UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

GLÁCIA MARIA DE ALENCAR PONTES

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE UVA DE MESA NO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO

Petrolina – PE
2022

GLÁCIA MARIA DE ALENCAR PONTES

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE UVA DE MESA NO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Profa. Dra. Francine Hiromi Ishikawa

Coorientadora: Dra. Patrícia Coelho de Souza Leão

Petrolina – PE

2022

Pontes, Glácia Maria de Alencar

P814a Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de uva de mesa no vale do submédio do São Francisco. / Glácia Maria de Alencar Pontes. – Petrolina-PE, 2023.

xi, 62 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2023.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Francine Hiromi Ishikawa.

Inclui referências.

1. Uva. 2. Cultura da videira. 3. Plantas - Melhoramento genético. I. Título. II. Ishikawa, Francine Hiromi. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.8

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF.
Bibliotecária: Andressa Laís Machado de Matos CRB – 4/2240.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Glácia Maria de Alencar Pontes

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE UVA DE MESA NO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 28 de fevereiro de 2023.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
FRANCINE HIROMI ISHIKAWA
Data: 11/05/2023 09:17:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Profª. Drª. Francine Hiromi Ishikawa (CEAGRO/UNIVASF)
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
gov.br
PATRICIA COELHO DE SOUZA LEAO
Data: 14/05/2023 21:47:53-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Drª. Patrícia Coelho de Souza Leão (EMBRAPA SEMIÁRIDO)
(Coorientadora)

Documento assinado digitalmente
gov.br
ALEXSANDER LUIS MORETO
Data: 11/05/2023 16:02:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Dr. Alexsander Luís Moreto (EPAGRI)

Documento assinado digitalmente
gov.br
IZAIAS DA SILVA LIMA NETO
Data: 11/05/2023 14:17:49-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Dr. Izaías da Silva Lima Neto (CEAGRO/UNIVASF)

Ao meu Pai Celestial, o maior orientador da minha vida, que através de Jesus Cristo, enviou o Espírito Santo para realizar constantes intervenções e assim concluirmos o nosso projeto e aos meus familiares, especialmente os meus pais Celso e Francisca (in memoriam), pilares da minha formação como ser humano.

OFEREÇO E DEDICO

"Mas os que esperam no Senhor, adquirirão sempre novas forças, tomarão asas como de águia, correrão e não se cansarão, andarão e não desfalecerão".

(Isaías 40:31)

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, Jesus Cristo e ao Espírito Santo pela dádiva da vida, por me tornar mais forte na conquista desse projeto.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias (CCA/UNIVASF), pela oportunidade de cursar o Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal, seu corpo docente, direção e administração.

A EMBRAPA Semiárido por me proporcionar todas as condições de realizar minha pesquisa. A seus funcionários, direção e administração. Bem como todos os coordenadores, funcionários e estagiários do laboratório da Pós-colheita, onde mantive uma constância no meu trabalho. Assim como, zeladores e pessoas envolvidas nos serviços gerais pelo cuidado, carinho e dedicação no trabalho que executam. A todas as fazendas parceiras que me permitiu a realização de parte dos experimentos nos diversos campos experimentais.

Aos meus pais Celso e Francisca (in memoriam), pessoas que eu tanto amei e que me deixaram um legado de ensinamentos, dos quais irei levar por toda a minha vida. Minha mãe pela existência e pela dedicação e ao meu pai pela força e por ter acreditado nos meus ideais de vida.

Ao meu esposo e amigo Carlos Augusto Pontes, por ter negado a si mesmo e me apoiado em prol desse sonho.

Aos meus filhos Caio Glauco, Túlio Gabriel e Camila Victória. Vocês são meu porto seguro e inspiração para todas as ações que desejo realizar, inclusive esta obra.

As minhas netas Yasmin, Ana Clara e Ana Sofia, expressão maior do amor de Deus em minha vida, extensão do amor de Camila e Danyel e de Caio e Letícia.

Ao meu irmão Francisco e minhas manas Gicélia e Girlene. Meu carinho especial a minha mana Girlene, pela inspiração e orientação para realização dessa conquista.

A todos os meus alunos. Vocês são fonte de inspiração pela minha vontade de aprender mais e de repassar conhecimento, em prol de um mundo melhor para vivermos.

A professora Dra. Francine Hiromi Ishikawa que além de orientadora e professora foi guiada por Deus para me orientar, incentivar e aconselhar quando necessário ao longo do período do mestrado, apoio que foi primordial para essa conquista.

A Dra. Patrícia Coelho de Souza Leão pela coorientação, incentivo, suporte e apoio, bem como, disponibilizar toda a estrutura da Embrapa Semiárido para a realização dos experimentos e análises.

Aos colegas e estagiários da equipe da Dra. Patrícia que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização da nossa pesquisa de campo. Em especial Carlos Oliveira que foi um amigo, orientador e parceiro na realização desse trabalho.

Aos amigos Matheus Oliveira da UFRPE e Erivaldo do LAT/UFPB-PB, que além de grandes profissionais, foram colaboradores com as análises estatísticas, desde o início até a finalização desse trabalho.

Aos primos Olegário, Alacoque, Cristina, Ronaldo e familiares, por abrirem as portas de suas residências para me acolher, sempre que eu precisei. Vocês são bençãos na minha vida.

RESUMO

O Vale do Submédio do São Francisco é o principal polo de exportação de uvas de mesa do país. A demanda por tecnologia tem acompanhado esse crescimento, especialmente no que se refere a novas cultivares que atendam tanto ao mercado interno, quanto ao externo, com uvas de alta qualidade. A avaliação de híbridos de videira através da adaptabilidade e estabilidade permitem a seleção de potenciais parentais para futuras hibridações, bem como, a seleção de genótipos com potencial para cultivo comercial adaptados à região do semiárido brasileiro. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de seleções avançadas de uva de mesa quanto à adaptabilidade e estabilidade em distintos locais na região do Vale do Submédio São Francisco. O trabalho de pesquisa foi realizado em cinco empresas produtoras de uva localizadas nos municípios de Petrolina/PE, Juazeiro/BA e Casa Nova/BA. Cinco seleções avançadas de uvas de mesa obtidas pelo programa de melhoramento da Embrapa 'Uvas do Brasil' e que se encontram na etapa final de validação, foram caracterizadas em relação a produtividade e características físico-químicas dos frutos. Foram avaliados três ciclos de produção, no segundo semestre de 2021, e no ano de 2022. As variáveis escolhidas para a seleção individual dos genótipos foram produção por planta (PR), em kg planta^{-1} e o teor de sólidos solúveis totais (SS) em ºBrix. Foi realizada a Análise de Variância em esquema fatorial triplo 5x5x3, com cinco seleções, cinco ambientes e três ciclos, respectivamente, com 1 e 5% de significância pelo teste F, em conjunto ao teste de Tukey à 5%, para as demais características avaliadas. As demais análises estatísticas foram as metodologias REML/BLUP de estabilidade (HMGV), adaptabilidade (RPGV), e adaptabilidade e estabilidade associadas (HMRPGV) pelo teste razão de verossimilhança (LRT) via teste qui-quadrado (χ^2), AMMI, WAASB e WAASBY, realizadas no pacote Metan do Software R Core Team, ao nível de probabilidade de erro de 5%. A análise de variância para os ambientes em relação as variáveis PR (kg.planta^{-1}) e SS (ºBrix) revelou significância estatística a 1% pelo teste F, para os genótipos em todos os ambientes, com exceção do FANC3, demonstrando assim um comportamento discrepante entre as seleções nos ambientes. A acurácia obtida acima de 0,9 para a maioria dos ambientes revela excelente qualidade experimental. Os métodos HMVG, RPVG e HMRPGV discriminaram bem as seleções mais produtivas e com alta adaptabilidade e estabilidade, indicando que podem ser utilizadas no melhoramento de videira. Na análise AMMI houve significância à 1% de probabilidade pelo teste F para os genótipos, ambientes e a interação G x A entre as seleções para ambas as variáveis, demonstrando assim que existe uma diferença estatística entre as seleções. Os métodos AMMI, REML/BLUP, WAASB e WAASBY apresentaram ranqueamentos eficientes para escolha pela combinação do desempenho e performance das seleções. Destacam-se as seleções 45 e 54 a partir da análise de três ciclos de produção, pois apresentaram valores elevados para adaptabilidade e estabilidade em termos de produção. Para teor de sólidos solúveis foi a seleção 81, sendo que esta pode servir de base em um desenvolvimento de cultivar que vise uma maior concentração de sólidos solúveis. A partir dos resultados obtidos em condições edafoclimáticas abrangentes na região, é possível considerar as seleções 45 e 54 com potencial para lançamento de nova cultivar altamente produtiva de uva sem sementes para as condições do Submédio do Vale do São Francisco.

Palavras-chave: BLUP. HMRPGV. Produção. Sólidos solúveis. Adaptabilidade e Estabilidade.

ABSTRACT

The São Francisco Valley is the main export hub for table grapes in the country. The demand for technology has accompanied this growth, especially with regard to new varieties that serve both the domestic and foreign markets, with high quality grapes. The evaluation of grapevine hybrids through adaptability and stability allows the selection of potential parents for future hybridizations, as well as the selection of genotypes with potential for commercial cultivation adapted to the Brazilian semi-arid region. The objective of this study was to evaluate the behavior of advanced table grape selections in terms of adaptability and stability in different locations in the region of the Submédio São Francisco Valley. The research work was carried out in five grape producing companies located in the municipalities of Petrolina/PE, Juazeiro/BA and Casa Nova/BA. Five advanced selections of table grapes obtained by the breeding program of Embrapa 'Uvas do Brasil' that are in the final stage of validation, were characterized in relation to productivity and physical-chemical characteristics of the fruits. Three production cycles were evaluated, in the second half of 2021, and in the year 2022. The variables chosen for the individual selection of genotypes were production per plant (PR), in kg plant-1 and total soluble solids (SS) in ºBrix. The Analysis of Variance was performed in a 5x5x3 factorial scheme, with five selections, five environments and three cycles, respectively, with 1 and 5% of significance by the F test, together with the Tukey test at 5%, for the other characteristics evaluated. The other statistical analyzes were the REML/BLUP methodologies of stability (HMGV), adaptability (RPGV), and associated adaptability and stability (HMRPGV) by the likelihood ratio test (LRT) via the chi-square test (χ^2), AMMI, WAASB and WAASBY, carried out in the Metan package of the R Core Team Software, at a 5% error probability level. The analysis of variance for the environments in relation to the variables PR ($kg.plant^{-1}$) and SS (ºBrix) revealed statistical significance at 1% by the F test, for the genotypes in all environments, with the exception of FANC3, thus demonstrating a discrepant behavior between selections in environments. Accuracy above 0.9 for most environments reveals excellent experimental quality. The HMVG, RPVG and HMRPGV methods well discriminated the most productive selections with high adaptability and stability, indicating that they can be used in grapevine improvement. In the AMMI analysis, there was significance at 1% probability by the F test for the genotypes, environments, and the G x A interaction between the selections for both variables, thus demonstrating that there is a statistical difference between the selections. The AMMI, REML/BLUP, WAASB and WAASBY methods presented efficient rankings for choosing by combining the performance and performance of the selections. Selections 45 and 54 stand out from the analysis of three production cycles, as they presented high values for adaptability and stability in terms of production. For soluble solids content, selection 81 was selected, which can serve as a basis for developing a cultivar aimed at a higher concentration of soluble solids. Based on the results obtained under broad edaphoclimatic conditions in the region, it is possible to consider selections 45 and 54 as having the potential to launch a new highly productive cultivar of seedless grapes for conditions in the Sub-Medium of the São Francisco Valley.

Keywords: BLUP. HMRPGV. Production. Soluble solids. Adaptability and Stability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Seleções avançadas de Uvas de Mesa, obtidas pelo Programa de Melhoramento 'Uvas do Brasil' da EMBRAPA: (45-A), (54-B), (64-C), (80-D), (81-E), avaliadas em testes de validação em 5(cinco) fazendas durante 3(três) ciclos de produção nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA. 28

Figura 2. Localização geográfica das Fazendas.....29

Figura 3. Análise AMMI Biplot da variável Produção (PR) (kg) obtidos a partir da decomposição da matriz de BLUP para estudo da adaptabilidade, considerando cinco seleções de uvas de mesa avaliadas em cinco ambientes, em três ciclos de produção.....50

Figura 4. Análise AMMI Biplot do caractere teor de sólidos solúveis totais (ºBrix) obtidos a partir da decomposição da matriz de BLUP para estudo da adaptabilidade, considerando cinco seleções de uvas de mesa testados em cinco ambientes em três ciclos de produção.....50

Figura 5. Valores estimados de WAASBY da variável PR (kg) (a) e SS (ºBrix) (b) para cinco seleções de uvas de mesa, considerando a percentagem de 50% estabilidade e 50% performance submetidos a cinco ambientes em três ciclos de produção.....52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características dos genótipos (seleções avançadas) 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Locais e épocas de colheita em três ciclos de produção.....29

Tabela 2. Municípios, fazendas, siglas com ciclos de produção e relação dos números dos gráficos com os números das seleções.....33

Tabela 3. Análise da variância para as variáveis massa do cacho (MC), em g; número de cachos por planta (NC); comprimento (CC) e largura (LC) de cachos, em cm; massa da baga (MB), em g; comprimento (CB) e diâmetro de baga (DB), em mm; sólidos solúveis totais (SS); em ºBrix e acidez titulável (AT) em % em ácido tartárico, ratio (SS/AT) e firmeza em Newton (N) de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.....33

Tabela 4. Teste de Médias para o desdobramento genótipos dentro da combinação dos níveis de ambientes e de ciclo para as variáveis Produção por planta (PR) número de cachos (NC), massa de cachos (MC), comprimento de cachos (CC), largura de cachos (LC), comprimento de baga (CB), sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT), relação ºBrix/AT e Firmeza da baga de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.....35

Tabela 5. Análise da variância individual para a produção por planta (kg) de cinco seleções de uvas de mesa testados em cinco ambientes, em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova-BA.....41

Tabela 6 Análise da variância individual para o teor de sólidos solúveis totais (^{0}Brix) de cinco seleções de uvas de mesa testados em cinco ambientes, em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova-BA.....41

Tabela 7. Performance relativa e ranqueamento para Produção por planta (PR, kg) utilizando a estimativas de estabilidade (HMGV), HMGV_R, adaptabilidade (RPGV) RPGV-Y, RPGV_R, WAASB e WAASB_R de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.....43

Tabela 8. . Performance relativa e ranqueamento para o teor de sólidos solúveis totais (0Brix) de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.....45

Tabela 9. Estimativa dos componentes da variância e de média para a produção por planta (kg) pelos métodos AMMI e REML/BLUP de cinco seleções de uvas de mesa testados em cinco ambientes, em três ciclos de produção, em Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova – BA 48

Tabela 10. Estimativa dos componentes da variância e de média para o teor de sólidos solúveis totais (^{0}Brix) pelos métodos AMMI e REML/BLUP de cinco seleções de uvas de mesa testados em cinco ambientes, em três ciclos de produção, em Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova – BA.....48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13
2 REVISÃO DE LITERATURA 15
2.1 Classificação botânica, origem e dispersão geográfica 15
2.2 Importância econômica da cultura da videira 16
2.3 Melhoramento genético da videira 17
2.4 Parâmetros de qualidade e produtividade 19
2.4.1 Cor, dimensões e firmeza 19
2.4.2 Teor de sólidos solúveis totais 20
2.4.3 Acidez titulável 21
2.4.4 Relação teor de sólidos solúveis totais / acidez titulável 21
2.5 Interação genótipos x ambientes 22
2.6 Adaptabilidade e estabilidade 24
3. MATERIAL E MÉTODOS 27
3.1 Genótipos 27
3.2 Ambientes 28
3.3 Caracterização das áreas experimentais e variáveis analisadas 29
3.4 Análises estatísticas 30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 33
5. CONCLUSÃO 53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

1. INTRODUÇÃO

A viticultura desempenha um papel importante para a cadeia produtiva da agricultura irrigada no Nordeste brasileiro. É um dos cultivos de frutíferas com maior rentabilidade do mundo, e isso se deve ao valor de exportação, rendimento e diversidade das uvas. Em 2021 tinha uma área cultivada de 14.300 ha, passando para 15.300 ha em 2022. Com um aumento de 7% em áreas concentradas no Submédio do Vale do São Francisco (HF-BRASIL,2023).

No Brasil a exportação de uvas bateu recorde em 2021, com volumes exportados de 76,6 mil t, resultando em uma receita de US$ 155,9 milhões. Superando em 56% quando comparado ao ano anterior, sendo a Europa seu principal destino. O Vale do Submédio São Francisco é o principal polo produtor e exportador de uvas finas de mesa do país. (COMEXSTAT, 2022). O cultivo da videira tem um importante papel social, pois gera até cinco empregos diretos por hectare, além de sua importância econômica (LEÃO, 2021).

O melhoramento de plantas é uma das mais importantes e valiosas estratégias para aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos agrícolas de forma sustentável e ecologicamente equilibrada. É considerada como ciência e arte, pois, desde os tempos mais remotos de domesticação das espécies, era realizado pelos agricultores que selecionavam as sementes dos tipos mais desejáveis para a propagação (LEÃO; BORGES, 2009).

A compreensão da manifestação fenotípica em um determinado ambiente, dá-se pelos resultados da ação do genótipo sob influência do meio. No entanto, quando se considera uma série de ambientes, percebe-se, além dos efeitos de genótipos e de ambientes, um efeito adicional, proporcionado pela interação dos mesmos (CRUZ e REGAZZI, 1997). Essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais e é denominada interação genótipos x ambientes (G x A) (CRUZ e REGAZZI, 1997; RAMALHO et al., 2000; CRUZ e CARNEIRO, 2003). Nesse caso, o comportamento relativo dos genótipos depende, fundamentalmente, das condições ambientais a que estão submetidos.

A interação G x A pode causar aos melhoristas uma certa dificuldade na identificação de genótipos superiores, seja no momento da indicação de cultivares, seja por ocasião da seleção. Assim, a avaliação da interação G x A torna-se de grande importância no melhoramento de plantas, pois, no caso de sua existência, há possibilidades de um genótipo ser melhor em um ambiente e em outro não (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Existem vários métodos para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos, que são complementares à análise de variância individual e conjunta dos dados experimentais resultantes de ensaios realizados em uma série de ambientes (CRUZ, 2001; CRUZ e CARNEIRO, 2003). Esses métodos devem ser empregados quando ocorre interação G x A (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992; CRUZ e REGAZZI, 1997; CRUZ, 2001; CRUZ e CARNEIRO, 2003).

A adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos tirarem vantagem do ambiente onde estão inseridos e a estabilidade diz respeito à capacidade de os genótipos demonstrarem comportamentos altamente previsíveis de acordo com o estímulo do ambiente (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Estudos sobre adaptabilidade e estabilidade têm sido rotineiramente utilizados na recomendação de cultivares em diversas culturas no Brasil e no mundo. Com relação à cultura da videira, não existem referências na literatura científica internacional de estudos que considerem adaptabilidade e estabilidade como parâmetros para a indicação de genótipos no processo de desenvolvimento de novas cultivares. Portanto, esse trabalho será inédito e pioneiro para estes estudos no melhoramento genético da videira. O mesmo tem grande importância, pois poderá atender as necessidades do produtor, uma vez que o melhoramento genético envolve a seleção de características agronômicas adequadas ao interesse do produtor, com regularidade na expressão gênica. Assim, estudos envolvendo a adaptabilidade e estabilidade do material selecionado são importantes para a obtenção de um material genético que mantenha essas características selecionadas ao longo de vários anos e em diversos ambientes.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de seleções avançadas de uvas de mesa para verificar seu comportamento diferencial, em face das variações ambientais quanto aos parâmetros genéticos de

adaptabilidade e estabilidade em distintos locais na região do Submédio do Vale do São Francisco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Classificação botânica, origem e dispersão geográfica

O gênero *Vitis* faz parte da família Vitaceae, que abrange mais de 90 espécies, as de origem americana (*Vitis labrusca* L.) e europeia (*Vitis vinífera* L.) são destacadas pelo valor econômico (TEIXEIRA et al., 2002).

Vitis vinífera, também conhecida como videira europeia, é um arbusto perene, lenhoso, caducifólio, sarmentoso e trepador, que necessita de um sistema de suporte para conduzir o crescimento dos ramos, e que permita uma boa penetração de luz no dossel, otimizando sua capacidade fotossintética, através do equilíbrio entre a área foliar e o fruto. Suas flores podem ser hermafroditas ou de sexos separados e possui fruto do tipo baga (POMMER et al., 2003). Essa espécie surgiu há aproximadamente 300 mil anos no Cáucaso e seu centro de dispersão está localizado na Eurásia, onde se difundiu pela Ásia Menor, Oriente Médio e costas do Mediterrâneo (GIOVANNINI, 2014).

Há indícios de que o cultivo e a domesticação da videira tenham ocorrido entre o sétimo e o quarto milênio na região entre o Mar Negro e o Irã. A partir desta região, a videira foi disseminada pelos humanos para o Oriente Próximo, Oriente Médio e Europa Central (TERRAL et al., 2010).

A partir do seu local de origem, a dispersão da videira ocorreu em função das rotas comerciais das principais civilizações (fenícios, gregos e romanos). Os romanos estabeleceram as bases da vitivinicultura para fornecer vinho a todo o Império Romano e levaram a quase toda Europa. Após a sua queda, a produção de uva e de vinho passou a ser associada à fé cristã, devido ao vinho ser um ingrediente necessário para a consagração da missa. No Novo Mundo, *V. vinífera* foi trazida, principalmente, por navegações espanholas e portuguesas (THIS et al., 2006).

No Brasil as primeiras videiras cultivadas foram de origem europeia e introduzidas por colonizadores portugueses no ano de 1532. Materiais propagativos das cultivares produzidas na Ilha da Madeira, Portugal (SOUSA,0 1969; DEBASTIANI *et al*., 2015), chegaram ao país através de Martim Afonso de

Souza. No entanto, foi no século XIX que a viticultura se solidificou no cenário nacional, onde o marco foi a introdução da cultivar americana Isabel (*Vitis labrusca*) pelos imigrantes italianos, ocorrendo a substituição das uvas europeias por americanas nos vinhedos nacionais (CAMARGO *et al*., 2010).

2.2. Importância econômica da cultura da videira

Grandes mudanças na cadeia produtiva de uvas de mesa foram observadas nas últimas décadas. O mercado tem se destacado com a diversificação de cultivares e aumento da oferta de uvas sem sementes. Um número superior a 20 cultivares de uvas de mesa são cultivadas na região do Submédio do vale do São Francisco, cultivares estas desenvolvidas pela Embrapa e empresas privadas internacionais de melhoramento genético. As novas cultivares tem um papel importante nas mudanças observadas no sistema de produção, com impacto positivo na rentabilidade econômica e fortalecimento da cadeia produtiva desta região produtora (LEÃO, 2021).

É um dos cultivos de frutíferas com maior rentabilidade do mundo, e isso se deve ao valor de exportação, rendimento e diversidade das uvas. Em 2021 tinha uma área cultivada de 14.300 ha, passando para 15.300 em 2022. Com um aumento de 7% de áreas concentradas no Submédio do Vale do São Francisco (HF-BRASIL,2023).

No Brasil a exportação de uvas bateu recorde em 2021, com volumes exportados de 76,6 mil t, resultando em uma receita de US$ 155,9 milhões. Superando em 56% quando comparado ao ano anterior, sendo a Europa seu principal destino.

O Vale do Submédio do São Francisco é o principal polo produtor e exportador de uvas finas de mesa do país (COMEXSTAT, 2022). O cultivo da videira tem um importante papel social, pois gera até cinco empregos diretos por hectare, além de sua importância econômica (LEÃO, 2021).

A cultura da videira no semiárido nordestino brasileiro vem se destacando, não só pelo volume de exportação e aumento da área plantada, mas também, pelas tecnologias aplicadas na produção, além de investimentos públicos e privados existentes neste setor (MELLO, 2017).

A uva devido às suas propriedades organolépticas é uma fruta bastante apreciada nos diversos mercados, especialmente na Europa, onde é consumida

e cultivada. Para o comércio internacional de uvas de mesa redes de supermercados têm preferido as uvas sem semente, devido à sua grande procura e facilidade de consumo (TONDATO; LIMA FILHO; TARSITANO, 2009).

A fruticultura irrigada no Vale do Submédio do São Francisco é um dos principais destaques dos impactos da modernização agrícola no sertão nordestino, aporte de recursos públicos e privados são despendidos, redesenhando a cadeia produtiva da fruticultura. Sempre gerando novas estratégias empresariais, novos padrões de concorrência, com isso criando políticas públicas, com possibilidades de atender aos mercados externo e interno (LEÃO; MOUTINHO, 2014). Além disso, as empresas produtoras de frutas têm investido no quadro funcional devido as constantes demandas por pessoal capacitado. Existem na região cursos voltados para capacitação de pessoal tanto valorizando o jovem aprendiz como os funcionários que são direcionados para os cursos técnicos em fruticultura e agronegócio.

A oferta de novas cultivares consolidou o consumo de uvas sem sementes no Brasil, em especial às produzidas no Vale do Submédio do São Francisco, reduziu o volume de uvas importadas do Chile. Segundo informações da Seção de Economia e Desenvolvimento da CEAGESP (Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo), principal entreposto de comercialização da fruta no país, no primeiro semestre de 2019, foram comercializadas 6,5 mil toneladas de uvas sem sementes brasileiras enquanto as importadas foram apenas 1,1 mil toneladas (LEÃO, 2021).

2.3. Melhoramento genético da videira

O melhoramento genético de plantas é uma das mais importantes e valiosas estratégias para aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos agrícolas de forma sustentável e ecologicamente equilibrada. É considerada como ciência e arte, pois, desde os tempos mais remotos de domesticação das espécies, era realizado pelos agricultores que selecionavam as sementes dos tipos mais desejáveis para a propagação (LEÃO; BORGES, 2009).

O melhoramento genético da videira no mundo foi iniciado com o intuito de obter fontes de resistência ao ataque de pragas (pulgão filoxera) e à incidência de doenças (míldio) que dizimavam os pomares europeus. Dessa

forma, a partir do século 19, utilizou-se a hibridação interespecífica para desenvolver cultivares de copa e de porta-enxertos resistentes a essas fitomoléstias. No século 20, com o advento dos fungicidas e a baixa qualidade dos vinhedos provenientes das cultivares híbridas, optou-se por direcionar o melhoramento genético para o desenvolvimento de linhagens tradicionais por meio da seleção clonal (CAMARGO; RITSCHEL, 2008).

No Brasil, o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) foi a primeira instituição a implementar um programa de melhoramento de videira, iniciado em 1943, com o intuito de desenvolver cultivares copa (vinho e mesa) e porta-enxertos. A partir de 1977, a Embrapa Uva e Vinho iniciou seu programa de melhoramento voltado para obtenção de cultivares para processamento (vinho e sucos) e consumo *in natura* (mesa) (LEÃO; BORGES, 2009). Esses programas tem sido conduzidos de forma ininterrupta e buscam solucionar os entraves ao cultivo nacional de videira, tais como, adaptabilidade às condições edafoclimáticas, resistência a pragas e doenças, cultivares apirênicas etc.

Os parceiros da Embrapa, como vitivinicultores e empresas que atuam no processo de desenvolvimento de novas cultivares desempenham uma função importantíssima para atingir os objetivos dos programas de melhoramento de videira por testar os materiais promissores (seleções avançadas) nas condições reais de cultivo. Este auxílio é fundamental ao sucesso do trabalho (CAMARGO *et al*., 2010).

O desenvolvimento de novas cultivares por meio do melhoramento genético da videira busca atender as exigências do mercado produtor e consumidor (WAN *et al*., 2008). A alta diversidade genética e morfológica presente em *Vitis vinífera* justifica que esta espécie seja o foco do melhoramento genético de videira mundial por apresentar características morfológicas e agronômicas de qualidade desejáveis em cultivares comerciais.

O programa de melhoramento genético ‘Uvas do Brasil’ da Embrapa, tem o objetivo de desenvolver e ofertar ao mercado, novas cultivares com diferentes objetivos, tais como: elaboração de vinhos, sucos e uvas de mesa adaptadas às condições ambientais das diferentes regiões produtoras do país.

Foram lançadas ao longo das últimas décadas as cultivares de uvas de mesa ‘BRS Vitória’ (MAIA et al., 2012), ‘BRS Isis’ (RITSCHEL et al., 2013), ‘BRS Nubia’ (MAIA et al., 2013), e mais recentemente, ‘BRS Melodia’ (MAIA et al. 2019) e ‘BRS Tainá’ (LEÃO et al. 2020), bem como ‘BRS Magna’ (RITSCHEL et

al., 2012), BRS Cora (2004), BRS Violeta (2006) e BRS Carmem (2008) para elaboração de sucos(DE MELLO et al. 2022). As novas cultivares, especialmente a ‘BRS Vitória’, tem sido responsável pela ampliação da produção e áreas cultivadas, bem como causa impacto econômico e social na região do Vale do Submédio do São Francisco (LEÃO, 2021).

A metodologia que resulta em maior frequência de indivíduos apirênicos na progênie é desenvolvido utilizando cruzamentos entre genitores apirênicos seguido da técnica de resgate de embriões in vitro((EMERSHAD; RAMMING, 1984), porque permite combinar características de dois genitores sem sementes em uma única geração. De acordo com esta metodologia, a seleção é feita, em média, quatro anos após a realização do cruzamento, reduzindo para até 10 anos o tempo de obtenção de uma nova cultivar (CAMARGO et al, 1999). O resgate de embriões nas hibridações entre genótipos apirênicos pode ser considerado como uma das mais significativas contribuições da cultura de tecidos para o melhoramento genético da videira (MULLINS,1990). A rotina do processo para obtenção de plantas apirênicas exige um período variável de 6 a 10 meses, desde as hibridações até a obtenção de plantas em condições para plantio no campo.

A avaliação de híbridos de videira através da adaptabilidade e estabilidade permitem a seleção de potenciais parentais para futuras hibridações, bem como, a seleção de genótipos com potencial comercial adaptados à região do Vale do Submédio do São Francisco.

2.4 Parâmetros de qualidade e produtividade

2.4.1 Cor, dimensões e firmeza da baga

Características do fruto tais como: cor, tamanho, firmeza e sabor, além de estarem relacionadas ao valor nutritivo, à segurança alimentar e à ausência de defeitos (RASEIRA; FRANZON, 2014), são variáveis importantes que imprimem qualidade aos frutos.

A Instrução Normativa Nº. 1 - Anexo II (BRASIL, 2002), divide as uvas finas de mesa comercialmente em Grupos, Subgrupos, Classes, Subclasses (Calibres) e Categorias. O Grupo II indica uvas com sementes e o I refere-se às sem sementes. O Subgrupo indica a coloração, no Subgrupo I tem-se às uvas brancas, distinguidas por tons verdes, verde claro e verde amarelado. O

Subgrupo II contempla as uvas coloridas e as classificam em róseas, avermelhadas e pretas. As Classes informam os pesos dos cachos, enquanto as Subclasses abordam sobre os diâmetros das bagas. A Instrução Normativa/ Nº. 1 ainda estabelece que as uvas de mesa devem apresentar pruína (cera que recobre as bagas) na película. Com relação às categorias, estas englobam os percentuais de defeitos relativos à coloração típica, engaço verde ou marrom e a formação dos cachos, os quais podem designar as uvas em tipo Extra e Categorias I, II e III, somados como um dos principais aspectos de qualidade.

Com relação às medidas de diâmetros que podem ser utilizadas como indicador do ponto de colheita CHOUDHURY (2001) e LIMA (2007) citam para as uvas finas de mesa, onde no mercado brasileiro exige-se o diâmetro mínimo de 12 mm, enquanto para as exportações são estabelecidos diâmetros entre 18 mm a 26 mm. Todavia há exceções, a exemplo, no Reino Unido quue exige o mínimo de 17 mm (CHOUDHURY & COSTA, 2004).

Para que sejam valorizadas comercialmente (CHITARRA & CHITARRA, 2005), também foi observada a esfericidade ou relação entre o comprimento e o diâmetro que determina a forma do fruto, sendo que quando o comprimento for equivalente ao diâmetro, o fruto apresentará a forma arredondada, tais considerações agrega valor ao produto. Sendo o formato alongado ou elíptico da baga preferido pelo mercado consumidor, especialmente para o grupo de uvas sem sementes.

2.4.2 Teor de Sólidos Solúveis Totais

Um dos aspectos mais importantes e utilizado na definição do ponto de colheita das uvas é o teor de sólidos solúveis totais (SS) medidos por escala de refração (ºBrix), a qual representa cerca de 90% dos açúcares e a outra parte destes sólidos refere-se às vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas dissolvidas em água (GUERRA, 2002).

É citado na Instrução Normativa N° 1 - Fevereiro/2002 (BRASIL, 2002) que as uvas finas de mesa apresentem o teor mínimo de SS igual a 14 °Brix. As normas internacionais exigem teores que variam de 14 a 17,5 °Brix, de acordo com a variedade (BENATO, 2003). O acúmulo de açúcares ocorre pela fixação de CO_2 na fotossíntese. Estes açúcares são translocados na forma de sacarose, através do floema para as bagas. Posteriormente, a sacarose é hidrolisada pelas

invertases, uma localizada na membrana plasmática (invertase neutra) e outra no vacúolo (invertase ácida) das células, resultando em glicose e frutose, que são os açúcares redutores predominantes, em proporção próxima de 1:1 nas bagas de uvas maduras (WINKLER, 1965; BLOUIN & GUIMBERTEAU, 2004).

KOBLET & PERRET (1980) *apud* CHAVES (1986), ao pesquisarem a partição dos produtos de assimilação da fotossíntese em uvas *Vitis vinifera* L., observaram que o conteúdo de açúcares no cacho depende da competição com outros drenos morfológicos (ápices, tronco e raízes), da dimensão da superfície foliar fotossinteticamente ativa, e da translocação dos fotoassimilados das folhas e do tronco. Esses autores, ainda sugerem que tal translocação pode ser incrementada, principalmente, pelo final do crescimento vegetativo, pela deficiência hídrica no solo e pelo equilíbrio entre o volume do cacho e dimensão da superfície de assimilação.

2.4.3 Acidez Titulável

Os ácidos orgânicos são constituidos de um a três grupos carboxílicos que liberam íons de hidrogênio medidos através do potencial hidrogeniônico (pH). Tais ácidos são sintetizados a partir dos açúcares, oxidações, descarboxiliações ou carboxiliações pela via respiratória do ciclo de Krebs. De forma geral, encontram-se quimicamente livres ou formando sais, ésteres, glicosídeos e, também ligados a outros compostos de natureza volátil (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Outrossim, durante a maturação ocorre uma sensível redução da acidez no mosto das uvas. Isto se deve à diluição dos ácidos orgânicos no suco, pelo aumento do volume da baga. Dentre os ácidos presentes nas bagas, destacam-se o tartárico e o málico com 95% da totalidade e mais os cítricos e oxálicos. No entanto, a acidez titulável é mensurada com base no ácido tartárico, devido este ser predominante em virtude da maior resistência à respiração oxidativa (BLOUIN & GUIMBERTEAU, 2004).

Informar a metodologia para determinação e a base teórica por trás da metodologia (como você fez no primeiro parágrafo do SS)

2.4.4. Relação Sólidos Solúveis Totais/Acidez Titulavel (SS/AT)

As normas de Produção Integrada para uvas finas de mesa, citadas por LIMA (2007) e as referenciadas por CHITARRA & CHITARRA (2005) recomendam que o ponto de colheita da uva seja mensurado pela relação sólidos solúveis/acidez titulavel (SS/AT), pois o teor de SS isolado poderia aparecer erroneamente com relação a informação relativa ao sabor da fruta, uma vez que tal sensação depende, também, dos conteúdos de ácidos orgânicos presentes.

Já RIZZON & LINK (2006) afirmam que a relação SS/AT pode ser considerada um índice de maturação adequado às uvas, devendo estar situados entre 15 e 45. BENATO (2003) menciona que a Associação de Exportadores do Chile considera a proporção de 20:1, adequada aos padrões de comercialização. LIMA (2007) cita que as uvas sem sementes devem estar com SS/AT acima de 20, para boa aceitação comercial.

2.5 Interação genótipos x ambientes

A interação genótipos x ambientes (G x E) é a resposta diferenciada dos genótipos, quando submetidos a ambientes diferentes. É importante para os melhoristas de plantas no desenvolvimento de cultivares, pois a performance dos genótipos em ambientes distintos pode diferir estatisticamente, gerando problemas para a seleção de plantas. Desta forma, os melhoristas deparam-se com o desenvolvimento de populações contrastantes para cada situação em que aquela cultivar está sendo testada (MCKEAND et al., 1990). E se a interação é muito acentuada, pode existir o risco de descarte de um genótipo não adaptado aos ambientes utilizados para se realizar a seleção, mas que poderia se apresentar melhor em outro ambiente (DENIS; GOWER, 1996).

Essa interação G x E tem se tornado um grande desafio para os melhoristas, pois devido à sua presença é possível que o melhor genótipo em um ambiente não o seja em outro. Tal fato tem influência no ganho de seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade, pois observa-se comportamento diferente das cultivares nos ambientes em que estas são cultivadas (HILL, 1975; CRUZ e REGAZZI, 1997; CRUZ e CARNEIRO, 2003; RAMALHO et al., 2012).

O ambiente pode ser um local, ano, práticas culturais, época de semeadura ou mesmo a junção de todos esses fatores. Quando genótipos são

avaliados em diferentes condições, estão sujeitos às variações do ambiente, e os seus comportamentos geralmente são modificados. O termo ambiente é designado como um termo geral que envolve uma série de condições sob as quais as plantas são cultivadas (ROMAGOSA; FOX, 1993). As variações ambientais, que podem contribuir para a interação, são agrupadas em previsíveis e imprevisíveis. No primeiro grupo, estão os fatores permanentes do ambiente, como tipo de solo, época de plantio, tipo de adubação, salinidade, dentre outros. No segundo, estão as flutuações climáticas atípicas e ocorrência de pragas e doenças (ALLARD; BRASDSHAW, 1964).

A proposta de Robertson (1959) mostra que a variância da interação G x E (Genótipos X Ambientes) pode ser dividida em duas partes. A primeira ocorre devido às diferenças na variabilidade genética, que ocorre dentro de ambientes (parte simples da interação), e a segunda provém da falta de uma correlação linear perfeita entre os genótipos, de um ambiente para o outro (parte complexa da interação). A interação simples corresponde às mudanças das diferenças entre os genótipos. O segundo fator é responsável pela falta ou por reduzir a correlação genética entre os comportamentos dos genótipos nos ambientes. Quando a correlação genética é baixa, ocorre uma mudança na classificação dos genótipos, ou seja, há genótipos que apresentam desempenho superior em alguns ambientes, mas em outros não (CRUZ; CASTOLDI, 1991; VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Quando a interação se deve principalmente à natureza simples, o trabalho do melhorista é facilitado, pois a recomendação das cultivares pode ser feita de maneira generalizada. A predominância de interação complexa indica a presença de materiais adaptados a ambientes particulares, o que traz uma complicação para o melhorista, uma vez que a recomendação é restrita a ambientes específicos (NUNES et al., 2011a).

Se o experimento é instalado em apenas um ambiente, pode acarretar uma superestimação dos ganhos genéticos e, se a interação for do tipo complexa, a recomendação de materiais genéticos para ambientes diferentes daqueles onde eles foram selecionados poderá contribuir para a redução expressiva do ganho com a seleção (SILVA et al., 2011a). Entretanto, a interação pode ser usada vantajosamente quando se procura maximizar ou capitalizar os ganhos genéticos dos materiais, em um ambiente especifico (interação complexa) (NUNES et al., 2002).

Nas plataformas de pesquisas foram encontrados diversos trabalhos em várias culturas relacionados a interação G X A no melhoramento genético. Porém, ainda não foram encontradas referências na literatura de estudos desta natureza no melhoramento genético da videira.

2.6 Adaptabilidade e Estabilidade

Estudos sobre adaptabilidade e estabilidade têm sido rotineiramente utilizados na recomendação de cultivares em diferentes culturas no Brasil : umbu (OLIVEIRA et al., 2004); cajueiro (MAIA et al., 2009); arroz (BORGES et al. 2009); Caupi (TORRES et al. 2015), feijão (DOMINGUES, RIBEIRO, MINETTO, SOUZA, & ANTUNES, 2013; PEREIRA et al., 2009); eucalipto (SANTOS et al., 2018), soja (FREIRIA et al., 2018), jaboticaba (RADAELLI, et al, 2020), Cana-de-açúcar (FILHO, et al., 2021), amendoim (SANTOS, et al., 2018) e melão (SILVA, 2017), em um determinado local de acordo com as características agronômicas desejáveis dentre outros.

Existem diversos conceitos para os termos estabilidade e adaptabilidade utilizados nos mais diferentes sentidos (LEÓN; BECKER, 1988). Uma das alternativas mais empregadas na minimização da interação genótipos x ambientes é a identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica. A adaptabilidade é caracterizada como a resposta do genótipo aos estímulos ambientais, ocorrendo de forma vantajosa (CRUZ; REGAZZI, 1997). A estabilidade é definida por LEWIS (1954) como a capacidade de um indivíduo ou de uma população de produzir baixas variações fenotípicas em diferentes ambientes. Os estudos de adaptabilidade e estabilidade são, portanto, procedimentos estatísticos que permitem, de algum modo, responder previsivelmente às variações ambientais e que identifica as cultivares de comportamento mais estável (SILVA; DUARTE, 2006).

LIN et al. (1986) subdividiram o conceito de estabilidade em três tipos. No tipo 1, o genótipo será considerado estável se sua variância entre os ambientes for baixa. Este tipo é chamado de “estabilidade no sentido biológico”, que caracteriza um genótipo com comportamento constante com a variação do ambiente. Esse comportamento não é desejado, pois o genótipo não corresponde à melhoria do ambiente com o aumento da produção, além de estar normalmente relacionado a uma menor produtividade (BECKER, 1981).

Na estabilidade do tipo 2, o genótipo será considerado estável se sua resposta ao ambiente for paralela à resposta média de todos os materiais avaliados no experimento, o que ocorre quando o genótipo possui interações mínimas com o ambiente. É denominada de “estabilidade no sentido agronômico” (BECKER, 1981). Este tipo de estabilidade tem sido a preferida por identificar genótipos com o potencial de se manterem estáveis entre os melhores em todos os ambientes. Dessa maneira, um material estável em determinado grupo de cultivares não o será necessariamente em um segundo grupo avaliado (LIN et al., 1986). Já a estabilidade tipo 3 é aquela no qual o genótipo será considerado estável se o quadrado médio do desvio de regressão for pequeno. Posteriormente, LIN E BINNS (1988) propuseram um novo tipo de estabilidade, a qual denominaram tipo 4. Para identificação da estabilidade tipo 4, é preciso que os cultivares sejam avaliados levando em conta o número de anos e alguns locais.

Vários métodos têm sido propostos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva quando ocorre a interação G x A, sendo exemplos as metodologias de WRICKE (1965), EBERHART E RUSSELL (1966), de LIN e BINNS (1988). Apesar de os métodos univariados serem matematicamente mais simples e de mais fácil interpretação, muitos autores têm empregado técnicas multivariadas recentes que explicam adequadamente os efeitos principais (genótipos e ambientes) e a sua interação, podendo-se destacar as análises AMMI, SREG com representação gráfica conhecida como GGE Biplot (SAMONTE et al., 2005).

A análise AMMI (*Additive Main effects and Multiplicative Interaction analysis*), que significa modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa, é uma combinação de métodos univariados (análise de variância) com métodos multivariados (análise de componentes principais e decomposição de valores singulares). Este modelo combina, componentes aditivos para os efeitos principais de genótipos e de ambientes, e componentes multiplicativos para os efeitos da interação (ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988). O modelo AMMI pode ajudar tanto na identificação de genótipos superiores amplamente adaptados como na realização do chamado zoneamento agronômico. Para fins de recomendação, esse método possui algumas vantagens, tais como: a) permite maior detalhamento da soma de quadrados da interação; b) propicia estimativas mais precisas das respostas genotípicas; c) garante a seleção de

genótipos; d) possibilita fácil interpretação gráfica dos resultados, nos chamados gráficos biplots (representação gráfica simultânea dos genótipos e ambientes) (ZOBEL et al., 1988). Segundo Yan et al. (2007), o método GGE Biplot é superior ao AMMI, pois sempre resulta no melhor modelo da análise AMMI, com a diferença de que os efeitos principais dos genótipos são considerados junto com o efeito da interação genótipos x ambientes, que no AMMI são estimados como efeitos aditivos.

Nos últimos anos, tem sido ampliada a aplicação dos modelos mistos em vários temas do melhoramento vegetal de culturas anuais. A análise realizada por meio da metodologia de modelos mistos utiliza o procedimento REML/BLUP, REML (*Restricted Maximum Likelihood*) ou máxima verossimilhança restrita para estimar componentes de variância necessários ao modelo, e fazer predições BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*), melhor preditor linear não viesado, para obter o valor genotípico (RESENDE, 2007). Métodos de estudos de adaptabilidade e estabilidade com base em modelos mistos (REML/BLUP – Restricted Maximum Likelihood/Best Linear Unbiased Prediction) têm aumentado nos anos recentes. No contexto de modelos mistos, uma alternativa é o método da Média Harmônica da Performance Relativa dos valores Genotípicos (MHPRVG), preconizado por RESENDE (2004). Este método tem sido aplicado em diferentes culturas, porém não há relatos do uso do referido método em videira. O método MHPRVG fornece, simultaneamente, em uma única medida na escala do caráter avaliado, a adaptabilidade, a estabilidade e a produtividade. O modelo ajusta os efeitos de ambientes e blocos dentro de ambientes no vetor de efeitos fixos, contemplando todos os graus de liberdade disponíveis nas fontes de variação referentes a ambientes e blocos dentro de ambientes. Dessa forma, para os valores genotípicos preditos obtidos para um dado genótipo, em cada ambiente, simultaneamente, são utilizados os dados de todos os ambientes. Assim sendo, os efeitos aleatórios (genótipos e interação genótipos x ambientes) são preditos com maior precisão, uma vez que todo o conjunto de dados é utilizado, bem como os ruídos da interação são eliminados quando se produzem os BLUP's (RESENDE, 2007).

O estudo dos modelos mistos vem sendo aplicado há bastante tempo, em diversas culturas, utilizando as mais variadas metodologias estatísticas, tais como, em umbu (OLIVEIRA et al., 2004); cajueiro (MAIA et al., 2009); arroz (BORGES et al. 2009); Caupi (TORRES et al. 2015), feijão (DOMINGUES,

RIBEIRO, MINETTO, SOUZA, & ANTUNES, 2013; PEREIRA et al., 2009); eucalipto (SANTOS et al., 2018), soja (FREIRIA et al., 2018), jaboticaba (RADAELLI, et al, 2020), Cana-de-açúcar (FILHO, et al., 2021), amendoim (SANTOS, et al., 2018) e melão (SILVA, 2017), em um determinado local de acordo com as características agronômicas desejáveis dentre outros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Genótipos

Foram avaliadas cinco seleções avançadas de uvas de mesa obtidas pelo programa de melhoramento da Embrapa 'Uvas do Brasil', apresentadas no Quadro 1. Todas as seleções avançadas (Figura 1) se encontravam na etapa final de validação em áreas comerciais localizadas na região do Vale do Submédio do São Francisco.

Quadro 1. Características dos genótipos de videira (seleções avançadas) utilizados neste estudo.

Seleções	Cor	Formato da baga
45	Preta	Elipsóide
54	Verde amarelada	Elipsóide alongada
64	Vermelha intensa	Elipsóide
80	Preta	Globosa
81	Preta	Ovoide

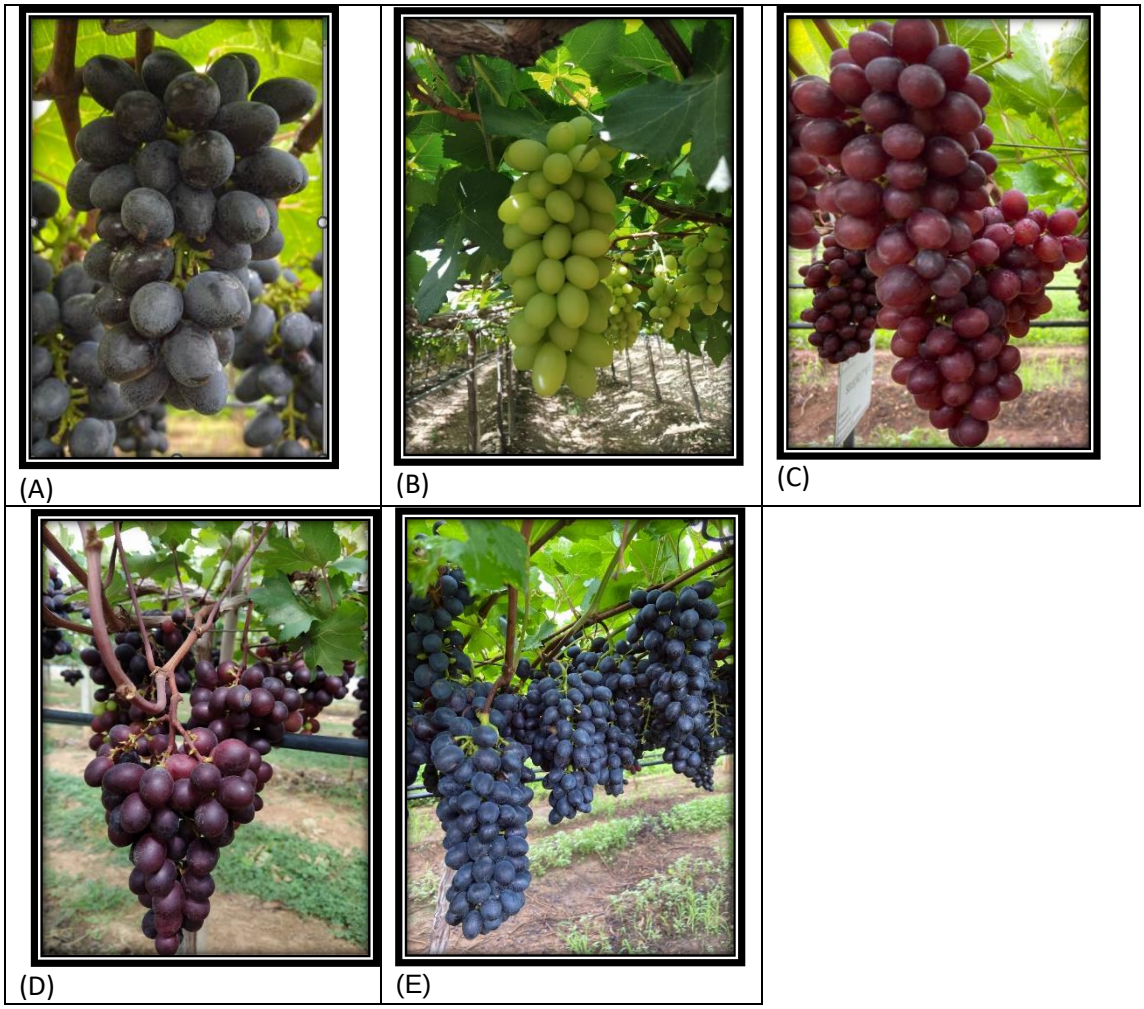

Figura 1. Seleções avançadas de Uvas de Mesa, obtidas pelo Programa de Melhoramento 'Uvas do Brasil' da EMBRAPA: (45-A), (54-B), (64-C), (80-D), (81-E), avaliadas em testes de validação em 5(cinco) fazendas durante 3(três) ciclos de produção nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

3.2 Ambientes

As avaliações foram conduzidas no período de março/2021 a dezembro/2022, nos municípios da região do Vale do Submédio do São Francisco, conforme descrito na Tabela 1. As fazendas Ara Agrícola, Fazenda Nacional e a Fazenda FAN, em Petrolina, PE (Latitude: 09º23'55" Sul, Longitude: 40º30'03" Oeste. Altitude: 376 metros); Fazenda: Brasil Uvas, em Juazeiro, BA (Latitude: 9° 26' 18" Sul, Longitude: 40° 30' 19" Oeste. Altitude: 369 metros) e a Fazenda Expofrut em Casa Nova, BA (Latitude: 9° 24' 29" Sul, Longitude: 41° 9' 29" Oeste. Altitude: 397). De acordo com a classificação de KOPPEN o clima da região é BSwh, semiárido, muito quente (ALVARES et al. 2014), com temperatura média anual do ar de aproximadamente 26 °C, umidade relativa do

ar de 64%, e pluviosidade média de 549 mm. A região caracteriza-se pelo clima tropical semiárido, único no Brasil, que apresenta temperaturas favoráveis ao longo do ano possibilitando que os vinhedos irrigados com a água do Rio São Francisco produzam uvas em todos os meses.

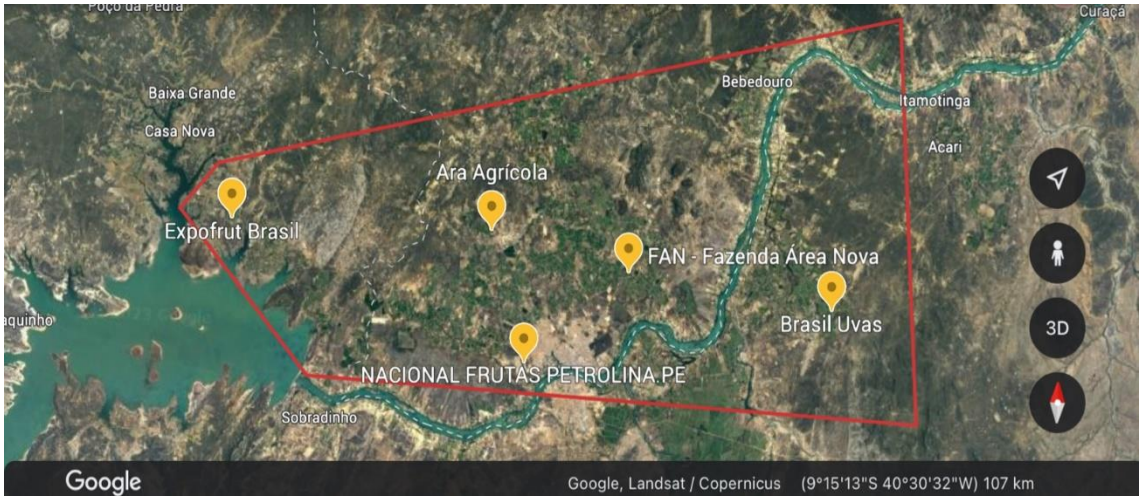

Figura 2. Localização geográfica das Fazendas nos municípios de Petrolina-PE (Ara Agrícola, Nacional Frutas, FAN Fazenda Área Nova), Juazeiro-BA (Brasil Uvas) e Casa Nova–BA (Expofrut Brasil).

Tabela 1. Locais e épocas de colheita em três ciclos de produção.

Local	1° ciclo	2º ciclo	3º ciclo
Fazenda Ara Agrícola	23.09.2021	14.06.2022	05.10.2022
Fazenda FAN	18.08.2021	08.06.2022	16.11.2022
Fazenda EXPOFRUT	07.10.2021	07.04.2022	20.09.2022
Fazenda Nacional	01.10.2021	14.03.2022	27.09.2022
Fazenda Brasil Uvas	04.11.2021	02.05.2022	01.12.2022

Dados médios de 5 locais e 3 ciclos de produção no Submédio do Vale do São Francisco, 2021-2022.

3.3 Caracterização das áreas experimentais e variáveis analisadas

As plantas de videira foram conduzidas nos sistemas de condução em latada. O porta-enxerto utilizado foi SO4 e o espaçamento bem como outros aspectos do sistema de produção variaram em função da empresa produtora.

As variáveis foram avaliadas durante três ciclos de produção no período do segundo semestre de 2021, primeiro e segundo semestres de 2022.

Durante a colheita foram avaliadas as seguintes variáveis relacionadas à produtividade: número de cachos por planta (NC); massa média do cacho (MC) em kg, utilizando-se uma amostra de cinco cachos por planta; produção por planta (PP) em kg, pesando todos os cachos da planta em balança digital no campo; produtividade estimada (Y) em ton. ha^{-1}, utilizando a fórmula $Y = PP\ x$ plantas. ha^{-1}.

No laboratório de pós-colheita foram avaliadas as variáveis relacionadas às características físicas e físico químicas dos frutos : comprimento de cacho (CC) e largura de cacho (LC) em cm, utilizando-se uma amostra de cinco cachos por planta de cada parcela; massa de bagas (MB) em gramas, em uma amostra composta por 10 bagas de cada cacho (50 bagas por planta) pesadas em balança eletrônica digital; comprimento de baga (CB) e diâmetro de baga (DB) em mm, determinados em amostra composta por 10 bagas de cada cacho totalizando 50 bagas por planta. Para determinação do comprimento e diâmetro das bagas, foi utilizada régua milimetrada ou escalímetro; teor de sólidos solúveis totais (SS), expresso em ºBrix, cujo o suco foi obtido a partir de uma amostra de 10 bagas por cacho com a utilização de um refratômetro digital de bancada da marca ATAGO que apresenta compensação automática de temperatura; o suco para realização da acidez titulável (AT), foi extraído de uma amostra de 10 bagas por cacho, em % de ácido tartárico/100 ml de suco mensurada pela fórmula: VOL/NaOH* 0.7505)/5, determinada utilizando solução de NaOH 0,1 M; SS/AT ratio, obtida através do quociente entre as duas variáveis anteriores (AOAC,1992). A firmeza da baga foi determinada utilizando um texturômetro digital Extralab TA.XT.Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), dotado de placa de pressão P/75, pelo qual se mediu a força necessária, em g, para promover compressão de 20% do volume da baga (Steffens et al., 2009), acoplado a um computador, onde foram avaliadas três bagas de cada cacho (15 bagas por planta), separadas uniformemente dos cinco cachos que compunham a unidade experimental, por meio de corte na região acima do pedicelo (RIBEIRO et al., 2012). Para realização do cálculo final, foi utilizada a média registrada nos dados do programa apresentada no equipamento e multiplicada pelo fator 0,009807.

3.4 Análises estatísticas

As variáveis escolhidas para as análises de adaptabilidade e estabilidade, e seleção individual dos genótipos foram produção por planta (PR), em kg. planta^{-1} e o teor de sólidos solúveis totais (SS) em ºBrix. Porém, para as demais variáveis como: massa do cacho (g), comprimento do cacho (cm) e largura do cacho (cm); massa da baga (g), comprimento da baga (mm) e diâmetro da baga

(mm), acidez titulável (AT) em % em ácido tartárico), relação SS/AT e a firmeza da baga em Newton(N),a fim de se analisar a interação genótipo x ambiente em um maior espectro foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) em esquema fatorial triplo 5x5x3, com cinco seleções, cinco ambientes e três ciclos, respectivamente, com 1 e 5% de significância pelo teste F, em conjunto ao teste de Tukey à 5% de probabilidade quando as variáveis apresentaram significância.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do pacote Metan (OLIVOTO; LÚCIO, 2020) do Software R Core Team (2019), considerando-se os níveis de probabilidade de erro de 1% e 5%.

As análises estatísticas referente a estabilidade e adaptabilidade, foram realizadas através das metodologias REML/BLUP de estabilidade (HMGV, (A)), adaptabilidade (RPGV, (B)), e adaptabilidade e estabilidade associadas (HMRPGV, (C) pelo teste razão de verossimilhança (LRT) de significância via qui-quadrado (χ^2) (RESENDE, 2007), AMMI (D) (GAUCH, 1992), WAASB (E) e WAASBY (F) (OLIVOTO et al., 2019), conforme descritas pelas fórmulas a seguir:

(A) $$HMGV_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{e} \frac{1}{BLUP_{ij}}}$$

sendo: $HMGVi$: a média harmônica dos valores genéticos para estabilidade, *e:* o número de ambientes, $BLUPij$: o valor genético predito do genótipo i no ambiente j.

(B) $$RPGV_i = \frac{1}{e} \sum_{j=1}^{e} BLUP_{ij} / \mu_j$$

sendo: $RPGVi$: a performance relativa dos valores genéticos para adaptabilidade, *e:* o número de ambientes, $BLUPij$: o valor genético predito do genótipo i no ambiente j e μj: a média dos genótipos no ambiente j.

(C) $$HMRPGV_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{E} \frac{1}{BLUP_{ij}/\mu_j}}$$

Sendo: $HMRPGVi$: a média dos valores genéticos preditos para adaptabilidade e estabilidade associados, $BLUPij$: o valor genético predito do genótipo i no ambiente j e μj: é a média dos genótipos no ambiente j.

(D) $$Y_{ij} = \mu + G_i + A_j + \sum \lambda_k G_{ik} A_{jk} + \rho_{ij} + \epsilon_{ij}$$

sendo: Yij: a média do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente, i=1,2,...,g e j=1,2,...,; μ: a média geral; Gi e Aj: os efeitos do i-ésimo genótipo e o j-ésimo ambiente; $\sum \lambda k$: sendo o k-ésimo valor singular da matriz (G × A) com λ1 ≥ λ2 ≥ ...λn; $GikAjk$: os elementos dos k-ésimos valores singulares com relação aos i-ésimos genótipos e j-ésimos ambientes; ρij: o resíduo da interação G × A, e ϵij: o erro médio experimental associado ao i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente, assumindo que o erro seja independente.

(E) $$WAASB = \sum_{k=1}^{k} |PCA_{ik} \; x \; PE_k| / \sum_{k=1}^{n} PE_k$$

sendo: PCAik: o escore do i-ésimo genótipo no k-ésimo PCA, obtidos pela decomposição da matriz singular de BLUP's para modelos mistos e *PEk*: a percentagem da variância explicada pelo k-ésimo PCA, para k = 1, 2, ..., k.

Os valores de PR e WAASB foram transformados para a mesma escala (percentagem) para serem diretamente comparados. A expressão utilizada foi:

(F) $$WAASBY_i = \frac{\left\{W_{GY} \; x \left[\left(\frac{GY_i}{GY_{max}}\right) x 100\right]\right\} + \left[W_S x \left(100 - \frac{WAASB_i}{WAASB_{min}}\right)\right]}{W_{GY} + W_S}$$

sendo: *WAASBYi*: a média ponderada dos escores absolutos e da produção para o i-ésimo genótipo; *WRG*: o peso para a produção por planta; *RGi*: o rendimento médio do i-ésimo genótipo considerando todos os ambientes; *RGmax:* o maior rendimento médio entre os genótipos; *WS*: o peso para a estabilidade; *WAASBi*: a média ponderada dos escores absolutos do i-ésimo genótipo e *WAASBmin*: o menor valor da média ponderada dos escores absolutos.

As análises de modelos mistos como REML/BLUP, WAASB e WAASBY consideraram o fator genótipo como sendo de efeito fixo e o fator ambiente como sendo de efeito aleatório, ao passo que para a análise AMMI ambos os efeitos foram considerados como sendo fixos.

O programa exige para realização das análises estatísticas que se utilize de siglas relacionadas aos ambientes avaliados. Razão pela qual foi citado cada ambiente estudado com sua respectiva sigla, relacionado na Tabela 2.

Tabela 2. Municípios, fazendas, siglas com ciclos de produção e relação dos números dos gráficos com os números das seleções.

Município	Fazenda	Sigla com Ciclo de Produção	Relação Números / seleções
Petrolina-PE	Ara Agrícola	ARAC1, ARAC2 e ARAC3	1-45
	Fazenda FAN	FANC1, FANC2 e FANC3	2-54
	Nacional Frutas	NacC1, NacC2 e NacC3	3-64
Juazeiro-BA	Brasil Uvas	BRUC1, BRUC2 e BRUC3	4-80
Casa Nova-BA	Expofrut	ExpFC1,ExpFC2 e ExpFC3	5-81

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa final dos programas de melhoramento, devem ser avaliadas as seleções com potencial para se tornar novas cultivares. Por conseguinte, os experimentos necessitam ser conduzidos com especial zelo a fim de reduzir o erro experimental, uma vez que quanto menor a estimativa do erro experimental maior a possibilidade de detectar diferenças entre os materiais avaliados.

Os resultados da análise de variância (Tabela 3) para as variáveis produção por planta (PR) em quilogramas, número de cachos por planta (NC); massa do cacho (MC), em g; comprimento (CC) largura (LC) de cachos, em cm; massa da baga (MB), em g; comprimento (CB) e diâmetro de baga (DB), em mm; teor de sólidos solúveis totais (SS); acidez total (AT); relação (SS/AT) e firmeza em Newton(N), verificou-se significância para os ambientes (A), para os ciclos (C), isso pode ser explicado pelas condições edafoclimáticas muito inconstantes o que é comum na região Nordeste do Brasil, e para as seleções (S) demonstrando haver diferenças reais entre os resultados de cada uma em determinada condição, bem como para as interações AxS, AxC, CxS e AxCxS, demonstrando que existem diferenças significativas nos resultados dos genótipos entre e dentro dos ambientes através dos ciclos de cultivo, a exceção foi o diâmetro de baga que só apresentou significância estatística para ambientes e seleções. Esse cenário apresentado demonstra que os ambientes foram suficientemente distintos para propiciar a verificação de diferenças entre as características testadas (RANGEL et al., 2011).

Tabela 3. Análise da variância para as variáveis Produção por planta (PR), em kg, massa do cacho (MC), em g; número de cachos por planta (NC); comprimento (CC) e largura (LC) de cachos, em cm; massa da baga (MB), em g; comprimento (CB) e diâmetro de baga (DB), em

mm; sólidos solúveis totais (SS); em ºBrix e acidez titulável (AT) em % em ácido tartárico, ratio (SS/AT) e firmeza em Newton (N) de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

		QM					
FV	GL	PR	NC	MC	CC	LC	PB
Bloco	4	11.59	72.30	614.88	27.38	2.80	235.36
Ambiente (A)	4	1014.8***	7236.90***	123292***	292.37	29.43***	537.76***
Ciclo (C)	2	64.13***	1314.52***	15679.77***	97.05***	64.02***	74398.7***
Seleções (S)	4	114.30***	12067.71***	376556.29***	321.26***	72.25***	13503.8***
AxC	8	327.66***	4029.59***	47983.89***	51.62***	9.39***	614.46***
AxS	16	69.24***	2157.14***	11391.41***	53.12***	4.99***	189.46***
CxS	8	62.07***	710.33***	24964.16***	26.68*	8.07***	2760.26***
AxCxS	32	116.37***	1491.246***	16073.59***	23.62***	4.00***	232.72***
Resíduo	296	11.27	165.59	1585.80	12.73	0.86	73.59
CV(%)		34.8	25.26	16.25	22.85	10.94	26.06
FV	GL	CB	DB	SS	AT	SSAT	FIRMEZA
Bloco	4	2.18	2.11	1.38	0.01	225.08	0.25
Ambiente (A)	4	79.2***	23.95*	24.47***	0.14***	677.7***	11.47***
Ciclo (C)	2	39.8***	11.27ns	55.93***	1.18***	8531***	9.29***
Seleções (S)	4	1198.5***	356.40***	161.09***	1.98***	6878***	140.11***
AxC	8	16.18***	12.81	21.97***	0.07***	615.7***	9.87***
AxS	16	8.36***	6.20	12.35***	0.11***	710.1***	4.13***
CxS	8	11.94***	10.54	13.72***	0.08***	824.2***	6.15***
AxCxS	32	4.68***	10.41	9.97***	0.07***	573***	3.24***
Resíduo	296	1.73	7.06	1.84	0.005	77.61	0.22
CV(%)		5.60	14.88	6.90	13.01	21.59	9.14

QM= Quadrados médios dos ambientes; FV= Fonte de variação; GL= Graus de liberdade; CV (%) = Coeficiente de variação; "*"= Significativo a 5% de probabilidade; "**"=Significativo a 1% de probabilidade ; "***"=Significativo a 0,1% de probabilidade.

Tabela 4. Teste de Médias para o desdobramento genótipos dentro da combinação dos níveis de ambientes e de ciclo para as variáveis Produção por planta (PR) número de cachos (NC), massa de cachos (MC), comprimento de cachos (CC), largura de cachos (LC), comprimento de baga (CB), sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT), relação ºBrix/AT e Firmeza da baga de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

PR

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3						
45	3.33	13a	20.01a	3.47	5.88	7.37ª	17.04ª	11.93	5.88	11.41ab	12.81ab	11.47ª	23.06a	8.14b	17.39ª
54	4.18	5.81b	12.00b	5.69	6.38	8.56ª	18.56ª	7.99	9.12	4.10c	18.49a	4.10b	22.33a	6.37b	20.87ª
64	6.2	5.67b	3.19c	5.23	1.32	1.32b	15.71ª	10.54	7.26	3.35c	6.42c	14.93ª	19.20ab	19.20a	7.03c
80	3.33	6.68b	2.18c	6.93	2.61	4.16ab	3.33ª	14.01	7.61	12.62a	18.25a	4.10b	22.19a	10.21b	16.14ab
81	7.04	6.05b	15.86ab	8.05	3.09	3.58ab	13.66ª	10.99	6.48	6.46bc	9.11bc	15.82ª	14.12b	4.41b	10.86bc

NC

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
45	65.2a	73.4a	73.2a	29.4b	48a	48.6ª	61.4c	59ab	43.4	61.8a	68.8	69.2c	67.2a	46.8ab	59.8
54	53.4ab	32.2c	68.4a	28.2b	52.2a	52.2ª	70.4bc	60.8ab	43.2	31.4b	52.8	31.4d	70.2a	36.6abc	55
64	40.2b	34.8bc	42.6b	30.4b	21.2b	21.2b	88.6ab	40.2b	35.2	37.6b	63.2	116b	50.4a	50.4a	41.4
80	16.4c	22.8c	17.8c	23.2b	25.4b	25.4b	16.4d	40.6b	34.8	37b	61.6	31.4d	53.8a	24.8bc	61.6
81	62.2ab	56ab	83a	57.6a	40.6ab	40.6ab	102.8ª	76a	41.4	67.4a	72.8	150ª	70.8a	23.2c	55.8

MC

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
45	263.0bc	179.8b	272.5a	204.7b	219.4bc	151.1b	278.8b	250.7b	301.6b	232.4bc	196.7b	409.9ª	345.8b	172.56b	290.6b
54	265.6b	178.4b	250.8a	159.3b	329.9a	118.6bc	262.5b	345.3a	369.9ab	247.4b	338.3a	342.1ab	317.3b	176.99b	377.9ª
64	190.4d	162.8bc	157.3b	147.0b	123.5d	77.44c	177.5c	204.8b	206c	103.2d	135.3b	309.5bc	369ab	369.67a	168.4d
80	435.42a	291.04a	263.04a	336.62a	259b	312.84ª	435.42ª	347.92a	394.3a	375.8ª	291.1a	342.1ab	415.3a	412a	265bc
81	195.68cd	108.4c	154.216b	73.45c	156.81cd	99.84bc	128.88c	201.25b	156.4c	171.2cd	163.3b	248.4	199.5c	193.94b	202cd

CC

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
45	18.41	15.04	17.6	14.58a	14.58ab	14.12	19.28a	17.88a	18.54ab	20.09a	15.36ab	18.6b	22.45a	18.5ab	20.78ª
54	17.15	13.28	15.72	15.38a	16.54a	14.02	14.73ab	16.58ab	22.92a	17.63a	17.3ab	25.74ª	17.4a	13.50b	19.52ª
64	12.34	10.62	11.06	10.13ab	8.61b	10.3	12.62b	11.22b	12.2c	10.32b	11.52b	16.8b	21.08a	22.45a	15.38ab
80	17.45	13.7	14.1	14.56a	11.99ab	16.42	17.45ab	15.76ab	14.32bc	19.82a	18.52a	25.74ª	16.38a	15.54b	12.62b
81	15.36	12.39	13.94	8.2b	11.68ab	12.62	12.26b	15.66	12.84bc	15.48ab	11.74b	15.6b	16.66a	15.78b	16.72ab

LC

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
45	9.12b	7.51ab	8.52ab	8.84b	7.94b	8.3b	9.51ab	8.74ab	8.64a	9.45b	6.46ab	8.5ª	9.65bc	7.8b	9.46ª
54	9.28b	8.06ab	8.26abc	7.9bc	10.1a	7.62bc	7.90bc	9.06a	9.78a	9.61b	7.58a	9.52ª	8.12c	8.37b	9.94ª
64	8.26b	6.46b	6.84c	6.84c	4.15d	6.2c	7.5c	7.36b	7b	5.85c	5.32b	8.04ª	10.68b	10.68a	7.22b
80	11.08a	8.46a	9.46a	10.60a	8.5ab	10.36ª	11.08a	9.3a	9.2a	12.2a	6.5ab	9.52ª	12.36a	10.20a	9.94ª
81	9.52ab	7.58ab	7.24bc	7.18c	6.25c	7.32bc	8.59bc	8.22ab	8.34ab	9.61b	5.56b	8.08ª	9.71bc	8.47b	9.74ª

CB

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3						
45	23.23b	19.83bc	23.46c	20.82b	20.4b	21.99c	23.79b	21.2b	21.88b	22.66b	20.09c	25.11b	25.22b	22.9c	25.68b
54	26.36a	25.23a	29.94a	26.11a	27.23a	26.20b	27.21a	28.33a	28.95a	27.04a	28.41a	28.68ª	30.66a	27.29a	29.84ª
64	21.96b	20.83b	20.48d	19.42bc	20.97b	18.39d	20.52c	18.9c	19.86b	19.84c	19.2c	21.62c	24.98b	24.98bc	22.94c
80	28.38a	25.43a	27.26b	25.22a	28.24a	28.92ª	28.38a	26.56a	27.71a	26.96a	25.98b	28.68ª	28.46a	26.94ab	28.46ª
81	17.38c	17.79c	18.74d	17.31c	19.06b	18.44d	18.34c	18.5c	17.54c	20.11c	18.23c	19.38c	21.51c	19.68d	19.41d

SS

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
45	19.38b	18.28c	16.78c	15.34c	16.88b	14.08c	19.72ab	17.14c	18.14c	17.08c	15.72b	19.94bc	18.02ab	17.18c	17.12c
54	21.12ab	19.02bc	21.42b	23.46a	18.3b	20.04b	17.94b	19.76b	21.54ab	17.84bc	17.36ab	20.06bc	17.64ab	18.56bc	18.58bc
64	19.66b	20.18abc	22.76ab	20.5b	18.46b	21.47ab	20.62[a]	18.76bc	19.7bc	19.9ab	17.4ab	19.66c	19.66a	18.43bc	19.72b
80	19.78b	21.38a	20.68b	19.86b	20.94a	19.16b	19.78ab	22.86a	19.7bc	19.36abc	17.36ab	22.88[a]	15.74b	22.82a	18.88bc
81	22.16a	20.76ab	23.84a	24.56a	21.82a	22.55[a]	19.96ab	17.82bc	22.28a	21.24a	18.98a	22.16ab	18.42a	17.81b	22.88[a]

AT

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
45	0.30b	0.41c	0.59ab	0.50b	0.44c	0.51b	0.45b	0.61b	0.40c	0.38c	0.49bc	0.49	0.39b	0.66bc	0.64b
54	0.30b	0.60b	0.38c	0.33c	0.59b	0.34cd	0.49b	0.40c	0.29c	0.36c	0.41c	0.39	0.41b	0.58c	0.58b
64	0.42b	0.47c	0.48bc	0.49b	0.67b	0.45bc	0.44b	0.70b	0.57b	0.53b	0.62b	0.48	0.42b	0.42d	0.58b
80	0.55a	0.86a	0.47bc	0.76a	1.00a	0.85[a]	0.73[a]	0.96a	1.20a	0.78a	1.03a	0.39	0.66a	1.27a	1.06a
81	0.39b	0.79a	0.71a	0.42bc	0.55bc	0.27d	0.28c	0.57b	0.35c	0.35c	0.58b	0.47	0.39b	0.71b	0.56b

BRIXAT

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
45	64.19ab	44.64a	28.35c	31.04bc	38.31a	29.97c	44.26b	27.72b	45.25b	45.86bc	34.54a	31.51	50.92a	27.18bc	28.17ab
54	69.92a	32.16ab	55.76a	71.62a	31.09ab	61.07b	36.28bc	49.62a	71.94a	57.05ab	45.03a	44.22	49.19ab	30.67b	32.15ab
64	49.69bc	42.91a	47.18ab	42.30b	27.43ab	49.39b	48.08b	26.84b	34.66b	39.15cd	33.50ab	36.06	49.69ab	49.69a	34.47a
80	36.17c	24.95b	43.02abc	25.89c	21.09b	22.63c	25.45c	24.40b	16.44c	26.57d	18.67b	44.22	34.44b	12.43c	17.84b
81	56.81ab	26.24b	33.63bc	59.33a	39.77a	91.11[a]	77.32[a]	30.90b	62.68a	65.67a	37.07a	40.57	56.81a	25.81bc	41.26a

FIRMEZA

Genótipos	EXPF			ARA			FAN			BRUC			NAC		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
45	5.3	4.02c	3.90c	4.27c	3.59d	3.59d	4.01c	3.67c	3.86c	5.3	3.58c	3.22	3.71d	3.36c	4.07b
54	5.3	5.37b	4.26c	4.96c	4.99c	4.99c	4.84b	3.83c	3.58c	5.3	4.98b	3.03	4.82c	4.99b	4.76b
64	5.3	4.24c	5.39b	4.33c	4.35cd	4.35cd	3.84c	4.69b	4.11c	5.3	4.85b	3.22	3.75d	3.75c	4.0b
80	5.3	9.42a	7.70a	9.54a	8.35a	8.46ª	6.37ª	7.03a	8.24a	5.3	9.39a	3.03	7.43a	8.17a	7.64a
81	5.3	5.37b	5.59b	6.02b	6.56b	6.56b	4.43bc	5.15b	5.87b	5.3	5.62b	3.33	5.73b	4.94b	4.41b

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Médias não seguidas de letras minúsculas na coluna, não diferiram significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, no desdobramento da interação Ambiente x Ciclo x Seleções.

Levando em consideração a interação tripla significativa AxCxS (Tabela 4), que estuda o desempenho das seleções em relação à média de todos os ambientes nos ciclos estudados, houve efeito significativo para todas as variáveis com exceção a característica DB, que apresentou diferença significativa individualmente para Ambientes e Seleções, destacando-se o ambiente NAC (18.81) e a seleção 80 (21.32).

É possível verificar que as Seleções 45, 54 e 80 apresentam superioridade para maioria das variáveis estudadas, em ambientes e ciclos diferentes (Tabela 4), para os demais tratamentos a 64 e a 81 apresentaram o menor desempenho, com exceção para a característica SS onde a seleção 81 tem resultados superiores as demais. Para a variável PR as seleções 45 e 54 se destacam das demais nos ambientes EXPF, ARA e FAN, tendo médias superiores de acordo com o teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro, nos desdobramentos significativos da interação tripla, já para os demais ambientes a seleção 45 continua a se destacar, porém a 80 também apresenta boas médias, dentro dos ciclos e nos ambientes Brasil Uvas e Nacional.

Em relação ao NC (Tabela 4), a menor quantidade de cachos da Seleção 80 pode estar relacionada ao tamanho dos cachos, visto que a massa média de cachos é de 345,20 g, e estando presente na maioria das vezes no melhor grupo do teste de Tukey, esse valor é considerado alto dentro da cultura da videira. As seleções 45, 81 e 54 apresentaram resultados superiores em relação ao valor de NC, de acordo com o teste de médias. Situação semelhante ocorreu com LEÃO et al. (2020) estudando ‘BRS Vitória’, em que obtiveram média geral de 93.84 cachos por planta, entretanto a massa média de cachos foi de apenas 204,77. Dessa forma, para manter o equilíbrio durante a produção e não exaurir todas as suas reservas, videiras que apresentam cachos mais pesados, tendem a reduzir a quantidade de cachos, quando isso não ocorre, é necessário realizar o desbaste e a seleção de cachos para não prejudicar o rendimento dos próximos ciclos produtivos (LEÃO e SILVA, 2018).

As seleções 54 e 80 foram os tratamentos presente no melhor grupo para CC e CB (Tabela 4) na maioria das situações presentes no teste do desdobramento da interação AxCxS, a de se destacar a superioridade para LC e DB das plantas com genótipo 80, apresentando cachos e bagas morfologicamente mais atraentes para o mercado consumidor devido seu maior

tamanho. Não bastante, as características físico-químicas AT e Firmeza também foram superiores em relação aos demais tratamentos, porém essa seleção por apresentar a presença de sementes fica atrás em questões mercadológicas das demais que se destacaram. LEÃO E LIMA (2016) obtiveram resultados variando entre 0,6 e 0,8 para 'BRS Vitória', valores semelhantes foram obtidos para Seleção 80 dentro de todos os ambientes e ciclos que foi submetida. A firmeza da baga é um atributo importante para a qualidade, pois além de reduzir as perdas durante o transporte e evitar o ataque de microrganismos, sensorialmente o consumidor prefere consumir bagas crocantes e firmes (BRITO et al., 2019).

Nos programas de melhoramento genético de plantas, muitos genótipos são testados anualmente em diferentes ambientes, antes de sua recomendação final e multiplicação (SANTOS et al., 2014). Tendo em vista que na maior parte das vezes, estes ambientes são distintos, a interação entre genótipo e ambiente (G x A), é o que afeta o ganho com a seleção e torna necessário estimar a magnitude e a natureza dessa interação. Essas estimativas possibilitam a avaliação do real impacto de seleção e asseguram alto grau de confiabilidade na recomendação de genótipos para um determinado local ou grupo de ambientes (ROSADO et al., 2012).

Entretanto, apesar de sua importância, a simples análise da interação G x A não proporciona informações completas e exatas sobre o comportamento de cada genótipo em várias condições ambientais. Faz-se necessário realizar análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pelas quais é possível a identificação de genótipos com comportamento previsível, que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (CRUZ et al., 2014).

A análise de variância individual para os ambientes em relação as variáveis produção (kg.planta^{-1}) e teor de sólidos solúveis totais (ºBrix) (Tabelas 5 e 6) revelou significância estatística a 1% pelo teste F, para os genótipos em todos os ambientes, com exceção do FANC3, demonstrando assim um comportamento discrepante entre as seleções dependendo do ambiente e das condições edafoclimáticas específicas, com isso torna-se possível determinar qual dessas é mais estável e adaptada em relação a todas as realidades testadas.

Tabela 5. Análise da variância individual para a produção por planta (kg) de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

		QM				
FV	GL	ExpfC1	ExpfC2	ExpfC3	ARAC1	ARAC2
Bloco	4	3,98	2,80	17,3	7,27	3,96
Genótipo	4	14,6**	49,0**	305,00**	15,10**	23,8**
Residual	240	1,40	2,40	9,65	3,42	0,64
Média		4,82	7,44	10,07	5,88	3,86
CV(%)		24,58	20,86	29,42	31,5	20,9
AS		0,951	0,975	0,92	0,88	0,986
h² (%)		90,38	95,10	77,38	77,28	97,30
FV	GL	ARAC3	FANC1	FANC2	FANC3	BRUC1
Bloco	4	2,94	16,7	8,98	7,45	6,67
Genótipo	4	43,2**	183,0**	23,90**	7,60^{ns}	89,2**
Residual	240	3,03	18,0	6,21	4,79	11,0
Média		5,00	13,7	11,1	7,27	7,59
CV(%)		34,8	31,00	22,72	30,09	33,43
AS		0,930	0,860	0,87	0,911	0,936
h² (%)		96,19	95,00	86,64	70,07	87,60
FV	GL	BRUC2	BRUC3	NacC1	NacC2	NacC3
Bloco	4	42,9	20,2	67,6	28,2	12,5
Genótipo	4	145,00**	162,00**	68,4*	165,0**	151,0**
Residual	240	24,6	8,03	25,3	21,8	8,82
Média		13,0	10,1	20,2	9,67	14,5
CV(%)		33,10	28,10	24,9	38,3	20,5
AS		0,911	0,975	0,794	0,932	0,970
h² (%)		83,31	95,51	73,00	86,80	94,20

QM= Quadrados médios dos ambientes; FV= Fonte de variação; GL= Graus de liberdade; CV (%) = Coeficiente de variação; AS= Acurácia seletiva; h²(%)= Herdabilidade no sentido amplo; "*"= Significativo a 5% de probabilidade de erro; "**"=Significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 6. Análise da variância individual para o teor de sólidos solúveis totais (^{0}Brix) de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

		QM					
FV	GL	ExpfC1	ExpfC2	ExpfC3	ARAC1	ARAC2	ARAC3
Bloco	4	0,323	0,40	3,98	1,04	6,82	1,41
Genótipo	4	6,98**	8,01**	36,5**	65,0**	20,8**	53,7**
Residual	240	1,34	0 ,44	2,44	1,95	2,18	0,66
Média		20,42	19,92	21,10	20,70	19,30	19,50
CV(%)		5,68	3,33	10,53	7,26	7,53	4,22
AS		0,89	0,97	0,98	0,95	0,74	0,98
h² (%)		80,97	94,45	96,62	90,60	96,10	97,31
FV		BRUC1	BRUC2	BRUC3	FANC1	FANC2	
Bloco		2,27	0,96	0,33	0,52	1,51	
Genótipo		19,1**	13,7**	6,64**	4,97**	25,0**	
Residual		1,09	0,99	0,94	2,46	1,56	
Média		20,31	19,08	20,94	17,9	22,00	
CV(%)		5,14	4,64	8,76	5,67	5,96	

AS	0,97	0,96	0,95	0,87	0,96
h² (%)	94,30	92,80	91,30	75,80	92,10
FV	FANC3	NacC1	NacC2	NacC3	
Bloco	2,40	0,513	0,339	0,804	
Genótipo	13,5**	10,8**	10,1**	22,9**	
Residual	1,08	1,07	1,18	1,01	
Média	17,46	20,9	17,9	19,4	
CV(%)	5,32	6,01	5,45		
AS	0,94	0,95	0,98		
h² (%)	88,90	90,50	96,00		

QM= Quadrados médios dos ambientes; FV= Fonte de variação; GL= Graus de liberdade; CV (%) = Coeficiente de variação; AS= Acurácia seletiva; h²(%)= Herdabilidade no sentido amplo; "*"= Significativo a 5% de probabilidade de erro; "**"=Significativo a 1% de probabilidade de erro.

A acurácia obtida acima de 0,9 para a maioria dos ambientes (Tabelas 5 e 6) revela excelente qualidade experimental e, portanto, segurança na seleção dos genótipos superiores quanto ao caráter produção por planta e teor de sólidos solúveis totais para a videira, dando assim segurança na determinação da seleção mais estável dentro do programa de melhoramento. A acurácia evidencia alta precisão das inferências das médias genotípicas, pois esta tem a propriedade de informar sobre o correto ordenamento das cultivares para fins de seleção (RESENDE, 2002). Segundo a classificação apresentada por Resende e Duarte (2007), a acurácia para a produção por planta foi muito alta (0,90 ≤ Ac ≤ 0,99) para os ensaios.

A estimativa de acurácia seletiva é semelhante a obtida por ASSUNÇÃO et al. (2015) ao avaliar genótipos de maracujazeiro azedo quanto à qualidade de frutos em condições de cultivo no município Tangará da Serra-MT, demonstrando uma boa adaptação da metodologia estatística e experimental nos programas de melhoramento visando seleções de frutíferas superiores.

Uma das maneiras de atenuar a interação genótipos x ambientes é identificar, no grupo avaliado, aqueles materiais produtivos com maior estabilidade e adaptabilidade. Para isso se desenvolveu o método MHPRVG-BLUP que contempla estudos de estabilidade e adaptabilidade, empregando dados genotípicos que incorporam em uma única estatística a estabilidade, a adaptabilidade e a média do caráter de interesse (RESENDE, 2007).

Considerando a característica produção para as diferentes respostas frente aos ambientes, a decomposição dos fatores atuantes (Tabela 7), com a predição via uso de médias harmônicas, por meio de um ranqueamento metodológico de

adaptabilidade (RPGV), estabilidade (HMGV) e adaptabilidade e estabilidade associadas (HMRPGV), pode-se determinar que a seleção 45 apresentou sempre os melhores resultados para a maioria dos métodos utilizados, e a seleção 54 que apresentou resultado superior no Rank das Médias Ponderadas das Pontuações Absolutas Estimadas com a Matriz BLUP GxA (WAASB_R), com esse cenário pode-se defini-las como as seleções de maior potencial em relação a produção por planta, apresentando a maior estabilidade e adaptabilidade entre os genótipos testados.

Tabela 7. Performance relativa e ranqueamento para Produção por planta (PR, kg) utilizando a estimativas de estabilidade (HMGV), HMGV_R, adaptabilidade (RPGV) RPGV-Y, RPGV_R, WAASB e WAASB_R de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

GEN	Y	HMGV[1]	HMGV_R[2]	RPGV[3]	RPGV-Y[4]	RPGV_R[5]
45	11,5	8,40	1	1,17	11,3	1
54	10,3	7,63	2	1,06	10,2	2
64	8,44	4,97	5	0,865	8,35	5
80	8,96	6,00	4	0,926	8,93	4
81	9,04	7,19	3	0,972	9,38	3

GEN	Y	HMRPGV_Y[6]	HMRPGV_R[7]	WAASB[8]	WAASB_R[9]
45	11,5	10,4	1	1,47	3
54	10,3	9,02	2	1,32	1
64	8,44	6,51	5	1,77	5
80	8,96	7,03	4	1,66	4
81	9,04	8,59	3	1,40	2

GEN	BLUP (g)	PR	Pred
45	0,308	9,96	8,96
54	0,111	9,76	8,76
80	-0,101	9,55	8,55
64	-0,115	9,53	8,53
81	-0,202	9,45	8,45

[1]HMGV(Média Harmônica dos Valores Genéticos para Estabilidade); [2]HMGV_R (Rank das Médias Harmônicas dos Valores Genéticos para Estabilidade); [3]RPVG (Performance Relativa dos Valores Genéticos para Adaptabilidade); [4]RPGV-Y (Média da Performance Relativa dos Valores Genéticos para Adaptabilidade); [5]RPGV_R (Rank da Performance Relativa dos Valores Genéticos para Adaptabilidade); [6]HMRPGV_Y (Média dos Valores Genéticos Preditos para Adaptabilidade e Estabilidade associados); [7]HMRPGV_R (Rank das Médias dos Valores Genéticos Preditos para Adaptabilidade e Estabilidade associados); [8]WAASB (Média Ponderada das Pontuações Absolutas Estimadas com a Matriz BLUP GxA); [9]WAASB_R (Rank das Médias Ponderadas das Pontuações Absolutas Estimadas com a Matriz BLUP GxA); Pred= Valores preditos.

A partir dessas mesmas análises para a variável SS (Tabela 8), a seleção 81 apresenta maior média predita e real por meio do BlupG com 21,1 ºBrix, se repetindo para a questão de adaptabilidade e estabilidade com valores superiores em (RPGV), (HMGV) e (HMRPGV), que determinam qual das

seleções é a mais adaptada e estável e no ranqueamento WAASB, que ao contrário das anteriores, o genótipo que apresenta o menor valor determina a seleção superior, a seleção 64 é a que superior. Um aspecto que deve ser levado em consideração é que a seleção 45 é que apresenta a menor média para teor de sólidos solúveis totais, 17.6 °Brix ainda se enquadra no limiar mercadológico dessa categoria sendo que apresenta a melhor produção em relação as demais. As variações dos valores de SS em relação aos ambientes possivelmente estão relacionadas aos efeitos que os fatores altitude e latitude exercem sobre os elementos climáticos e, consequentemente, sobre as atividades biológicas das plantas (GABRIEL et al., 2019).

Um dos aspectos mais importantes e utilizados na definição do ponto de colheita das uvas é o teor de sólidos solúveis totais (SS) medidos por escala de refração (ºBrix), a qual representa cerca de 90% dos açúcares e a outra parte destes sólidos refere-se às vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas dissolvidas em água (GUERRA, 2002).

É citado na Instrução Normativa N° 1 - fevereiro/2002 (BRASIL, 2002) que as uvas finas de mesa apresentem o teor mínimo de SS igual a 14 °Brix. As normas internacionais exigem teores que variam de 14 a 17,5 °Brix, de acordo com a variedade (BENATO, 2003). Resultado mínimo esse que foi apresentado pelas seleções que mais se destacaram nas análises especificas de PR e SS como a 81 com seus 21.4 °Brix e a 45 com 17.6 °Brix, atendendo assim os esse pré-requisito necessário para sua comercialização tanto no mercado interno como na exportação do produto.

Houve concordância entre as estatísticas MHVG, PRVG e MHPRVG na discriminação das seleções mais produtivas e com alta adaptabilidade e estabilidade, o que indica que essas podem fazer parte de critérios seletivos na rotina dos programas de melhoramento de videira no processo final do desenvolvimento de cultivares.

Tabela 8. Performance relativa e ranqueamento para o teor de sólidos solúveis totais (^{0}Brix) de cinco seleções de uvas de mesa avaliados em cinco ambientes em três ciclos de produção, nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

GEN	Y	HMGV[1]	HMGV_R[2]	RPGV[3]	RPGV-Y[4]	RPGV_R[5]
45	17,4	17,3	5	0,887	17,4	5
54	19,6	19,5	4	0,997	19,6	4
64	19,9	19,9	2	1,01	19,9	2
80	19,9	19,8	3	1,01	19,9	3
81	21,5	21,3	1	1,09	21,5	1
GEN	Y	HMRPGV_Y[6]	HMRPGV_R[7]	WAASB[8]	WAASB_R[9]	
45	17,4	17,3	5	1,30	5	
54	19,6	19,6	4	0,778	2	
64	19,9	19,9	2	0,607	1	
80	19,9	19,9	3	0,943	3	
81	21,5	21,4	1	0,975	4	
GEN	BLUPG	SS	Pred			
81	1,69	21,4	20,7			
80	0,241	19,9	19,2			
54	0,239	19,9	19,2			
64	-0,046	19,6	18,9			
45	-2,12	17,6	16,9			

[1]HMGV(Média Harmônica dos Valores Genéticos para Estabilidade); [2]HMGV_R (Rank das Médias Harmônicas dos Valores Genéticos para Estabilidade); [3]RPVG (Performance Relativa dos Valores Genéticos para Adaptabilidade); [4]RPGV-Y (Média da Performance Relativa dos Valores Genéticos para Adaptabilidade); [5]RPGV_R (Rank da Performance Relativa dos Valores Genéticos para Adaptabilidade); [6]HMRPGV_Y (Média dos Valores Genéticos Preditos para Adaptabilidade e Estabilidade associados); [7]HMRPGV_R (Rank das Médias dos Valores Genéticos Preditos para Adaptabilidade e Estabilidade associados); [8]WAASB (Média Ponderada das Pontuações Absolutas Estimadas com a Matriz BLUP GxA); [9]WAASB_R (Rank das Médias Ponderadas das Pontuações Absolutas Estimadas com a Matriz BLUP GxA); Pred= Valores preditos.

Os resultados obtidos pelas metodologias estatísticas MHVG, PRVG e MHPRVG corroboram com os de MORETO & BRUNA (2014) que trabalhando com a cultura do pessegueiro demonstraram que esses métodos são boas alternativas para ser utilizadas como critérios para seleção de genótipos superiores em programas de melhoramento.

REGITANO NETO et al. (2013) e CARBONELL et al. (2007) também constataram que o método MHPRVG foi vantajoso por apresentar resultados na mesma escala de mensuração do caráter avaliado e simultaneamente para produção, estabilidade e adaptabilidade e pode ser executado de forma eficiente no contexto de modelos mistos.

A utilização de modelos mistos e do método MHPRVG também mostrou se adequada, eficiente e altamente informativa sobre a inferência de valores genotípicos para uso em programas de melhoramento de arroz visando a avaliação de tipos especiais de arroz (STRECK et al., 2019).

Já o ranqueamento dos genótipos quando comparada pela metodologia WAASB de estabilidade que é realizada por meio da matriz BLUP da interação G × A não se modifica e mostra que a seleção 54 é a mais estável dentre todas as demais pelo menor valor do índice WAASB (1.32), seguido da seleção 81 (1.40) (Tabela 7). As seleções 80 e 64, nesta ordem, foram as mais instáveis genotipicamente, atingindo os maiores índices de 1.66 e 1.77, respectivamente (Tabela 7).

Nas análises WAASB e WAASBY houve diferenças no ranqueamento quanto ao desempenho e performance que outras metodologias não diferenciaram. Ocorrendo possivelmente em razão do uso amplo de variáveis para a predição do método, sendo benéfico na busca e quantificação de diferenças (OLIVOTO et al., 2019). Além disso, tal resultado comprova que o método pode ser superior não apenas em casos em que há grande diversidade genética, mas também quando há certas similaridades entre os genótipos, apontando até mesmo pequenas distinções.

Como citado por OLIVOTO et al. (2019) os índices WAASB e WAASBY podem ser estimadas independentemente das suposições para os efeitos aleatórios do modelo. Em outras palavras, tanto a estabilidade quanto a seleção simultânea para estabilidade e desempenho médio podem ser realizadas considerando os efeitos de genótipos ou ambientes como fixos ou aleatórios. Essa flexibilidade de escolha metodológica não existe, por exemplo, no modelo 54 do software SELEGEN (DE RESENDE, 2016), método mais utilizado para análise de adaptabilidade e estabilidade no melhoramento de plantas.

O comportamento genotípico das seleções pode indicar um padrão de resposta a estímulos ambientais por meio do estudo de estimativas de adaptabilidade e estabilidade, dependendo das oscilações das variações do ambiente em questão (MAIA et al., 2009).

Os dados apresentados nesse trabalho estão de acordo com os de Regitano et al. (2013), que analisou o comportamento de genótipos de arroz de

terras altas no estado de São Paulo usando a metodologia de modelos mistos (REML/BLUP), obtendo resultados satisfatórios dentro do programa de melhoramento.

Para a análise AMMI (Tabelas 9 e 10) houve significância à 1% de probabilidade pelo teste F para os genótipos, ambientes e a interação G x A entre as seleções para ambas as variáveis selecionadas, demonstrando assim que existe uma diferença estatística entre as seleções, diferindo entre elas de acordo com o ambiente de cultivo. Foram obtidos coeficientes de variação 27,75 e 12,35, respectivamente, sendo considerados de regulares para bons tendo em vista o número de ambientes testados e com os experimentos sendo em condições de campo.

Houve interação G x A significativa, notando-se com isso que o ambiente interfere diretamente no desempenho de produção e nos sólidos solúveis das seleções, por meio das diversas condições edafoclimáticas apresentadas. Como é descrito por CAMPBELL & JONES (2005) a presença desse fenômeno entre seleções e os ambientes testados interfere de forma intensa nos programas de melhoramento, fazendo com que, na maioria das vezes, os cultivares sejam indicados a ambientes específicos por possuírem maior adaptabilidade nessas condições ambientais.

A existência da interação tratamentos x ambientes dificulta a recomendação de cultivares pois provoca inconsistências na indicação dos melhores genótipos nos diferentes ambientes estudados (OLIVEIRA et al., 2014). Assim, para melhor entendimento dessa interação entre os clones estudados e as variações ambientais aos quais foram submetidos, são necessários estudos mais detalhados de adaptabilidade e estabilidade. Para a indicação de seleções que cubram um grande espectro ambiental se faz necessário o uso de metodologias mais amplas e complexas como é o caso dos modelos mistos, que foram aplicados neste trabalho tendo em vista que a indicação do ideótipo será para múltiplos ambientes.

Para a produção e teor de sólidos solúveis também foi realizada a análise por meio de modelos mistos REML/BLUP, apresentando para a primeira variável significância no Teste razão de Verossimilhança (LRT), pelo teste qui-quadrado, para a interação G x A, demonstrando uma relação direta entre a expressão das

características das seleções de acordo com as condições edafoclimáticas específicas de cada local.

Para a variável SS houve significância no LRT tanto para genótipos quanto para a interação, isso demostra que existem diferenças significativas no valor de SS entre as seleções e que o ambiente também teve influência significativa no valor apresentado. Desse modo, também pode-se aceitar o uso de Modelos Mistos para a seleção do ideótipo buscado.

Tabela 9. Estimativa dos componentes da variância e de média para a produção por planta (kg) pelos métodos AMMI e REML/BLUP de cinco seleções de videira testados em cinco ambientes em três ciclos de produção, em Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

AMMI							
FV[1]	GL	SQ	QM	F_c (%)	Prob	CV (%)	Média
Bloco/Amb	60	998	16,64	1,67	0,00		
Genótipo	4	6809	114,30	11,50	0,01**		
Ambiente	14	457	486,35	29,23	0,00**	27,75	9,65
G × A	56	5328	95,15	6,72	0,00**		
Residual	240	2386	9,94	9,57			
REML/BLUP							
	LRT	χ^2					
Bloco/Amb	-	-					
Genótipo	0,0662	$0,80^{ns}$					
G × A	159,00	2^{e-16}**					

FV= Fonte de variação; G × A= Interação Genótipo × Ambiente; GL= Graus de liberdade; SQ= Soma dos quadrados; QM= Quadrados médios; Fc= Valor de F calculado para genótipo; CV= Coeficiente de variação; LRT= Teste razão de Verossimilhança; χ^2= Teste Qui-quadrado; "**" = Significativo a 1% de probabilidade de erro.

Tabela 10. Estimativa dos componentes da variância e de média para teor de sólidos solúveis totais (^{0}Brix) pelos métodos AMMI e REML/BLUP de cinco seleções de videira testados em cinco ambientes em três ciclos de produção, em Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

AMMI							
FV[1]	GL	SQ	QM	Fc (%)	Prob	CV (%)	Média
Bloco/Amb	60	134,4	2,24	1,29			
Genótipo	4	644,4	161,09	92,91	0,00**		
Ambiente	14	385,6	27,54	12,30	0,00**	12,35	19,67
G × A	56	626,7	11,19	6,45	0,00**		
Residual	240	416,1	6,59				
REML/BLUP							
	LRT	χ^2					
Bloco/Amb	-	-					
Genótipo	27,6	$1,5^{e-07}$ **					
G × A	105,00	$2,2^{e-16}$ ***					

FV= Fonte de variação; G × A= Interação Genótipo × Ambiente; GL= Graus de liberdade; SQ= Soma dos quadrados; QM= Quadrados médios; Fc= Valor de F calculado para genótipo; CV= Coeficiente de variação; PR= Produção por plantas; LRT= Teste razão de Verossimilhança; χ^2= Teste Qui-quadrado; "**" = Significativo a 1% de probabilidade de erro.

Como é citado por SILVA et al. (2011) a análise REML/BLUP destaca-se das demais por apresentar os resultados em função de valores genotípicos levando em consideração os parâmetros de produtividade, adaptabilidade e estabilidade.

Para as porcentagens de explicação dos eixos do modelo AMMI, observa-se que os dois primeiros componentes (IPCA 1 e IPCA 2) explicam mais de 80% da variação. Sabe-se que nos primeiros eixos há maior captação da porcentagem de padrão dos componentes principais, com diminuição nos eixos subsequentes. Deste modo, à medida que se eleva o número de eixos selecionados, aumenta-se a porcentagem de "ruído", reduzindo o poder de predição da análise (OLIVEIRA et al., 2003). Assim, a interpretação gráfica da adaptabilidade foi feita considerando apenas o biplot com o modelo AMMI.

Esses resultados estão de acordo com os resultados de ALVES-BARROS et al. (2013) e El-SHAIENY et al. (2015), trabalhando com a cultura do feijão-caupi, os quais obtiveram respostas semelhantes para a característica de produção. A existência dessa significativa interação demonstra a importância dos estudos de estabilidade e adaptabilidade dos genótipos nos diversos ambientes.

Considerando a análise AMMI Biplot para a característica de produção por planta (Figuras 3 e 4) que associa a parte gráfica para representação de resultados entre os genótipos e ambientes, observa-se que os dois componentes principais somados explicam 80,50% de toda a variação existente na G × A (Figura 3). No que tange as seleções, verifica-se que a seleção 45 foi a que menos contribuiu para a interação G × A por estar situada mais próximo do eixo zero, sendo, portanto, a mais estável em relação aos genótipos testados (Figura 3). Considerando os ambientes na análise AMMI Biplot verifica-se que NacC1, NacC3 e a BRUC2 são os locais (NAC e BRUC) e ciclos de produção (C1, C2 e C3) que mais discriminam os genótipos favorecendo a seleção, visto que estes estão mais distantes do centro de origem.

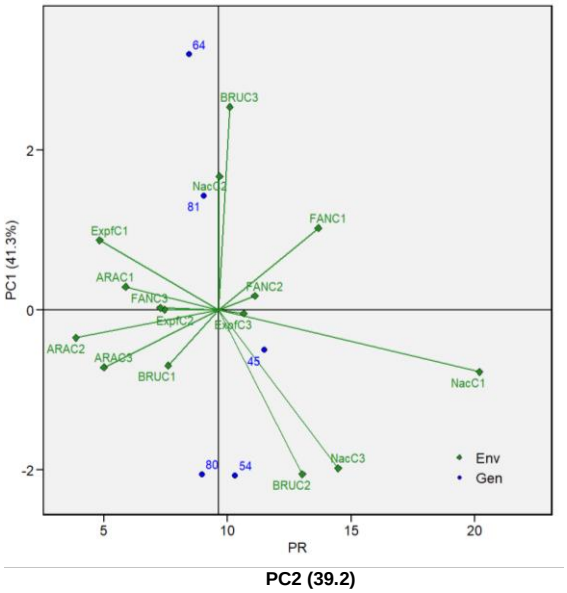

Figura 3. Análise AMMI Biplot da variável Produção (PR) (kg) obtidos a partir da decomposição da matriz de BLUP para estudo da adaptabilidade, considerando cinco seleções de uvas de mesa (45, 54, 64, 80 e 81) avaliadas em cinco ambientes (ARAC, BRUC, Expf, FAN e Nac), em três ciclos de produção (C1, C2 e C3), em Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

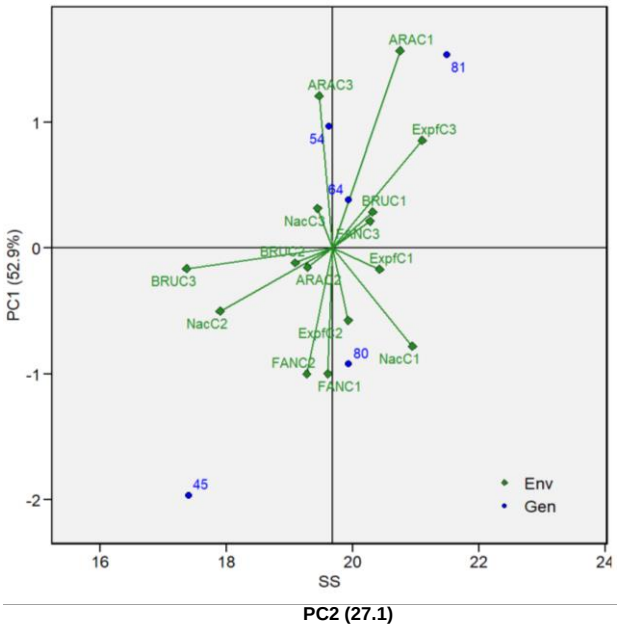

Figura 4. Análise AMMI Biplot para teor de sólidos solúveis totais (ºBrix) obtidos a partir da decomposição da matriz de BLUP para estudo da adaptabilidade , considerando cinco seleções de uvas de mesa (45, 54, 64, 80 e 81) testados em cinco ambientes (ARAC, BRUC, Expf, FAN e Nac) em três ciclos de produção (C1, C2 e C3), em Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

Dada a dispersão de genótipos e ambientes, observou-se que a análise por meio do método AMMI é apreciável, tendo em vista à complexidade genética de desempenho (MONDO; KIMANI; NARLA, 2019; SÁNCHEZ-RAMÍREZ; MENDOZA CASTILLO; MENDOZA-MENDOZA, 2016). Portanto, a resposta

diferencial dos genótipos em diferentes ambientes se deve à magnitude de sua contribuição para a interação genótipo x ambiente (EL SHAIENY et al., 2015).

O método WAASB Biplot x Y compara a estabilidade por meio das médias absolutas dos valores ponderados em concomitância a produção por planta, onde menores valores de WAASB indicam os genótipos mais estáveis e maiores valores indicam os mais produtivos. Nesta técnica quatro quadrantes (I, II, III e IV) discriminam as diferenças, sendo o quadrante IV o ideal que reúne os itens de estabilidade e rendimento de forma simultânea para os genótipos e ambientes estudados, e o quadrante I o menos estável e com rendimento abaixo da média geral traçada em paralelo (Figura 4).

As seleções 45 e 54 estão situadas no quadrante IV demonstrando sua maior estabilidade a vista das demais, com a seleção 45 com melhores resultados visto que está mais próxima do ponto de origem; a seleção 80 foi plotada no quadrante III, demonstrando assim boa estabilidade em relação aos demais genótipos testados, já os mais instáveis foram respectivamente as seleções 81 e 64. Portanto, confirma-se a seleção 45 como a mais estável considerando-se as duas metodologias estatísticas utilizadas.

Em virtude da presença de ambientes discrepantes de avaliação, torna-se necessário considerar a escolha de seleções mais estáveis para que as influências no rendimento produtivo final não sejam muito expressivas (Figura 5a e b). Essa importância, estudada pela combinação entre a performance e o desempenho entre PR e estabilidade via WAASBY, estabelecido igualitariamente a 50% de cada característica, demonstrando mais uma vez a seleção 45 como a superior em relação as demais. Para a variável SS as seleções 80 e 81 ficaram acima da linha de corte das médias obtidas, demonstrando assim suas superioridades em relação aos números em si, porém não apresentaram uma estabilidade satisfatória, com uma relação direta com a produção.

a)

b)

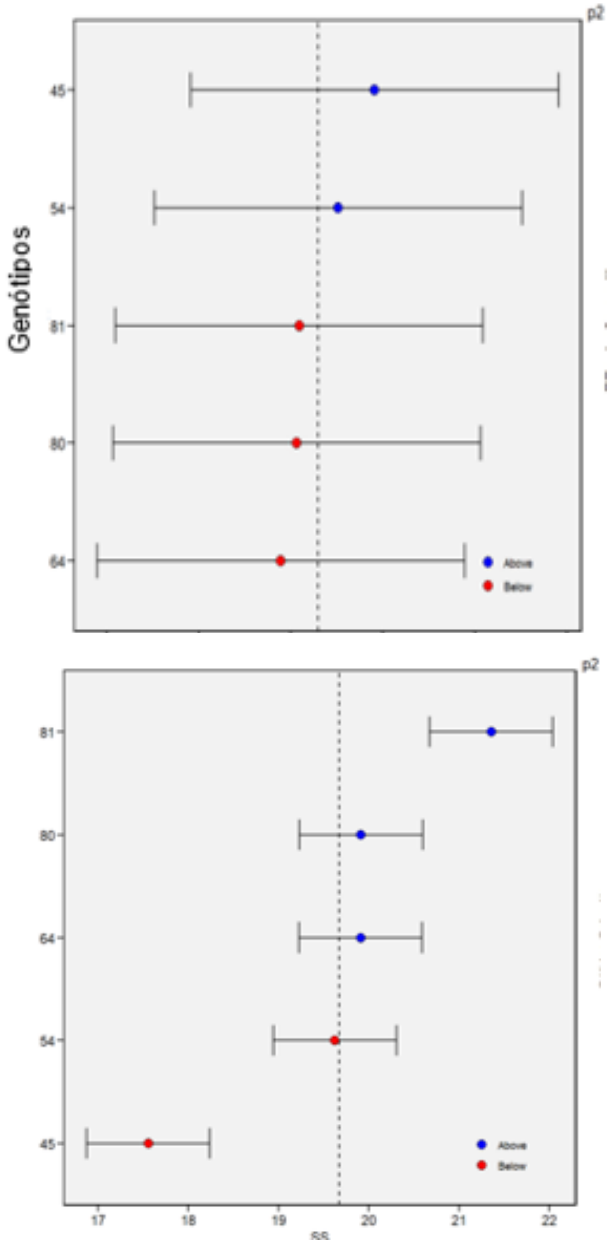

Figura 5. Valores estimados de WAASBY da variável PR (kg) (a) e SS (ºBrix) (b) para cinco seleções de uvas de mesa, considerando a percentagem de 50% estabilidade e 50% performance submetidos a cinco ambientes em três ciclos de produção, em Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Casa Nova - BA.

A partir desses cenários apresentados e dos resultados em relação as demais variáveis avaliadas com destaque para a massa e tamanho de cachos e bagas, pode-se inferir que as seleções 45, principalmente no que tange a característica produção por planta que interfere diretamente na produtividade da lavoura, e a 54 são as que apresentaram uma melhor junção de estabilidade e adaptabilidade nos diferentes ambientes avaliados na região do Submédio do

vale do São Francisco, com o aspecto agronômico essencial no momento de lançamento de uma cultivar de videira no mercado.

5. CONCLUSÕES

Os métodos de adaptabilidade e estabilidade aplicados a produção permitiram identificar o genótipo com maior adaptabilidade e estabilidade nas condições do Vale do Submédio do São Francisco.

As seleções que se destacaram a partir da análise de três ciclos de produção foram as seleções 45 e 54, que apresentaram valores elevados para adaptabilidade e estabilidade em termos de produção. Para teor de sólidos solúveis foi a seleção 81, sendo que esta pode servir de base em um desenvolvimento de cultivar que vise uma maior concentração de sólidos solúveis, tendo sua comercialização em um nicho mais específico.

Considerando-se os resultados das demais variáveis, destaca-se a seleção 80, que morfologicamente apresenta bons aspectos, embora com menor adaptabilidade e estabilidade para as duas variáveis analisadas como principais na pesquisa, essas características morfológicas seriam interessantes para o lançamento de uma cultivar com sementes.

Os métodos AMMI, REML/BLUP, WAASB e WAASBY apresentaram ranqueamentos eficientes para escolha a partir da combinação do desempenho e performance das seleções, tendo em vista que levam em consideração diversos modelos estatísticos, podendo assim serem utilizados nos programas de melhoramento genético da cultura da videira.

Dos métodos utilizados nesse estudo para cultura da videira podemos concluir que todos permitiram identificar os genótipos com maior adaptabilidade e estabilidade. Porém, destacamos os modelos mistos que permitiram ranquear os genótipos e identificá-los, além de ser uma metodologia mais atual para o estudo de adaptabilidade e estabilidade.

A partir dos resultados dos três ciclos de produção realizados em condições edafoclimáticas abrangentes na região, é possível considerar as seleções 45 e 54 com potencial para lançamento de nova cultivar altamente produtiva de uva sem sementes para as condições do Submédio do Vale do São Francisco.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environment interaction in applied plant breeding. Crop Science, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, set. 1964.

ALVARES, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M. and Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 22, 711-728. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

ALVES-BARROS, M *et* al. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão caupide porte semiprostrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 48, n. 4, pág. 403-410, 2013.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI 2022 - Editora Gazeta. https://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2022.

ASSUNÇÃO, M. P., KRAUSE, W., DALLACORT, R., dos SANTOS, P. R. J., & NEVES, L. G. Seleção individual de plantas de maracujazeiro azedo quanto à qualidade de frutos via REML/BLUP. **Revista Caatinga**, *28*(2), 57-63, 2015.

BARBOSA**,** E. **Fruticultura alavanca empregos no Vale do São Francisco**. Folha de Pernambuco. https://www.folhape.com.br/economia/fruticultura-alavanca-empregos-no-vale-do-sao-francisco/123315/. Acesso em 20.07.2022.

BARLASS, M; RAMMING, D.W.; DAVIS, H.P. In-ovulo embryo culture: a breeding technique to rescue seedless x sedless table grape crosses. The Australian Grapegrower & Wine- maker. Australian, April, p.123-125. 1988.

BECKER, H. C. Correlations among some estatistical measure of phenotypic Stability. **Euphytica**, Wageningen, v. 30, p. 835-840, 1981.

BENATO, E. Tecnologia, Fisiologia e doenças pós-colheita de uvas de mesa. In: POMMER, C.V. **Uva Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes. p.635 – 723. 2003.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in planta**. Woodbury, Minnesota: Stemma Press, 2010.

BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maduracion y madurez de la uva**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004.

BORGES, V.; SOARES, A. A.; RESENDE, M. D. V.; REIS, M. S.; CORNÉLIO, V. M. O.; SOARES, P. C. Progresso genético do programa de melhoramento de

arroz de terras altas de minas gerais utilizando modelos mistos. **Rev. Bras. Biom**., São Paulo, v. 27, n. 3, p. 478-490, 2009.

BRITO, A. L. D., BONFIM, W. M. D., ANDRADE, E. R. D., LIMA, M. A. C. D. Quality and antioxidant potential of 'BRS clara'and 'Arizul'grapes influenced by rootstocks in a tropical region. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, 2019.

CARBONEL, S. A. M *et al.* Estabilidade em cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no Estado de São Paulo. **Bragança,** v. 66, n. 2 pág. 193-201, 2007.

CHAVES**,** M. C. F. Fotossíntese e repartição dos produtos de assimilação em *Vitis vinífera* L. 1986. 220 p. **Tese (Doutorado)** – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. D. **Pós-colheita de frutas e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 2. ed., 293 p. il.

CHOUDHURY, M. M. (Ed.). **Uva de mesa: pós-colheita.** Petrolina, PE; Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 55 p. il. (Frutas do Brasil; 12).

CHOUDHURY, M. M.; Costa T. S. **Cultivo da Videira**: Ponto de colheita. Embrapa Semiárido. Sistema de Produção, 2004.

COMEXSTAT. **Sistema de Estatísticas do Comércio Exterior. Exportação e importação geral.** Disponível em http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral. Acesso em 11 de março de 2021.

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

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003.

CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. Revista Ceres, v. 38, n. 219, p. 422-430, maio/jun. 1991.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. rev. Viçosa: Editora UFV, 1997.

DE SOUZA LEÃO, Patrícia Coelho. **Avanços e perspectivas da produção de uvas de mesa no Vale do Submédio São Francisco**, 2021.

DENIS, J. B.; GOWER, J. C. Asymptotic confidence regions for biadditive models: interpreting genotype-environment interactions. **Applied Statistics**, Augusta, v. 45, p. 479- 493, 1996.

DOMINGUES, L. S., RIBEIRO, N. D., MINETTO, C., SOUZA, J. F., & ANTUNES, I. F. (2013). Metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade para a identificação de linhagens de feijão promissoras para cultivo no Rio Grande do Sul. **Seminário: Ciências Agrárias**, 34 (3), 1065-1076. DOI: 10.5433 / 1679-0359.2013v34n3p1065

EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.

EL-SHAIENY, A. A. H *et al.* Análise de estabilidade de caracteres componentes em feijão-caupi *(Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Jornal de Horticultura e Silvicultura,** v. 7, n. 2, pág. 24-35, 2015.

EMERSHAD, Richard L.; RAMMING, David W. Cultura de embriões in-ovulo de Vitis vinifera LCV 'Thompson seedless'. American Journal of Botany , v. 71, n. 6, pág. 873-877, 1984.

EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Tradução e notas de Eurípedes Malavolta. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 342p.

FILHO, João de Andrade Dutra et al. Divergência genética para adaptabilidade e estabilidade em cana-de-açúcar: Proposta para uma avaliação mais precisa. **Plos one** , v. 16, n. 7, pág. e0254413, 2021.

FREIRIA, G. H., GONÇALVES, L. S. A., FURLAN, F., FONSECA JUNIOR, N. S., LIMA, W. F., & PRETE, C. G. C. (2018). Métodos estatísticos para estudar adaptabilidade e estabilidade em linhagens de soja para fins alimentícios**.** **Bragantia**, 77 (2), 253-264. DOI: 10.1590 / 1678-4499.2017076.

GABRIEL, A; RESENDE, J. T. V; ZEIST, A. R; RESENDE, L. V; RESENDE, N. C. V; ZEIST, R. A. Phenotypic stability of strawberry cultivars based on physicochemical traits of fruit. **Horticultura Brasileira** 37: 075-081, 2019. DOI - http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190112.

GAUCH, H. G.; PIEPHO JR., H. P.; ANNICCHIARICO, P. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE: further considerations. **Crop Science**, v. 48, n. 3, p. 866-889, 2008.

GAUCH, H.G. (Ed.). **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. v.4, p.85-122.

GAUCH, H.G. **Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs.** 1ª ed., 278p, 1992.

GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M.S.;

GIOVANNINI, E. **Manual de Viticultura**. Série Tekne, Porto Alegre: Bookman. 194. 2014.

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para a elaboração de vinhos finos. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1, 2002. Andradas**. Viticultura e enologia**: atualizando conceitos. Caldas. Anais: EPAMIG-FECD, p. 179-192, 2002.

HF-BRASIL. Anuário de Hortifruti Brasil: Retrospectiva 2022 x Perspectivas 2023. Edição Especial. Piracicaba, CEPEA USP/ESALQ. 2023. 46p.

HILL, J. Genotype-environment interaction: A challenge to plant breeding. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge, v. 85, p. 477-499, 1975.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Pesquisa Produção Agrícola Municipal**. In: Sidra: sistema IBGE de Recuperação Automática. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: agosto de 2020.

LEÃO, P. C. de S., SILVA, E. E. G. Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v.25,n.3, p. 375-378, 2003.

LEÃO, E. L. L.; MOUTINHO, L. M. G. **Arranjo produtivo local da fruticultura irrigada do Vale do Submédio do São Francisco - Pernambuco/ Bahia: fluxos comerciais e dinamismo local**. 2014.

LEÃO, P. C. de S.; BORGES, R. M. E.; MELO, N. F. de; BARBOSA, M. A. G.; LIMA, M. A. C. de; FLORES, R. C.; MARQUES, A. T. B. '**BRS Tainá': nova cultivar de uvas sem sementes de cor branca para o Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2020.

LEAO, P. C. de S.; BORGES, R. M. E.; MELO, N. F. de; BARBOSA, M. A. G.; LIMA, M. A. C. de. BRS Tainá: new white seedless grape cultivar for the Brazilian semi-arid region. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 21, n. 3, e389321310, 2021.

LEAO, P. C. de S.; LIMA, M. A. C. de. Cultivar BRS Núbia: produtividade e qualidade da uva no Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017. 4 p. (Embrapa Semiárido. Comunicado técnico, 172).

LEÃO, P. C. de S; BORGES, R. M. E. **Melhoramento genético da videira** / Petrolina: Embrapa Semiárido, 61 p.: il. (Embrapa Semiárido. Série Documentos, 224) 2009.

LEÃO, P. C. S.; COSTA, J. G. Estimates of repeatability and path coeficients on grapes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, n.3, p.231-236, 2003.

LEÃO, P. C. S.; CRUZ, C. D.; MOTOIKE, S. Y. Genetic diversity of a Brazilian wine grape Germplasm Collection based on morphoagronomic traits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1164-1172, 2010.

LEÃO, P. C. S.; RODRIGUES, B. L. **Intervenções de poda e manejo de cacho de uvas de mesa em regiões tropicais**. Belo Horizonte: Epamig,v. 36, n. 289, p. 7-18, 2015. 100p.

LEAO, PC de S. **Avanços e perspectivas da produção de uvas de mesa no Vale do Submédio São Francisco**. Embrapa Semiárido-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2021.

LEÃO, P. C. S. de; SILVA, D. J. **Cultivo da videira no semiárido nordestino**. In: PIO, R. Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Ed. UFLA, p.586-625. 2018.

LEÃO, P. C. S. de; LIMA, M. A. C. de. **Uva de mesa sem sementes 'BRS Vitória': Comportamento agronômico e qualidade dos frutos no Submédio do Vale do São Francisco.** Embrapa Semiárido: Petrolina. Comunicado Técnico, 168. 5p. 2016.

LEWIS, D. Gene-environment interaction. A relationship between dominance heterosis phenotype stability and variability. **Heredity**, Glasgow, v. 8, n. 3, p. 333-356, 1954.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A method of analysing cultivars x locations x year experiments: a new stability parameter. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 425-430, Jan. 1988.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFROVITCH, L. P. Stability Analysis: Where Do We Stand? **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 5, p. 894-899, set./out. 1986.

LLOYD, G.; MCCOWN, B.H. Commerci- ally-feasible micropropagation of mountain laurel. Kalmia latifolia, by use of shoot tipe culture. Proce- edings of International Plant Pro- pagation Society, v.30, p.421-427. 1986.

MAIA, J. D. G.; RITSCHEL, P. S.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T. de; GROHS, D. S.; FAJARDO, T. V. M. **BRS Melodia: nova cultivar de uvas sem sementes, com sabor especial de mix de frutas vermelhas, recomendada para cultivo na Serra Gaúcha, em cobertura plástica.** Bento Gonçalves :Embrapa Uva e vinho, 22 p. il., color., 2019. (Embrapa Uva e Vinho, Circular Técnica, 144).

MAIA, J.D.G.; RITSCHEL, P.; CAMARGO, U.A.; SOUZA, R.T. de S.; FAJARDO, T.V.M.; NAVES, R. de L.; GIRARDI, C.L. '**BRS Vitória' Nova cultivar de uva de mesa sem sementes com sabor especial e tolerante ao míldio**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012, 12 p. il., color. (Embrapa Uva e Vinho, Comunicado Técnico, 126).

MAIA, M. C. C. et al. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.39, 43-50, 2009. DOI: 10.5216/pat.v39i1.5704.

MONDO, J. M; KIMANI, P. M; NARLA, R. D. Interações genótipo x ambiente na produção de sementes de linhagens inter-raciais de feijão comum no Quênia. **World Journal of Agricultural Research,** v. 7, n.3, p.76-87, 2019.

MORETO, A. L., & BRUNA, E. D. Seleção de clones de pessegueiro quanto a produtividade, adaptabilidade e estabilidade. **Agropecuária Catarinense**, 26(3), 91-97, 2013. Disponível em: https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/626/528.

MULLINS, M.G. Tissue culture and the genetic improvement of grapevines: a review. Acta Horticulturae, Wageningen, n.280, p.11-22. 1990.

NUNES, G. H. S.; SANTOS JÚNIOR, H.; GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; DIAS, C. T. S.; DANTAS, M. S. M. Phenotypic stability of hybrids of Galia melon in Rio Grande do Norte state, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 12, p. 1421-1434, 2011b.

OLIVEIRA, E.J.; FRAIFE FILHO, G. de A.; FREITAS, J.P.X. de et al. Desempenho produtivo e interação genótipo x ambiente em híbridos e linhagens de mamoeiro. **Biosci. Journal**, Uberlândia, v.30, n.2, p.402- 410, 2014.

OLIVEIRA, A.B.; DUARTE, J.B; PINHEIRO, J.B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.357-364, 2003.

OLIVEIRA, V. R.; RESENDE, M. D. V.; NASCIMENTO, C. E. S.; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F. Variabilidade genética de procedências e progênies de umbuzeiro via metodologia de modelos lineares mistos (reml/blup). **Rev. Bras. Frutic**., Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 53-56, abr. 2004.

OLIVOTO, T. et al. Mean performance and stability in multi-environment trials II: Selection based on multiple traits. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 6, p. 2961–2969, 2019.

OLIVOTO, T.; LÚCIO, A.D.; SILVA, J.A.G.; MARCHIORO, V.S.; SOUZA, V.Q.; JOST, E. Mean performance and stability in multi-environment trials I: Combining features of AMMI and BLUP techniques. **Agronomy Journal**, v. 3, p. 2949-2960, 2019. DOI: https://doi.org/10.2134/agronj2019.03.0220.

OLIVOTO, T.; LÚCIO, A.D.C. Metan: An R package for multi-environment trial analysis. **Methods in Ecology and Evolution**, v.11, p.783–789, 2020. DOI: 10.1111/2041-210X.13384.

PEYNAUD, E. **Connaissance et travail du vin**. 2. ed. Paris: Dunod, 1997, 341 p.

POMMER, C.V.; RAMMING, D.W.; EMER- SHAD, R. Influence of grape genotype, ripening season, seed trace size, and culture date on in ovule embryo development and plant formation. Bragantia, Campinas, v.54, n.2, p.237- 249. 1995.

R CORE TEAM, 2019. **R: a language and environment for statistical computing**. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acessado 10 nov. 2022.

RADAELLI, Juliana Cristina et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de jabuticabeira com base no crescimento da planta. **Acta Scientiarum**. Agronomia, v. 42, 2020.

RANGEL, R. M., AMARAL JÚNIOR, A. T. DO ., GONÇALVES, L. S. A., FREITAS JÚNIOR, S. DE P., & CANDIDO, L. S. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agronômica**, 42(2), 473–481, 2011. https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200029

RASEIRA, M.C.B.; FRANZON, R.C. **Melhoramento genético**. In: RASEIRA, M.C.B.; PEREIRA, J.F.M.; CARVALHO, F.L.C. Pessegueiro. Brasília: Embrapa, p. 57-72, 2014.

REGITANO NETO, A. *et al.* Comportamento de genótipos de arroz de terras altas no estado de São Paulo. **Revista Ciência Agronômica,** v. 44, n. 3, pág. 512-519, 2013.

RESENDE, M.D.V. de. 2002. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 975 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n.3, p, 182-194, 2007.

RIBEIRO, Thalita Passos; LIMA, Maria Auxiliadora Coêlho de; ALVES, Ricardo Elesbão. Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1057-1065, 2012.

RITSCHEL, P.; MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A.; ZANUS, M. C.; SOUZA, R. T. de; FAJARDO, T. V. M. **'BRS Magna' nova cultivar de uva para suco com ampla adaptação climática**. Comunicado Técnico, 125, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 11p., 2012

RITSCHEL, P.S.; MAIA, J.D.G.; CAMARGO, U.A.; SOUZA, R.T. de; FAJARDO, T.V. M.; NAVES, R. de L.; GIRARDI, C.L. **BRS Isis: nova cultivar de uva de mesa vermelha, sem sementes e tolerante ao míldio**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 20 p. il., color. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 143).

RITSCHEL, P. S.; MAIA, J. D. G.; LIMA, M. A. C. de; LEAO, P. C. de S.; PROTAS, J. F. da S.; BOTTON, M.; GROHS, D. S.; BARBOSA, M. A. G. BRS Melodia: manejo da cultivar de uva rosada, sem sementes, com sabor gourmet, para produção na região do Submédio do Vale do Rio São Francisco. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, julho 2021. 29 (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 158).

RIZZON, L. A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Ciência Rural**, Santa Maria, V.26, N. 2, p. 689-692, 2006.

RODRIGUES, P. C., M. MALOSETTI, H. G. J. GAUCH, E F. A. VAN EEUWIJK, A weighted AMMI algorithm to study genotype-by-environment interaction and QTL-by-environment interaction. **Crop Sci**. 54: 1555–1570, 2014.

ROSADO, A. M., ROSADO, T. B., ALVES, A. A., LAVIOLA, B. G., & BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47, 964-971, 2012. http://dx.doi.org/10.1590/ S0100-204X2012000700013.

SAMONTE SOPB, Wilson LT, McClung AM, Medley JC (2005) Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analysis. **Crop Sci** 45:2414–2424

SÁNCHEZ-RAMÍREZ, F.; MENDOZA-CASTILLO, MC; MENDOZAMENDOZA, CG Estabilidade fenotípica de cruzas simples e híbridas comerciais de milho *(Zea mays* L.). **Revista Fitotecnia Mexicana,** v. 9, n.3, p.269-275, 2016.

SANTOS, A. M. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 24-9, 1999.

SANTOS, J. A. S., SOARES, C. M. G., CORRÊA, A. M., TEODORO, P. E., RIBEIRO, L. P., & ABREU, H. K. A. Agronomic performance and genetic dissimilarity among cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes. **Global Advanced Research Journal of Agricultural Science**, 3, 271-277, 2014.

SANTOS, João Francisco dos et al. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade de linhagens de amendoim alto oleico no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 77, p. 265-272, 2018.

SANTOS, O. P., CARVALHO, I. R., NARDINO, M., OLIVOTO, T., PELEGRIN, A. J., SZARESKI, V. J., ... MAIA, L. C. (2018). Métodos de adaptabilidade e estabilidade aplicados ao melhoramento do eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 53 (1), 53-62. DOI: 10.1590 / S0100-204X2018000100006.

SCARPARE, F. V. Determinação de índices biometeorológicos da videira 'Niagara Rosada' (*Vitis Labrusca* L.) podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo. 2007. 77f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade de São Paulo, 2007.

SILVA, Edicleide Macedo da. Interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade de híbridos de MELÃO pele de sapo via modelo misto. 2017. 48 f. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** - Universidade Federal Rural do Semi-

Árido, Mossoró, 2017. SILVA, Edicleide Macedo da. Interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade de híbridos de MELÃO pele de sapo via modelo misto. 2017.

SILVA, G. O da, CARVALHO, A. D. F de, VIEIRA, J. V, BENIN, G. Verificação da adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura pelos métodos AMMI, GGE biplot e REML/BLUP. **Bragantia** [Internet]. 2011;70. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0006-87052011005000003

STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T. do; CHECHI, R.; SILVEIRA, J.P.G.; BRACKMANN, A. Aplicação pré-colheita de reguladores vegetais visando retardar a maturação de ameixas 'Laetitia'. Ciência Rural, v.39, p.1369-1373, 2009.

STRECK, E. A, MAGALHÃES JÚNIOR, A. M, AGUIAR, G. A, FACCHINELLO, P. H. K AND FAGUNDES, P. R. Genotypic performance, adaptability and stability in special types of irrigated rice using mixed models**. Revista Ciência Agronômica** 50: 66-75, 2019.

TEIXEIRA, Antônio H. de C. et al. Aptidão agroclimática da cultura da videira no Estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 107-111, 2002.

TERRAL, J-F.; TABARD, E.; BOUBY, L.; IVORRA, S.; PASTOR, T.; FIGUEIRAL, EU.; PICQ, S.; CHEVANCE, J-B.; JUNG, C.; FABRÉ, L.; TARDY, C.; COMPANHEIRO, M.; BACILIERI, R.; LACOMBE, T.; ESTE, P. Evolução e história da videira (*Vitis vinifera*) sob domesticação: novas perspectivas morfométricas para entender a semente síndrome de domesticação e revelam as origens de antigas cultivares europeias. Anuais de Botânica 105: 443-455, 2010.

THIS, P.; LACOMBE, T.; THOMAS, M. R.. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. TRENDS in Genetics. Vol.22 No.9. 2006.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no melhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

WINKLER, A. J.; Viticultura. México: **Compañia Editorial Continental**, 1965, 792 p

WRICKE, G. Zur Berechning der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung**, Berlin, v. 52, p. 127-138, 1965.