alto. Em análises gráficas como neste caso se fossem utilizadas as 76 progênes haveria a sobreposição de diversas, impedindo a adequada identificação destas e com isso não se conseguindo alcançar os resultados almejados, mas ao se aplicar o agrupamento pelo dendrograma, selecionando-se apenas 35 progênes a visualização gráfica ficou muito mais facilitada. Além disso, o uso de análise multivariada facilitou em muito a identificação das melhores progênes simultaneamente para as três características avaliadas, pois se fosse realizada a análise univariada o pesquisador iria obter dendrogramas e gráficos individualizados para cada característica, que em muitas situações mostram divergências de superioridade das progênes, não se conseguindo concluir sobre o comportamento do material genético. Desta forma a combinação das técnicas foi fundamental para facilitar a avaliação das progênes e de se atingir as conclusões deste trabalho.

## CONCLUSÕES

A combinação da multivariada, agrupamento pelo dendrograma e análise gráfica GGE Biplot é eficiente e necessária num quantitativo grande de progênes. A melhor progênie é P29, sendo a superior entre todas, acompanhada por P50, P12, P30, P17 e P51, em ordem de desempenho. A dispersão das progênes evidencia presença de variabilidade genética vital para seleção no melhoramento genético.

Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro representam a média dos 12 meses.

O período prioritário nas avaliações é de abril até julho (período de alta pluviosidade), e de agosto a outubro (período de estiagem).

## 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*, Nairobi, v.3, n.14, p.382-390, 2011.
- 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*, Suwon, v.2, n.4, p.354-369, 2014.
- CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; SACHET, 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*, Piracicaba, v.71, n.2, p.133-138, 2014.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Açai - Análise Mensal - Março/2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>>. Acesso em: 22 jul 2021.
- 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*, Ribeirão Preto, v.15, n.3, p.1-9, 2016.
- 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. 668p.
- 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*, Ottawa, v.92, n.1, p.77-85, 2012.
- 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@mbiente On-line*, Boa Vista, v.12, n.1, p.409-417, 2018.
- FARIAS NETO, J.T.; RESENDE, M.D.V.; OLIVEIRA, M.S.P. Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.33, n.1, p.532-539, 2011.

GALEÃO, P. Potencialidades e limites da cadeia de valor do açaí em boca do Acre. Instituto Internacional de Educação do Brasil. 14 p.. Março 2017. Disponível em: <[http://www.fundovale.org/wp-content/uploads/2017/10/2\\_acai\\_bocadoacre.pdf](http://www.fundovale.org/wp-content/uploads/2017/10/2_acai_bocadoacre.pdf)>.

Acesso em: 28 jul 2021.

HONGYU, K.; SILVA, F.L.; OLIVEIRA, A.C.S.; SARTI, 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*, Curitiba, v.33, n.2, p.139-155, 2015.

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*, Lausanne, v.4, article 44, 2013.

MIQUELONI, D. P.; ASSIS, G. M. L. de. Amendoim forrageiro: principais características, uso e melhoramento genético. In: KRAHL, G. (Org.). *Docência, pesquisa e liderança em zootecnia*. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. p.1-27.

NOGUEIRA, A.K.M.; SANTANA, A.C. de Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 63, n.1, 2016.

NOGUEIRA, A.K.M.; SANTANA, S.C. de; GARCIA, W.S. A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009. *Revista Ceres*, Viçosa, v.60, n.3, p.324-331, 2013.

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*, Nairobi, v.8, n.9, p.157-167, 2016.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020. Disponível em:<<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 abr 2021.

SAMBUGARO, R. Estágios foliares, fenologia da seringueira (*Hevea spp.*) e interação com *Microcyclus ulei* (mal das folhas). 94 p., 2007. (Tese em Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

SANTOS, J.C.; SENA, A.L.S.; HOMMA, A.K.O. Viabilidade econômica do manejo de açaiçais no estuário amazônico do Pará. In: GUIDUCCI, R.C.N.; LIMA FILHO, J.R.; MOTA, M.M. (eds.). *Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários*.

- Brasília: Embrapa, 2012. p.351-409. Disponível em: <<http://sigla=ac&tema=extracaovegetal2015>>. Acesso em: 25 jul 2021.
- SILVA, G. A. P.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; PERINA, E. F.; CARBONE, S. A. M. Análise da adaptabilidade e estabilidade de produção em ensaios regionais de feijoeiro para o Estado de São Paulo. *Revista Ceres*, Viçosa, v.60, p. 59-65, 2013.
- SOUSA, P.C.; ANDRADE, V.M.S. Potencialidade na produção de Euterpe oleracea Mart (Açaí) em comunidades tradicionais na Amazônia”, *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, p.1-13, 2018.
- WEATHERSPARK Condições meteorológicas médias de Mazagão – Brasil. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/29784/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Mazag%C3%A3o-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 09 jul 2021.
- XIMENES, L.C.; GAMA, J.R.V.; BEZERRA, T.G.; CRUZ, G.S. Importância do açaí na renda mensal da comunidade quilombola Murumuru em Santarém, Pará. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aracaju, v.11, n.2, p.36-42, 2020.
- YAN, W. Singular-value partitioning in biplot analysis of multi-environment trial data. *Agronomy Journal*, Madison, v.94, n.5, p.990-996, 2002.
- YAN, W. GGE Biplot vs. AMMI Graphs for Genotype-by-Environment Data Analysis. *Journal of the India Society of Agricultural Statistics*, New Delhi, v.65, n.2, p.181-193, 2011.
- YAN, W.; HUNT, L. A.; SHENG, Q.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and Mega-environment investigation based on GGE biplot. *Crop Science*. Madison, v.40, n.3, p.597-605, 2000.
- YAN, W.; KANG, M. S. *GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2003. 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*, Madison, v.47, p.643-655, 2007.
- YAN, W.; TINKER, A. biplot analysis of multi environment trial data: principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.86, n.3, p.623-645, 2006.
- 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*, Bogotá, v.8, n.1, 2017.