

ANÁLISE MULTIVARIADA PARA CARACTERES VEGETATIVOS E PRODUTIVOS EM ENXERTO DE LIMÃO 'TAHITI' EM DIFERENTES PORTA-ENXERTOS

MULTIVARIATE ANALYSIS FOR VEGETATIVE AND PRODUCTIVE CHARACTERS IN 'TAHITI' LEMON GRAFTING IN DIFFERENT ROOTSTOKS

ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA CARACTERES VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS EN INJERTO DE LIMÓN 'TAHITI' EN DIFERENTES PORTAINJERTOS

Fabio de Lima Gurgel¹
Gilberto Ken Iti Yokomizo²
Eduardo Augusto Girardi³
Orlando Sampaio Passos⁴
Walter dos Santos Soares Filho⁵
Kuang Hongyu⁶

Resumo: As frutas cítricas possuem importância para o agronegócio nacional, sendo o Brasil uma referência mundial na produção e exportação de laranjas, tangerinas, limas e limões. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho precoce de diferentes porta-enxertos com limão 'Tahiti'. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, quatro repetições e 10 plantas por parcela. Avaliaram-se os caracteres: diâmetro do caule acima da cicatriz de enxertia (DAM, cm); DDM: diâmetro do caule abaixo da cicatriz de enxertia (DDM, cm); altura de planta (ALT, m); volume da copa antes da colheita (VAC, m³); volume da copa pós colheita (VDC, m³); número de frutos maduros por planta (NF); eficiência produtiva média (EP, kg frutos/m³ de copa); produção estimada de frutos para 1 ha (PRO, t.ha⁻¹); e tolerância ao déficit hídrico (TOL), baseada em análise multivariada e gráficas biplot e box-plot. Os resultados indicam que aos 4 anos de idade são melhores tangerina Sunki Tropical e limoeiro 'Volkameriano' x limeiro Cravo e; aos 5 anos são limoeiro Cravo Santa Cruz e Citrandarim 'San Diego'. As principais conclusões são que a idade das plantas (aos quatro anos) e as diferentes combinações de porta-enxertos com lima ácida 'Tahiti' geram comportamentos distintos e impactam o desenvolvimento das plantas na área experimental deste estudo; a escolha do porta-enxerto para a limeira ácida 'Tahiti' influencia diretamente o vigor da copa (ALT, VAC, VDC), a produção (NF, PRO, EP) e a resposta ao ambiente (TOL) nas condições experimentais deste estudo.

Palavras-chave: *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka, citricultura, desempenho precoce, melhoramento genético.

Abstract: Citrus fruits are important for national agribusiness, with Brazil being a global reference in the production and export of oranges, tangerines, limes and

¹ Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: fabio.gurgel@embrapa.br

² Embrapa Amapá. E-mail: gilberto.yokomizo@embrapa.br

³ Embrapa Mandioca e Fruticultura. E-mail: eduardo.girardi@embrapa.br

⁴ Embrapa Mandioca e Fruticultura. E-mail: orlando.passos@embrapa.br

⁵ Embrapa Mandioca e Fruticultura. E-mail: walter.soares@embrapa.br

⁶ Universidade Federal do Mato Grosso. E-mail: kuang_hongyu@hotmail.com

lemons. The objective of this work was to evaluate the early performance of different rootstocks with 'Tahiti' lemon. The experimental design used was randomized blocks, four replications and 10 plants per plot. The evaluated characters were: stem diameter above the grafting scar (DAM, cm); DDM: stem diameter below the grafting scar (DDM, cm); plant height (ALT, m); canopy volume before harvest (VAC, m³); post-harvest canopy volume (VDC, m³); number of ripe fruits per plant (NF); average productive efficiency (EP, kg fruits/m³ of canopy); estimated fruit production for 1 ha (PRO, t.ha⁻¹); and water deficit tolerance (TOL), based on multivariate analysis and biplot and box-plot graphics. The results indicate that are better at 4 years of age, Sunki Tropical mandarin and 'Volkameriano' lemon x Cravo lime tree and; at 5 years old, they are Cravo Santa Cruz lemon and Citrandarim 'San Diego'. The main conclusions are that the plants age (at four years) and the different combinations of rootstocks with 'Tahiti' acid lime produce distinct behaviors and impact the plant development in the experimental area of this study; the choice of rootstock for the 'Tahiti' acid lime directly influences canopy vigor (ALT, VAC, VDC), production (NF, PRO, EP), and environmental response (TOL) under the experimental conditions of this study.

Key-words: *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka, citriculture, early performance, genetic breeding

Resumen: Los frutos cítricos tienen importancia para el agronegocio nacional, siendo Brasil una referencia mundial en la producción y exportación de naranjas, mandarinas, limas y limones. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño temprano de diferentes portainjertos con limón 'Tahiti'. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, cuatro repeticiones y 10 plantas por parcela. Se evaluaron los caracteres: diámetro del tallo por encima de la cicatriz de injerto (DAM, cm); diámetro del tallo por debajo de la cicatriz de injerto (DDM, cm); altura de la planta (ALT, m); volumen de la copa antes de la cosecha (VAC, m³); volumen de la copa después de la cosecha (VDC, m³); número de frutos maduros por planta (NF); eficiencia productiva media (EP, kg de frutos/m³ de copa); producción estimada de frutos para 1 ha (PRO, t.ha⁻¹); y tolerancia al déficit hídrico (TOL), basada en análisis multivariante y gráficos biplot y box-plot. Los resultados indican que a los 4 años de edad son mejores la mandarina Sunki Tropical y el limonero 'Volkameriano' x limero Cravo y; a los 5 años son el limonero Cravo Santa Cruz y Citrandarin 'San Diego'. Las principales conclusiones son que la edad de las plantas (a los cuatro años) y las diferentes combinaciones de portainjertos con lima ácida 'Tahiti' generan comportamientos distintos e impactan el desarrollo de las plantas en el área experimental de este estudio; la elección del portainjerto para el limero ácido 'Tahiti' influye directamente en el vigor de la copa (ALT, VAC, VDC), la producción (NF, PRO, EP) y la respuesta al ambiente (TOL) en las condiciones experimentales de este estudio.

Palabras clave: *Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka, citricultura, desempeño temprano, mejoramiento genético

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro produtor de frutas, representando mundialmente apenas um pequeno percentual da produção (4,5%) e do mercado econômico global (1,9%) referente ao total do valor de exportações. Em termos econômicos, a Espanha é o maior exportador mundial de frutas, em seguida tem-se os Países Baixos, cujo papel principal é de atuação como entreposto, no terceiro lugar estão os EUA, com a China e o Chile, vindo posteriormente em desempenho de faturamento (Vidal, 2022).

Apesar disso a fruticultura relacionada aos cítricos compõe parcela importante do agronegócio nacional, onde o Brasil é referência mundial de produtos citrícolas com destaque particularmente na produção e exportação de laranjas, tangerinas, limas e limões (Simões et al., 2015; Prevideli & Almeida, 2020). Sendo um dos maiores produtores mundiais juntamente com Argentina, Índia, China e México.

Os citros segundo Lopes et al. (2011) são grupos de plantas pertencentes à família Rutaceae, fazem parte dessa família, as laranjas (*Citrus sinensis* Osbeck), as tangerinas (*C. reticulata* Blanco; *C. deliciosa* Tenore), os limões (*C. limon* Burn), as limas ácidas (*C. latifolia* Tan), as limas doces (*C. limettioides* Tanaka) e as laranjas azedas (*C. aurantium* Linnaeus).

A denominação 'limão' é usada para as frutas cítricas com o suco muito ácido, incluídos tanto os limões verdadeiros (*Citrus limon*) quanto às limas ácidas, cujas variedades mais conhecidas são o 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e o 'Galego' (*Citrus aurantifolia*) (Koller, 2013). Tem-se que o limão "Tahiti" é uma variedade híbrida, resultante do cruzamento do limão Siciliano com a Lima-da-Pérsia e é conhecido na Europa como lima ácida ou lima ácida Tahiti. No Brasil, acredita-se que o limão 'Tahiti' tenha sido introduzido diretamente do Mediterrâneo a partir do século XVII (Rossi & Pandolfi, 2019), sendo comum entre alguns autores e consumidores chamar a lima ácida de limão ou limão comum (Oliva et al., 2017; Villa et al., 2017).

Todos os estados brasileiros participam na produção de frutos de laranja, limão e mexerica, mesmo que seja apenas para consumo local. Os frutos podem ser cultivados em temperatura que varia de 23°C a 32°C, fator este que possibilita o cultivo dos frutos nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-oeste (Vidal, 2018). Apesar disso, conforme cita Maldonado (2018) o consumo brasileiro de limão é de 0,549 kg/ano enquanto o mundial é de 1,940 kg/ano verificando assim um elevado potencial existente e ainda inexplorado para o crescimento do mercado interno.

O produtor de limão pode comercializar os frutos fundamentalmente de duas formas, a primeira como fruto in natura, sendo, portanto, o mercado de fruta de mesa, abastecendo internamente ou externamente e a segunda opção é com destino às indústrias de suco. Os principais problemas enfrentados pelo cultivo do limão são as manifestações das doenças e pragas, que demandam insumos agrícolas para o controle, elevando seu custo de produção, mas que no balanço final, com o aumento na produção tem-se obtido bons resultados, associado ao aspecto de gerar absorção de mão de obra para realizar a colheita eminentemente manual (Baptistella et al, 2014).

Para o Brasil deve-se atentar para o aspecto referente a disponibilidade de extensas áreas para expansão do cultivo de limão visando aumentar a produção, que por esta dimensão continental com inúmeros efeitos dos fatores ambientais. As principais influências do meio são basicamente as diferenças edafoclimáticas, de tratos culturais, de incidência de agentes patogênicos, tem-se uma ampla

manifestação fenotípica das plantas devido ao surgimento de efeitos dos ambientes (A), dos diferentes genótipos (G) e de interações genótipos x ambientes (GxA), segundo Cruz et al. (2014).

Nas pesquisas com espécies vegetais, onde se enquadra o limoeiro, muitas características são avaliadas e posteriormente analisados de forma univariada, porém esta forma de abordagem é extremamente limitada por não considerar a possível correlação que pode estar presente entre as características. Para contornar este dificultador tem se empregado as análises multivariadas, destacando-se a análise de componentes principais (ACP) e a análise discriminante canônica (ADC). A primeira transforma um grupo de variáveis originais correlacionadas entre si, num novo conjunto de variáveis, que são denominadas como componentes principais, cuja função é reduzir linearmente a dimensão de um conjunto de dados, gerando um conjunto de novas variáveis sem correlação, retendo o máximo de informações referentes à variação total e ordenada de forma decrescente (Hair et al., 2014; Johnson & Wichern, 2019). A ADC, assim como ACP conseguem reduzir a dimensionalidade dos dados, neste caso os padronizando. A ADC é baseada numa derivação de coeficientes canônicos, em conjunto com uma análise de variância multivariada (Johnson & Wichern, 2019).

Com base nestas informações, o objetivo deste trabalho foi avaliar aspectos de precocidade em combinações de diferentes porta-enxertos com limão 'Tahiti' visando identificar os mais responsivos e adequados aos níveis de variação ambiental, usando a análise multivariada e de componentes principais, associado a análises gráficas biplot e Box Plot.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na zona rural do município de Capitão Poço, situado na região nordeste do estado do Pará, na propriedade Fazenda Lima, com coordenadas geográficas de 01°44'47" S e 47°03'34" O. O município de Capitão Poço apresenta uma amplitude de temperatura que varia de 25,7 a 26,9 °C, com média anual de 26,2 °C. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Am (tropical de altitude), com precipitação anual em torno de 2.500 mm, com uma curta estação seca entre setembro e novembro (precipitação mensal em torno de 60 mm), e umidade relativa do ar entre 75 e 89 % nos meses com menor e maior precipitação, respectivamente (Schwartz, 2007).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, sendo quatro porta-enxertos identificados na Tabela 1, com quatro repetições e tendo 10 plantas vivas por parcela, totalizando um estande de 160 plantas e o enxerto sendo limeira ácida 'Tahiti'. Com as plantas instaladas no campo em março de 2016 (Máximo & Almeida, 2016).

Tabela 1 - Identificação dos porta-enxertos com limeira ácida 'Tahiti'. Fazenda Lima, Capitão Poço, PA.

Nº	Denominação
B1	Cravo Santa Cruz (<i>C. limonia</i> Osbeck)
B7	Híbrido LVK (limoeiro 'Volkameriano' <i>C. volkameriana</i> V. Ten. & Pasq.) x LCR (limoeiro 'Cravo') - 010
B8	Tangerineira 'Sunki Tropical' [<i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka]
B10	Citrandarin 'San Diego' (TSK x TRENG – 314)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sobre os porta-enxertos utilizados deve-se enfatizar que foram inicialmente selecionados por possuírem altas taxas de poliembrionia que garantem a manutenção das características principais das plantas mães que lhe deram origem, independente de cruzamentos com outras cultivares. Essa poliembrionia é fundamental nos programas de melhoramento genético de citros e na multiplicação comercial (Duarte et al., 2013; Rodrigues et al., 2015).

Os caracteres avaliados foram: DAM: média do diâmetro do caule 5 cm acima da cicatriz de enxertia (cm); DDM: média do diâmetro do caule 5 cm abaixo da cicatriz de enxertia (cm); ALT: altura de planta (m), medida da base do caule, ao nível do solo, até a extremidade do ramo mais alto; VAC: volume da copa antes da colheita; VDC: volume da copa depois da colheita, sendo que o volume de copa (m^3), foi estimado conforme Mendel (1956), empregando a equação $V = 2/3 \cdot \pi R^2 H$, em que V é o volume (m^3), R é o raio da copa (m) e H a altura da planta (m); NF: número de frutos maduros por planta: obtido pela contagem de frutos colhidos; EP: Eficiência produtiva média (kg de frutos/ m^3 de copa), relação obtida pela produção acumulada de frutos e o volume de copa antes da colheita.

PRO: produção estimada contando-se o número de frutos por planta e multiplicando-se pelo peso médio de uma amostra de 20 frutos, extrapolando-se o valor para $t \cdot ha^{-1}$; TOL: tolerância ao déficit hídrico, determinada visualmente, com base no enrolamento foliar e desfolhamento da copa, em período de forte estresse hídrico. A tolerância à seca foi avaliada com base na seguinte escala de notas: 1- baixa tolerância (desfolhamento da copa parcial ou generalizado), 2- tolerância moderada (copa manifestando enrolamento foliar) e 3- alta tolerância à seca (copa sem desfolhamento ou enrolamento foliar) (Schinor et al., 2013). Essa variável foi avaliada por meio de escala visual ordinal baseada em sintomas fisiológicos da planta, metodologia já utilizada em estudos com citros, possuindo natureza qualitativa ordinal e apresenta limitações para análises paramétricas. No entanto, sua inclusão na análise multivariada teve caráter exploratório, permitindo integrar visualmente sua relação com as demais variáveis agrônômicas.

Os dados coletados inicialmente foram submetidos à análise univariada de variância (ANOVA), para verificar a existência de diferenças que permitam realizar as demais análises. Sendo realizada uma análise multivariada, que é um método estatístico em que são trabalhadas várias variáveis simultaneamente em substituição ao uso de apenas uma única variável de resposta individualmente, aos quatro e cinco anos de idade das plantas, permitindo observar e compreender as diferenças no comportamento em relação aos nove caracteres simultaneamente. Duas metodologias foram utilizadas na análise multivariada: análise de componentes principais (PCA) e análise discriminante canônica (ADC).

Importante citar que nas análises multivariadas (PCA e análise discriminante canônica), os dados utilizados foram previamente obtidos a partir das médias das parcelas provenientes da análise univariada. Assim, o efeito de bloco foi considerado

na etapa inicial da ANOVA, utilizada como base para a análise multivariada. Esse procedimento é comum em estudos multivariados com dados agrônômicos, nos quais as análises exploratórias subsequentes são realizadas com médias ajustadas.

2.1 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

A análise de componentes principais foi estimada pela matriz de correlação de Pearson, o que corresponde a cada variável ter sido padronizada (média igual a zero e variância igual à unidade), devido a medição empregando unidades distintas. Desta forma a estrutura de dependência das variáveis foi dada pela matriz de correlação (R). Os valores foram padronizados utilizando a seguinte fórmula: $z = \frac{x - \bar{x}}{s}$, em que z é o valor padronizado de x, \bar{x} é a média geral e s é o desvio padrão da variável.

Os componentes principais foram estimados através de combinações lineares das variáveis originais, gerando uma matriz R com vetores próprios. O valor absoluto de um vetor próprio associado ao valor próprio de cada componente determina o nível de importância dos caracteres em determinada componente principal. Cada vetor próprio é calculado partindo-se de um valor próprio da matriz de correlação dos dados originais e os valores próprios se relacionam com a variância em cada componente principal (Rencher & Christensen, 2012; Fraga, et al., 2015).

O primeiro componente principal (CP1) tem a capacidade de explicar a maior parte da variância genética aditiva total. O segundo componente principal (CP2) consegue explicar a segunda maior e assim posteriormente, até que toda a variância é explicada. Num conjunto de dados com p variáveis, o autovetor é estimado segundo: $x' = [x_1, x_2, \dots, x_p]$ que tem matriz de correlação (R) com os pares autovalor-autovetor (λ_i, e_i) para $i = 1, 2, \dots, p$, em que $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ (Rencher & Christensen, 2012; Johnson & Wichern, 2019). O i-ésimo componente principal é estimado pela equação $PC_i = e_i^t x = e_{i1}x_1 + e_{i2}x_2 + \dots + e_{ip}x_p$ sendo que e_{ip} refere-se ao i-ésimo autovetor e x_p à p-ésima variável obtido dos dados originais.

A análise de componentes principais foi realizada com dados padronizados (matriz de correlação), o que reduz o efeito da escala de medida das variáveis. Seu uso foi realizado com finalidade exploratória para identificar padrões de associação entre caracteres vegetativos e produtivos, pois em estudos agrônômicos e biológicos, é relativamente comum a utilização dessa abordagem mesmo quando parte das variáveis não apresenta distribuição estritamente normal, desde que os resultados sejam interpretados com a devida cautela.

Conforme Johnson e Wichern (2019), outro método cuja função é auxiliar na decisão do número de componentes principais é através de uma representação gráfica, intitulada scree plot, em que no eixo das ordenadas localiza-se o valor numérico ou relativo de cada autovalor e no eixo das abscissas encontra-se os eixos componentes. Num scree plot nota-se que a curva formada é assemelhada a um cotovelo e o método consiste em reter os PCs localizados acima do ponto onde os autovalores passam a ter, aproximadamente, o mesmo valor, neste caso no ponto de inflexão da curva.

2.2 ANÁLISE GRÁFICA BIPLLOT

A análise com auxílio dos gráficos biplots (Gabriel, 1971), baseia-se na matriz de correlação, possuindo grande interesse por resumir informações (Johnson & Wichern, 2019).

A análise exploratória pelo biplot fundamenta-se no fato de que qualquer matriz de dados com a estrutura Y ($n \times p$) de característica r pode ser fatorada segundo: $Y = GH'$, onde G é uma matriz ($n \times r$) e H uma matriz ($p \times r$), ambas obrigatoriamente de característica r . Essa fatoração não é única. Um modo de fatorar Y é escolher as r colunas de G como uma base ortonormal do espaço coluna de Y , e calcular H como $Y'G$.

2.3 ANÁLISE DISCRIMINANTE CANÔNICA

A análise discriminante canônica (ADC) ou de variáveis canônicas é aplicada nos resultados de análise de componentes principais, objetivando diferenciar os tratamentos com base nos caracteres de maior importância. A primeira etapa da ADC verifica os pressupostos e depois é realizada a análise de variância multivariada (MANOVA) com verificação de diferenças significativas entre os tratamentos nas funções canônicas utilizando os testes multivariados Lambda de Wilks, Pillai, Wilks, Hotelling-Hawley, Roy (Johnson & Wichern, 2019).

A utilização da ADC permite determinar funções das variáveis $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)$, que separam g grupos tanto quanto possível, usando Z uma combinação linear das variáveis originais, e o valor médio de Z muda de um grupo para outro e desta forma gerando grupos separados. A abordagem visa construir combinações lineares das variáveis X_i , em que os índices $a = (a_1, a_2, \dots, a_p)$ possam maximizar a razão F para análise de variância de um fator (Johnson & Wichern, 2019; Hair et al., 2014). A combinação linear das variáveis é dada por: $Z = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_pX_p$

Um biplot é estruturado para as duas primeiras variáveis canônicas (CAN1 e CAN2), conseguindo discriminar os tratamentos de forma conjunta quanto aos caracteres mais importantes nas variáveis canônicas. Todas as análises foram feitas utilizando o software R 3.4.1 (R Core Team, 2020), considerando $\alpha=5\%$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AOS QUATRO ANOS DE IDADE DAS PLANTAS

O destaque é que as dimensões das variáveis podem ser consideravelmente distintas umas das outras (altura, peso, nota), mas também pode ser a mesma variável avaliada em momentos ou locais diferentes. A importância da MANOVA é que nos trabalhos de melhoramento genético são empregados diversos caracteres, que quando avaliados individualmente dificultam sobremaneira o processo de seleção, enquanto que quando as múltiplas variáveis dependentes são estudadas conjuntamente, o pesquisador consegue identificar como é o comportamento das plantas em relação a todos os caracteres simultaneamente (Rencher & Christensen, 2012).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância multivariada, por meio de quatro testes estatísticos, indicando os graus de liberdade do numerador (NGL) e do denominador (DGL) e a probabilidade para o teste F para nove variáveis^A respostas avaliadas simultaneamente em limeira ácida 'Tahiti' sobre diferentes porta-enxertos aos quatro anos de idade das plantas, 2020.

Efeito	Teste estatístico	Valor	Valor F	NGL	DGL	Prob F
Idade	Lambda de Wilkis	0,679	2,475	24	415,34	**
	Pillai	0,353	2,418	24	435,00	**
	Hotelling-Lawley	0,428	2,526	24	425	**
	Roy	0,291	5,281	8	145	**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: ^A NF: número de frutos; DAM: média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia, DDM: média do diâmetro abaixo da cicatriz de enxertia; ALT: altura da copa; VAC: volume da copa antes da colheita; VDC: volume da copa depois da colheita; EP: eficiência de produção; PRO: produção (t.ha⁻¹); TOL: tolerância ao déficit hídrico.

Pelos quatro testes de estatística multivariada intitulados Lambda de Wilk, Traço Lawley-Hotelling, Traço de Pillai e maior autovalor de Roy, podem-se observar presença de diferenças significativas para os testes, indicando que a idade de avaliação das plantas é responsável por comportamentos distintos entre os tratamentos (enxertos/porta-enxertos) para o conjunto das variáveis analisadas (Tabela 2).

Ressalta-se que conforme as considerações de que todos os caracteres avaliados são importantes, e, portanto, neste momento não podem ser descartados, permitindo com isso uma descrição efetiva dos tratamentos, tornando importante a adoção das técnicas estatísticas multivariadas (Manly & Alberto, 2017).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados relacionados às variáveis canônicas envolvendo os nove caracteres avaliados aos 4 anos.

Tabela 3 - Variáveis canônicas (VC), função discriminante canônica (Can), aproximação do valor de F (Fap), autovalores (λ_i), porcentagem da variância explicada pelas variáveis canônicas (VVC) e porcentagem acumulada (aVVC) em nove caracteres^A de limeira ácida 'Tahiti' sobre diferentes porta-enxertos, 2020.

VC	Can	Fap	λ_i	VVC	aVVC
VC1	0,2256	2,475**	0,291	68,077	68,077
VC2	0,2256	1,403 ^{ns}	0,083	19,455	87,531
VC3	0,2256	1,290 ^{ns}	0,053	12,469	100,000

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: ^A NF: número de frutos; DAM: média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia, DDM: média do diâmetro abaixo da cicatriz de enxertia; ALT: altura da copa; VAC: volume da copa antes da colheita; VDC: volume da copa depois da colheita; EP: eficiência de produção; PRO: produção (t.ha⁻¹); TOL: tolerância ao déficit hídrico.

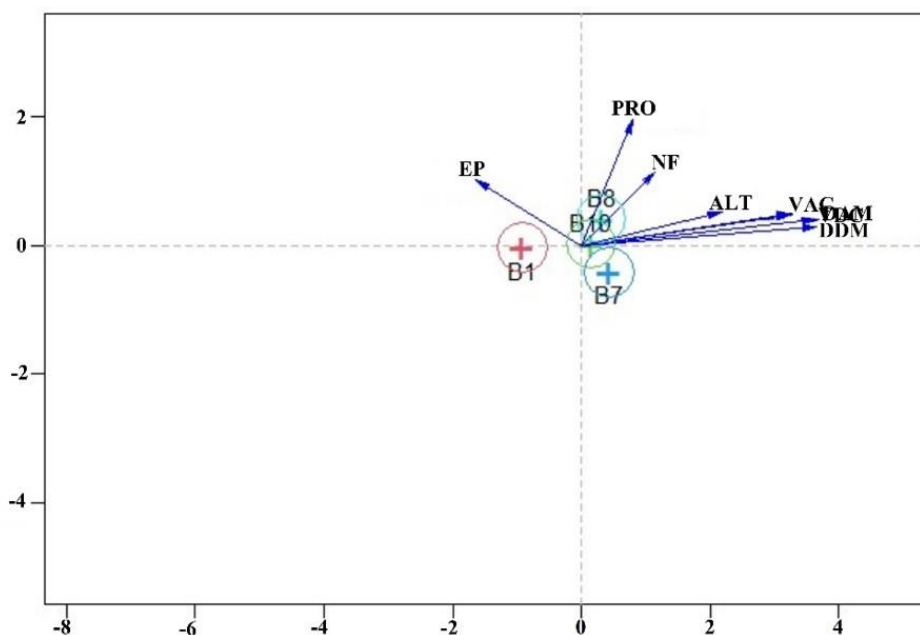
Pelos resultados do teste F há significância estatística a 1% de probabilidade apenas para a primeira variável (VC1), de forma complementar três variáveis canônicas foram capazes de explicar os 100% da variabilidade dos dados, mas pode-se perfeitamente considerar apenas os dois primeiros, devido a sua somatória acumulada estar acima de 87%, valor considerado suficiente em conter informações e descartando distorções, possuindo com isso confiabilidade e permitindo uma interpretação adequada do comportamento dos tratamentos (Cruz et al., 2014).

A porcentagem acumulada com as duas primeiras variáveis canônicas foi superior ao estimado por Teixeira et al. (2013) trabalhando com cafeeiros e de Morais et al. (2019) com *Dalbergia ecastaphyllum*, ratificando que o uso das duas primeiras variáveis é suficiente e seguro para interpretar os resultados gerados nas análises deste grupo de diferentes combinações de enxerto/porta-enxertos nos

caracteres (Tabela 3), desta forma, apoiado nesta validade foram estruturadas as análises do Biplot e Box Plot.

Na Figura 1 tem-se o biplot canônico contendo os nove caracteres associados às diferentes combinações de enxerto/porta-enxertos de limeira ácida 'Tahiti'. Este gráfico conforme González-Martín et al. (2016) objetiva delinear as relevantes distinções embasada na discriminação dos grupos de tratamentos (combinações de enxerto lima ácida 'Tahiti' com diferentes porta-enxertos). Nesta análise adota-se uma abordagem direta, analisando-se visualmente a dispersão dos tratamentos e caracteres plotados em função dos eixos discriminantes canônicos (Sorbolini et al., 2016).

Figura 1 - Biplot discriminante canônico para a correlação entre tratamentos e caracteres avaliados em limeira ácida 'Tahiti' sobre diferentes porta-enxertos no ano de 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: NF: número de frutos; DAM: média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia, DDM: média do diâmetro abaixo da cicatriz de enxertia; ALT: altura da copa; VAC: volume da copa antes da colheita; VDC: volume da copa depois da colheita; EP: eficiência de produção; PRO: produção ($t \cdot ha^{-1}$); TOL: tolerância ao déficit hídrico.

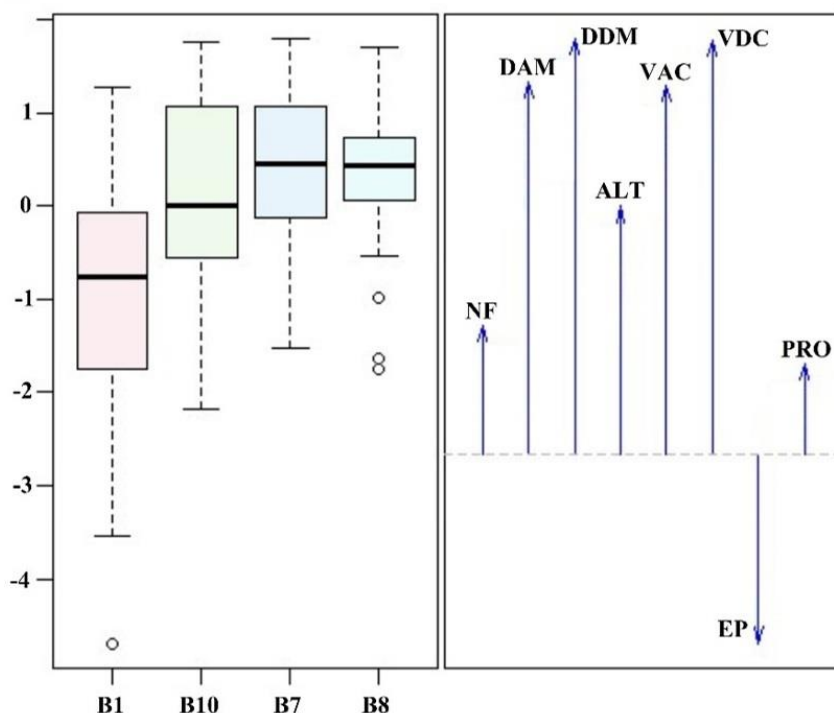
Na Figura 1 o eixo da primeira função discriminante canônica (eixo horizontal) engloba importante e significativa parcela para ordenar os efeitos dos caracteres e dos tratamentos ao conter 68,1% da variância observada e o segundo eixo 19,5%. Nota-se que as variações inerentes aos tratamentos se destacam mais em B1, sendo seguido por B7 e tendo-se B8 e B10 próximos entre si. Aparentemente o tratamento B1 teve maior contribuição para o caráter EP pela sua distância da origem das retas e com isso apresentou maior efeito de interação GxA. Nota-se que PRO e NF estão associados com B8 e B10. Aqui todos os caracteres apresentaram tendência de sofrerem diferenciações similares devido aos tratamentos, por estarem dentro do mesmo quadrante, excetuando-se apenas EP que foi plotado num quadrante distinto.

Importante destacar que a variável número de frutos (NF) apresenta natureza discreta e de contagem, não atendendo estritamente aos pressupostos clássicos associados à correlação de Pearson e à interpretação formal da análise de componentes principais em contexto paramétrico. Lembrando novamente, que esta

análise foi empregada com finalidade exploratória, buscando sintetizar a estrutura de associação entre os caracteres e facilitar a visualização multivariada dos diferentes porta-enxertos. Em estudos agrônômicos e biológicos, é relativamente comum a utilização dessa abordagem mesmo quando parte das variáveis não apresenta distribuição estritamente normal, desde que os resultados sejam interpretados com a devida cautela, o que aqui foi considerado, adicionalmente convém citar que os dados foram padronizados previamente à análise, o que contribui para reduzir efeitos decorrentes de diferenças de escala entre os caracteres avaliados.

Empregando os escores dos grupos que geraram o biplot foi estruturado um Box Plot (Figura 2), gráfico representativo da distribuição do conjunto de dados, permitindo visualizar também a simetria e dispersão existente. Adequado para a comparação de conjuntos de dados, representados aqui pelos tratamentos, com isso nota-se que as variáveis canônicas conseguiram viabilizar a distinção dos grupos (tratamentos) e adicionalmente mostrar os caracteres mais relevantes para esta diferenciação.

Figura 2 - Gráfico Box plot referente a distribuição dos valores de escores da análise canônica para o ano de 2020 para os caracteres avaliados em limeira ácida 'Tahiti' sobre diferente porta-enxertos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: NF: número de frutos; DAM: média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia, DDM: média do diâmetro abaixo da cicatriz de enxertia; ALT: altura da copa; VAC: volume da copa antes da colheita; VDC: volume da copa depois da colheita; EP: eficiência de produção; PRO: produção ($t \cdot ha^{-1}$); TOL: tolerância ao déficit hídrico.

Observando o Box Plot estruturado com a primeira função canônica, tem-se que todos os tratamentos influenciaram de forma direta para o comportamento positivo dos caracteres (Figura 2), diferindo apenas pela intensidade, exceto para EP, cujo comportamento negativo é oriundo do efeito das plantas consideradas "outliers" ou de valor extremo de B1, comportamento similar quanto ao desempenho inferior observado por Rodrigues et al. (2018) para esta combinação enxerto/porta-enxerto. Os maiores efeitos obtidos pelas contribuições dos tratamentos são

observados para DDM, VDC, DAM e VAC, tendo, portanto, maiores capacidades discriminantes. PRO e NF foram os que refletem menores contribuições positivas e ALT mostrou-se intermediário, ressaltando que para este ano ainda não se observa efeito ananicante, principalmente de B8 e B10. Comparando com o desempenho citado por Roncatto et al. (2021) onde em geral somente B8 teve o melhor desempenho, aqui as maiores contribuições positivas foram de B7 e B8, semelhantemente para Roncatto et al. (2019) o porta-enxerto B7 foi superior também, seguido por B8, já existe contraposição para Rodrigues et al. (2018) onde a combinação B8 foi a inferior.

Vale ressaltar que o caráter EP em plantas jovens apresenta desempenho inferior aos demais caracteres, visto que o pleno desenvolvimento em plantas adultas permite uma maior produção, melhorando este índice ao atingirem o estágio comercial (Barboza, 2007).

Quanto a dispersão dos tratamentos B1 apresentou a maior variabilidade, enquanto B8 ao contrário teve o menor valor referente a variabilidade dentro do tratamento.

3.2 AOS CINCO ANOS DE IDADE DAS PLANTAS

Semelhante a safra 2020 tem-se que pelos quatro testes de estatística multivariada intitulados Lambda de Wilk, Traço Lawley-Hotelling, Traço de Pillai e maior autovalor de Roy, podem-se observar diferenças significativas para os testes, indicativo que os fatores ambientais do ano de 2021, principalmente umidade acumulada anualmente, foi responsável em oferecer condições para comportamentos distintos entre os tratamentos conforme a variável analisada (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância multivariada, por meio de quatro testes estatísticos, indicando os graus de liberdade do numerador (NGL) e do denominador (DGL) e a probabilidade para o teste F para nove variáveis respostas avaliadas simultaneamente em limeira ácida 'Tahiti' sobre diferente porta-enxertos, 2021.

Efeito	Teste estatístico	Valor	Valor F	NGL	DGL	Prob F
Anos	Lambda de Wilkis	0,613	2,527	27	374,47	**
	Pillai	0,427	2,400	27	390	**
	Hotelling-Lawley	0,566	2,654	27	380	**
	Roy	0,427	6,164	9	130	**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: NF: número de frutos; DAM: média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia, DDM: média do diâmetro abaixo da cicatriz de enxertia; ALT: altura da copa; VAC: volume da copa antes da colheita; VDC: volume da copa depois da colheita; EP: eficiência de produção; PRO: produção ($t \cdot ha^{-1}$); TOL: tolerância ao déficit hídrico.

Na Tabela 5 é apresentado o resultado para as variáveis canônicas com os nove caracteres avaliados no ano de 2021.

Tabela 5 - Variáveis canônicas (VC), função discriminante canônica (Can), aproximação do valor de F (Fap), autovalores (λ_i), porcentagem da variância explicada pelas variáveis canônicas (VVC) e porcentagem acumulada (aVVC) nos nove caracteres em limeira ácida 'Tahiti' sobre diferente porta-enxertos, 2021.

VC	Can	Fap	λ_i	VVC	aVVC
VC1	0,299	2,527**	0,427	75,430	75,430
VC2	0,093	1,112 ^{ns}	0,102	18,118	93,548
VC3	0,035	0,678 ^{ns}	0,036	6,452	100,000

Fonte: Elaborado pelos autores.

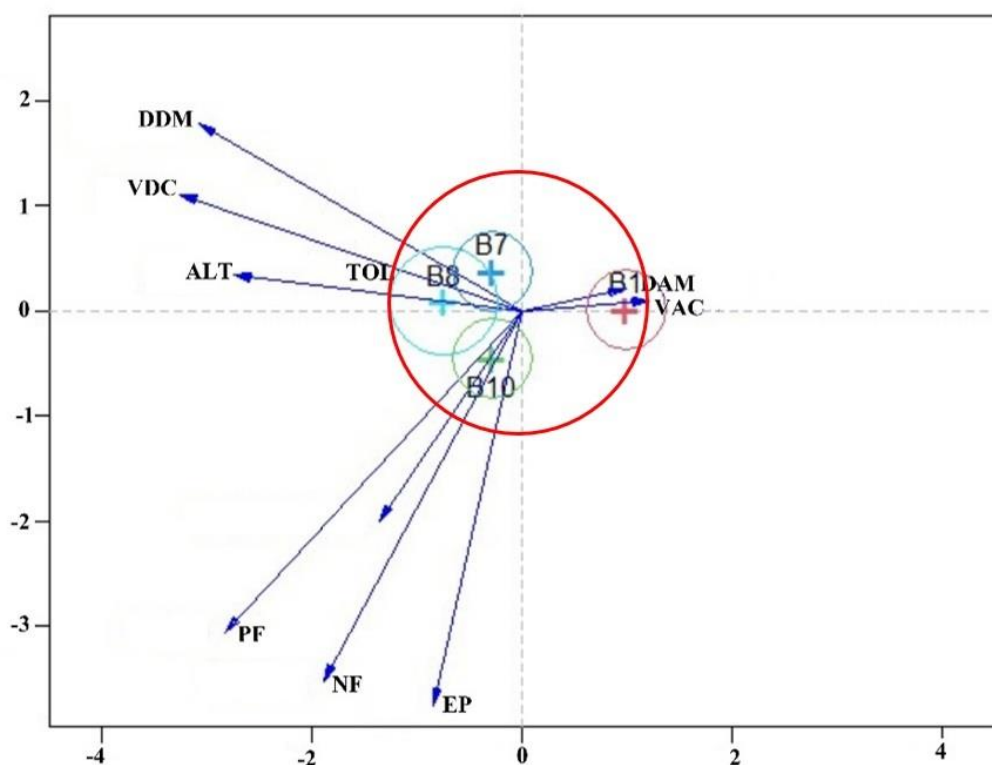
Nota: NF: número de frutos; DAM: média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia, DDM: média do diâmetro abaixo da cicatriz de enxertia; ALT: altura da copa; VAC: volume da copa antes da colheita; VDC: volume da copa depois da colheita; EP: eficiência de produção; PRO: produção ($t \cdot ha^{-1}$); TOL: tolerância ao déficit hídrico.

Na Tabela 5 tem-se significância estatística a 1% de probabilidade pelo teste F apenas da primeira variável (VC1). A somatória da variância das três variáveis canônicas explicou os 100% da variabilidade dos dados, contudo com o acumulado nas duas primeiras variáveis, acima de 93%, há confiabilidade no uso de apenas estas, não havendo distorções e, permitindo uma análise apropriada do comportamento dos tratamentos (Cruz et al., 2014).

A soma acumulada com as porcentagens envolvendo as duas primeiras variáveis canônicas (Tabela 5) foi superior ao citado por Teixeira et al. (2013) com cafeeiros e de Morais et al. (2019) trabalhando com *Dalbergia ecastaphyllum*, validando que o uso das duas primeiras variáveis canônica é suficiente e efetivo para representar graficamente os resultados gerados nas análises destas combinações de enxerto/porta-enxertos nos caracteres, portanto a partir desta legitimidade foram realizadas as análises do Biplot e Box Plot.

No biplot canônico da Figura 3 estão plotados os nove caracteres e as diferentes combinações de enxerto/porta-enxertos de limeira ácida 'Tahiti' resultante do desempenho destes. Esta representação gráfica segundo González-Martín et al. (2016) tem o propósito de delimitar as diferenciações mais importantes respaldada na caracterização individualizada dentro do grupo de tratamentos (combinações de enxerto lima ácida 'Tahiti' com diferentes porta-enxertos). Aqui a abordagem é direta baseado na observação da dispersão dos tratamentos e caracteres no gráfico em função dos eixos discriminantes canônicos (Sorbolini et al., 2016).

Figura 3 - Biplot discriminante canônico para a correlação entre tratamentos e caracteres avaliados em limeira ácida 'Tahiti' sobre diferente porta-enxertos no ano de 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores.

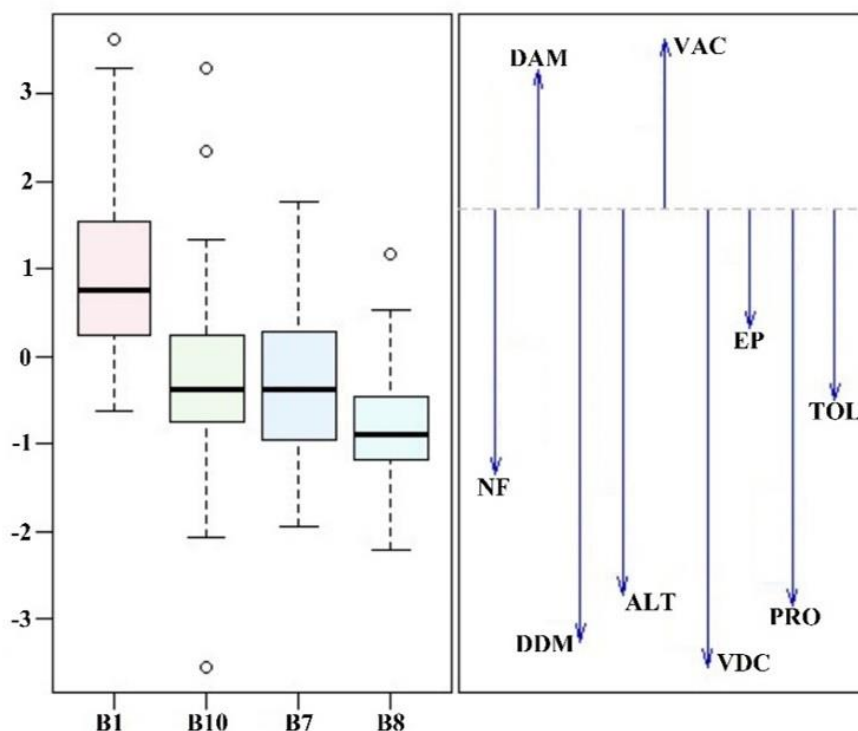
Nota: NF: número de frutos; DAM: média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia, DDM: média do diâmetro abaixo da cicatriz de enxertia; ALT: altura da copa; VAC: volume da copa antes da colheita; VDC: volume da copa depois da colheita; EP: eficiência de produção; PRO: produção ($t \cdot ha^{-1}$); TOL: tolerância ao déficit hídrico.

Na Figura 3 o eixo da primeira função discriminante canônica (eixo horizontal) contém considerável e importante porção do total da variância observada, 75,4%, que permite ordenar os efeitos dos anos e dos caracteres e o segundo eixo 18,1%. Nota-se que as variações inerentes aos tratamentos tornam B1 bem distinto em relação aos demais tratamentos, tendo B7 e B8 próximos entre si e plotados num quadrante diferente do primeiro e por fim B10 num outro quadrante.

Aparentemente as variáveis DAM e VAC tiveram influência mais intensa do tratamento B1, sendo que pelo distanciamento da origem das retas apresentou maior interação GxA. Os caracteres DDM, VDC, ALT e TOL apresentam aparente associação com B7 e B8, enquanto em PF, NF e EP com B10, ou seja, os relacionados à produtividade. Aqui a tolerância (TOL), DAM e VAC apresentaram tendência de menor diferenciação dos tratamentos, por apresentarem vetores de comprimentos curtos.

Utilizando os escores dos grupos que permitiram estruturar o biplot foi gerado o Box Plot, gráfico que caracteriza a disposição do conjunto de dados, permitindo observar a simetria e distribuição do grupo de tratamentos, permitindo compará-los. Na Figura 4 pode se notar que as variáveis canônicas viabilizaram a distinção dos grupos (tratamentos) e adicionalmente mostraram quais seriam os caracteres mais relevantes nesta diferenciação.

Figura 4 - Gráfico Box plot referente a distribuição dos valores de escores da análise canônica para o ano de 2021 para os caracteres avaliados em limeira ácida 'Tahiti' sobre diferentes porta-enxertos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: NF: número de frutos; DAM: média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia, DDM: média do diâmetro abaixo da cicatriz de enxertia; ALT: altura da copa; VAC: volume da copa antes da colheita;

VDC: volume da copa depois da colheita; EP: eficiência de produção; PRO: produção ($t\cdot ha^{-1}$); TOL: tolerância ao déficit hídrico.

Observando o Box Plot estruturado na Figura 4 com a primeira função canônica, tem-se que os caracteres DAM e VAC foram influenciados diretamente e de forma negativa pelos tratamentos, contudo o principal colaborador positivo foram os valores extremos de B1 e B7, diferindo apenas pela intensidade, enquanto os demais caracteres contribuíram de forma oposta. Os maiores reflexos da contribuição dos tratamentos para a variabilidade foram para VDC, DDM, PRO e ALT, tendo, portanto, maiores capacidades discriminantes. Já NF, EP e TOL mostraram menores influências. Comparando com o desempenho citado por Roncatto et al. (2019), cujo melhor desempenho foi de B7 e Roncatto et al. (2021) onde em geral somente B8 teve o melhor desempenho, aqui as maiores contribuições positivas foram de B1, seguido por B10 e B7, enquanto B8 teve a menor contribuição principalmente com efeito ananicante, similar a Rodrigues et al. (2018). Interessante destacar que teoricamente o comportamento de B10 seria mais pronunciado em termos de ALT e VDC, contudo isso não foi observado em relação a B7 e B8.

Observa-se comportamento distinto do primeiro para o segundo ano com alteração do desempenho, onde aqui o tratamento B1 apresentou o melhor desempenho médio dentre os materiais avaliados, contendo também ampla variabilidade, enquanto o material B8 ao contrário teve o pior desempenho aos 5 anos. Quanto aos caracteres aos 4 anos, para EP (Eficiência de produção), apesar das plantas apresentarem quatro anos de plantio, nas condições de Capitão Poço, no primeiro ano de avaliação, pelo Box Plot, houve contribuição negativa do caráter EP nos tratamentos, mesmo por ter atingido valores extremos, ainda foi condizente com o citado para a lima ácida Tahiti que manifesta geralmente, uma produção significativa, já a partir do terceiro ano, mas somente do quinto em diante é que se tem rendimentos econômicos (Barboza, 2007). Para o ano de 2021 foram ao caráter DAM (média do diâmetro acima da cicatriz de enxertia), e VAC (volume da copa antes da colheita) que apresentaram contribuições negativas. Tendo-se NF, DDM, ALT, VDC, PRO e TOL contribuído positivamente em ambos os anos.

Importante ressaltar que a análise discriminante canônica no conjunto dos caracteres, conseguiu identificar a importância relativa de cada variável na discriminação dos quatro grupos tanto aos 4 anos como no de 5 anos.

4 CONCLUSÕES

Os quatro testes multivariados foram significativos permitindo inferir que a idade das plantas (aos quatro anos) e as diferentes combinações de porta-enxertos com lima ácida 'Tahiti' geram comportamentos distintos no conjunto das nove variáveis nas condições deste estudo, além disso há alta confiabilidade de que os fatores analisados realmente impactam o desenvolvimento das plantas na área experimental.

A análise multivariada permitiu identificar diferenças que consideram a interação entre todos os caracteres simultaneamente, o que de forma isolada seria extremamente difícil de interpretar.

A escolha do porta-enxerto para a limeira ácida 'Tahiti' influencia diretamente o vigor da copa (ALT, VAC, VDC), a produção (NF, PRO, EP) e a resposta ao ambiente (TOL) nas condições experimentais deste estudo.

REFERÊNCIAS

- Baptistella, C. S. L., Coelho, P. J., & Caser, D. V. (2014) A cultura do Limão no Estado de São Paulo, 2009-2013. *Revista Informações Econômicas*, 44(3), 21-35.
- Barboza, C.R.A. (2007) *Evapotranspiração da lima ácida, Tahiti" (Citrus latifolia Tan.) determinada por lisimetria de pesagem*. [Dissertação de Mestrado em Irrigação e Drenagem. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo]. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-14022008-164620/>
- Cruz, C. D., Carneiro, P. C. S., & Regazzi, A. J. (2014) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético* (3. ed.). Editora UFV.
- Duarte, F. E. V. O., Barros, D. R., Girardi, E. A., Soares Filho, W. S., Passos, O. S. (2013). Poliembrião e atributos morfológicos de sementes de porta-enxertos de citros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(1), 246-254. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/964341>.
- Fraga, A. B., Silva, F. L., Hongyu, K., Santos, D. D. S., Murphy, T. W., & Lopes, F. B. (2016) Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein x Zebu cows. *Tropical Animal Health and Production*, 48(3), 533-538, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0985-2>.
- Gabriel, K. R. (1971) The Biplot Graphic Display of Matrices with Application to Principal Component Analysis. *Biometrika*, 58, 453-467. <https://dx.doi.org/10.1093/biomet/58.3.453>.
- González-Martin, M. I., Vicente-Tavera, S., Revilla, I., Vivar-Quintana, A. M., González-Perez, C., Hernández Hierro, J. M., & Lobos-Ortega I. (2016). The role of the canonical biplot method in the study of volatile compounds in cheeses of variable composition. *Grasas y Aceites*, 67, (1), 1-8. <https://doi.org/10.3989/gya.0250151>.
- Hair, J. F., Black, W. C., Barry, B. J., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014) *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Limited.
- Johnson, R. A., & Wichern, D.W. (2019) *Applied multivariate statistical analysis*. Pearson.
- Koller, O. L. (2013) *Citricultura catarinense*. Epagri.
- Lopes, J. M. S., Déo, T.F.G., Andrade, B. J. M., Giroto, M., Felipe, A. L. S., Junior, C. E. I., Bueno, C. E. M. S., Silva, T. F., & Lima, F. C. C. (2011) Importância econômica dos citros no Brasil. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 10(20), 3.

- Maldonado, I. (2018) Com mercado garantido, limão taiti vira alternativa para a fruticultura. *Tnonline*.
<https://tnonline.uol.com.br/noticias/regiao/465354,16,04,com-mercado-garantido-limao-taiti-vira-alternativa-para-a-fruticultura?d=1>.
- Manly, B. F. J., & Alberto, J. A. N. (2017) *Métodos Estatísticos Multivariados* (4ª. Ed.). Bookman.
- Máximo, G. A. S., & Almeida, M. L. M. (2016) *Produção de mudas de limeira àcida "Tahiti" [Citrus latifolia (Yu. Tanaka) Tanaka] em combinação com diferentes portas-enxertos*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia]
- Mendel, K. (1956). Rootstock-scion relationship in Shamouti trees on light soil. *Ktavim*, 6, 35-60.
- Morais, D. V., Nunes, L. A., Mata, V. P., Costa, M. A. P. C., Sodré, G. S., & Carvalho, C. A. L. (2019). Leaf geometric morphometrics among populations of *Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub. *Bioscience Journal*, 35(6), 1789-1798.
<http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v35n6a2019-3981>.
- Oliva, F. A., Amin, M. V., Fernandes, D., Pocaia, A. P. V., Lima, B. C., Carvalho, L. O., & Lima, M. A. R. (2017) Cultura do limão no Brasil: Custo de produ o e lucratividade. *Colloquium Agrariae*, 13, 65-70.
- Prevideli, F. D., & Almeida, M. M. Y. (2020) O mercado "in natura" do limão tahiti. *Revista Interface Tecnológica*, 17(1), 409-416.
<https://doi.org/10.31510/infa.v17i1.776>.
- R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>.
- Rencher, A. C., & Christensen, W. F. (2012) *Methods of multivariate analysis* (3. Ed.). Wiley & Sons.
- Rodrigues, M. J. S., Andradre Neto, R., Lessa, L., Girardi, E. A., & Soares Filho, W. (2018) Desempenho agronômico de lima ácida Tahiti em combinação com diferentes porta-enxertos em Capixaba, Acre. *Enciclopedia Biosfera*, 15(28), 353-363. <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/402>.
- Rodrigues, M. J. S., Ledo, C. A. S., Girardi, E. A., Almeida, L. A. H., & Soares Filho, W. S. (2015). Caracterização de frutos e propagação de porta-enxertos híbridos de citros em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(2), 457-470. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-068/14>.
- Roncatto, G., Romano, M. R., Caravina, S. M., Olibone, D., Girardi, E. A., Soares Filho, W. dos S., Botelho, S. de C. C., & Wruck, D. S. M. (2021). *Crescimento vegetativo de limeira-ácida 'Tahiti' sobre novos porta-enxertos no norte de Mato Grosso*. Embrapa Agrossilvipastoril.

- Roncatto, G., Romano, M. R., Deon, A., Girardi, E. A., & Soares Filho, W. S. (2019). *Efeito de porta-enxertos sobre o crescimento de laranja Pera D6, Ponkan e Lima ácida Tahiti*. In A. L. de Farias Neto, A. F. do Nascimento, A. L., Rossoni C. A. de S. Magalhães, D. R. Ituassu, E. S. S., Hoogerheide, F. S. Ikeda, F. Fernandes Junior, G. R. Faria, I. Isernhagen, L. G., Vendrusculo, M. M. Morales, & R. A. Carnevalli (Eds.). *Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável* (pt.6, cap.12, pp.453-462). Embrapa.
- Rossi, P. L., & Pandolfi, M. A. C. (2019) Análise de Mercado da Lima Ácida Tahiti. *Revista Interface Tecnológica*, 16(2), 255-263.
- Schinor, E. H., Cristofani-Yaly, M., Bastianel, M., & Machado, M. A. (2013) Sunki Mandarin vs Poncirus trifoliata hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. *Journal of Agricultural Science*, 5, 190-200.
<https://pdfs.semanticscholar.org/eeb8/e8c8d5e245d0e2d6aecb87f2c71d182b9792.pdf>
- Schwartz, G. (2007) Manejo sustentável de florestas secundárias: espécies potenciais no nordeste do Pará, Brasil. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, 3(5), 125-147. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/578357>
- Simões, D., Cabral, A. C., & Oliveira, P. A. D. (2015). Avaliação econômico-financeira da citricultura no centro-oeste do estado de São Paulo sob condições de incerteza. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(4), 859–869.
<https://doi.org/10.1590/0100-2945-257/14>
- Sorbolini, S., Gaspa, G., Steri, R., Dimauro, C., Cellesi, M., Stella, A., & Macciota, N. P. P. (2016) Use of canonical discriminant analysis to study signatures of selection in cattle. *Genetics Selection Evolution*, 48(1), 13p.
<https://doi.org/10.1186/s12711-016-0236-7>.
- Teixeira, A. L., Gonçalves, F. M. A., Rezende, J. C. de, Rocha, R. B., & Pereira, A.A. (2013). Análise de componentes principais em caracteres morfológicos de café arábica em estágio juvenil. *Coffee Science*, 8(2), 205-210.
- Vidal, M. F. (2022). Agropecuária: Fruticultura. *Caderno Setorial ETENE*, 228, 16.
https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1326/3/2022_CDS_228.pdf.
- VIDAL, M.F. (2018). Citricultura na área de atuação do BNB. *Caderno Setorial ETENE*, 3(41), 13. https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/356/3/2018_CDS_41.pdf
- Villa, F., Faria, F. B., Klosowski, E. S., Tsutsumi, C. Y. (2017) Produtividade e fenologia de lima ácida Tahiti e região subtropical de baixa altitude do Paraná. *Scientia Agraria Paranaensis*, 16(2), 171-178.