



**MARIA ELISÂNGELA FERREIRA DE OLIVEIRA**

**MELHORAMENTO GENÉTICO DA ABOBRINHA  
ITALIANA: ESTRATÉGIAS PARA FENOTIPAGEM E  
SELEÇÃO DE HÍBRIDOS EXPERIMENTAIS**

**LAVRAS – MG**

**2023**

**MARIA ELISÂNGELA FERREIRA DE OLIVEIRA**

**MELHORAMENTO GENÉTICO DA ABOBRINHA ITALIANA: ESTRATÉGIAS  
PARA FENOTIPAGEM E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS EXPERIMENTAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior  
Orientador

Prof. Dr. Sebastião Márcio Azevedo  
Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Oliveira, Maria Elisângela Ferreira de.

Melhoramento genético da abobrinha italiana: estratégias para  
fenotipagem e seleção de híbridos experimentais / Maria Elisângela  
Ferreira de Oliveira. - 2023.

80 p. : il.

Orientador(a): Valter Carvalho de Andrade Júnior.

Coorientador(a): Sebastião Márcio Azevedo.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. *Cucurbita pepo* L. 2. Diversidade genética. 3. Repetibilidade.  
I. Andrade Júnior, Valter Carvalho de. II. Azevedo, Sebastião  
Márcio. III. Título.

**MARIA ELISÂNGELA FERREIRA DE OLIVEIRA**

**MELHORAMENTO GENÉTICO DA ABOBRINHA ITALIANA: ESTRATÉGIAS  
PARA FENOTIPAGEM E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS EXPERIMENTAIS**

**GENETIC BREEDING IN ITALIAN ZUCCHINI: STRATEGIES FOR  
PHENOTYPING AND EXPERIMENTAL HYBRIDS SELECTION**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 01 de junho de 2023.

Dr. Sebastião Márcio de Azevedo	UFLA
Dra. Luciane Vilela Resende	UFLA
Dr. Alcinei Místico Azevedo	UFMG
Dra. Márcia Regina da Costa	UFVJM

Prof. Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior  
Orientador

Prof. Dr. Sebastião Márcio Azevedo  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2023**

*Ao meus pais Evânio Luiz e Maria Angela, ao meu irmão Tiago Ferreira e ao meu esposo  
Guilherme Lima, pelo apoio e carinho em todas as etapas e por serem os meus maiores  
exemplos de vida.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar e estar comigo em todos os momentos.

Aos meus pais, Evânio Luiz Ferreira e Maria Angela Ferreira, pela minha formação e incentivo concedido ao longo da minha vida, pelo afeto e amor. Ao meu irmão Tiago Ferreira de Oliveira pelo carinho e apoio.

Ao meu esposo Guilherme Lima Pacheco, que chegou na minha vida para complementar e sonharmos juntos, me apoiando na minha vida pessoal e profissional com companheirismo e motivação.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). que concedeu a bolsa de estudo. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Aos professores Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior e Sebastião Marcio Azevedo, pelas orientações, ensinamentos, paciência, amizade, dedicação, confiança e incentivo em todos os momentos.

Ao pós-doutorando Orlando Gonçalves Brito, do Departamento de Agricultura, pelas sugestões, correções no trabalho, auxílio nas atividades do experimento, incentivo ao estudo e pela amizade.

Aos colegas da área de Olericultura, Jeferson, Ariana, Eduardo e Francisco, que me auxiliaram nas atividades do experimento.

Ao Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) da Universidade Federal de Lavras, onde o experimento foi desenvolvido. Um agradecimento e abraço ao técnico responsável pelo CDTT, Vicente, e aos colaboradores, Ronaldo, Vanderlei, Vanessa, Júnior, Luiz e Elenice, que auxiliaram no desenvolvimento do experimento no campo, desde o preparo da área até as avaliações. Vocês são incríveis, fizemos uma amizade linda! Deus os abençoe!

À banca de defesa, composta pelos professores Valter Carvalho, Sebastião Márcio, Luciane Vilela, Alcinei Místico e Márcia Regina, pela contribuição ao trabalho.

A todos os amigos e familiares pelo carinho e apoio, que estão felizes com minha conquista. Minha gratidão a todos! Um grande abraço!

Muito obrigada!

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho, estudar o desempenho agronômico, a diversidade genética e a repetibilidade de híbridos de abobrinha italiana. O experimento foi conduzido em 2020, em que foram avaliados 33 híbridos de abobrinha italiana, sendo que destes, 31 são novos híbridos experimentais e dois comerciais (Adele e Clarice). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis plantas por parcela. Além da produtividade total e comercial de frutos, avaliou-se a características morfoagronômicas de ordem quantitativa e qualitativa. A partir dos dados obtidos, procedeu-se a avaliação agronômica dos híbridos; o estudo da diversidade genética e das correlações entre os caracteres avaliados e; o estudo de repetibilidade para determinação do número ótimo de colheitas para uma seleção confiável. Observou-se para o desempenho agronômico que todos os híbridos apresentaram boa uniformidade, bom formato, bom comprimento e ótimo diâmetro de frutos. As variáveis quantitativas número de frutos totais e comerciais e produtividade total, 12 híbridos que representam 36,36% de todos, se destacaram pelos excelentes resultados e bom rendimento, similar aos das cultivares comerciais. Os híbridos HT19165, HT19107, HT19109, HT19120 foram os mais divergentes dentre todos, incluindo as cultivares comerciais. No dendrograma formaram três grupos, em que os híbridos HT19165 e HT19109 se destacaram formando um destes grupos e foram considerados os híbridos mais divergentes. As correlações foram positivas para as variáveis quantitativas entre o número de frutos total, número de frutos comerciais, produtividade total, produtividade comercial e comprimento de frutos. Com apenas 15 colheitas de frutos não se atinge  $R^2 \geq 90\%$ , ou seja, com essa quantidade de colheitas atingiu o  $R^2$  de 70% que para o início dos programas de melhoramento já foi possível separar os híbridos bons dos ruins. Assim, pode-se concluir que dentre os 33 híbridos avaliados houve híbridos superiores com alto potencial produtivo, divergentes, e com boas correlações entre as variáveis quantitativas. E por fim, que repetibilidade na cultura da abobrinha italiana para alta precisão, exige um número elevado de colheitas para todas as variáveis realizadas.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo* L. Produtividade. Diversidade genética. Repetibilidade.

## ABSTRACT

The objective of this work was to study the agronomic performance, genetic diversity and repeatability of Italian zucchini hybrids. The experiment was conducted in 2020, in which 33 Italian zucchini hybrids were evaluated, of which 31 are new experimental hybrids and two commercial ones (Adele and Clarice). The design used was in randomized blocks with four replications and six plants per plot. In addition to the total and commercial productivity of fruits, quantitative and qualitative morphoagronomic characteristics were evaluated. From the data obtained, the agronomic evaluation of the hybrids was carried out; the study of genetic diversity and correlations between evaluated characters; and the repeatability study to determine the optimal number of harvests for reliable selection. It was observed for the agronomic performance that all hybrids presented good uniformity, good format, good length and great diameter of fruits. The quantitative variables number of total and commercial fruits and total productivity, 12 hybrids representing 36.36% of all, stood out for their excellent results and good yield, similar to those of commercial cultivars. Hybrids HT19165, HT19107, HT19109, HT19120 were the most divergent hybrids among all, including commercial cultivars. In the dendrogram they formed three groups, in which the hybrids HT19165 and HT19109 stood out forming one of these groups and were considered the most divergent hybrids. Correlations were positive for the quantitative variables between total fruit number, marketable fruit number, total yield, marketable yield and fruit length. With only 15 fruit harvests,  $R^2 \geq 90\%$  is not reached, that is, with this amount of harvests, the  $R^2$  of 70% was reached, which, for the beginning of the improvement programs, was already possible to separate the good hybrids from the bad ones. Thus, it can be concluded that among the 33 hybrids evaluated, there were superior hybrids with high productive potential, divergent, with good correlations between the quantitative variables. And finally, what repeatability in the culture of Italian zucchini for high precision requires a high number of harvests for all variables performed.

Keywords: *Cucurbita pepo* L. Productivity. Genetic diversity. Repeatability.



## LISTA DE FIGURAS

### SEGUNDA PARTE

#### ARTIGO 1

- Figura 1 - Formato dos frutos. Utilizou-se a escala com notas de 1 a 5, sendo: 1- muito ruim (deformado, oval); 2- ruim (um pouco longo e oval); 3- médio (alongado com algumas deformações); 4- bom (próximo ao padrão comercial-ideal) e 5- ideal (alongado, reto, entre 18 e 25 cm)..... 35
- Figura 2 - Uniformidade dos frutos. Utilizou-se a escalas de notas de 1 a 5, sendo: 1- frutos muito ruins (muito desuniformes); 2- frutos ruins (desuniformes); 3- média uniformidade; 4- boa uniformidade e 5- frutos excelentes e muito uniformes. ...35

#### ARTIGO 2

- Figura 1 - Variáveis canônicas no estudo de 33 híbridos de abobrinha italiana avaliadas no município de Lavras/MG. ....51
- Figura 2 - Representação gráfica da matriz de dissimilaridade de Mahalanobis no estudo de 33 híbridos de abobrinha italiana avaliadas no município de Lavras/MG. ....53
- Figura 3 - Dendrograma obtido com o algoritmo UPGMA a partir da distância de Mahalanobis no estudo de 33 híbridos de abobrinha italiana avaliadas no município de Lavras/MG. ....55
- Figura 4 - Representação das estimativas de correlação para as variáveis número de frutos totais (NfrutT), número de frutos comerciais (NfrutC), produção total (ProdT), produção comercial (ProdC), comprimento de frutos (CompF), diâmetro de frutos (DiamF), formato. ....57

#### ARTIGO 3

- Figure 1 - Estimation of the coefficient of determination calculated by different methods as a function of the number of harvests for fruit diameter (A), fruit length (B), fruit shape (C) and fruit uniformity (D) in 15 harvests of 33 zucchini hybrids italian. ... 73
- Figure 2 - Estimation of the coefficient of determination calculated by different methods as a function of the number of harvests for the number of total fruits (A), number of commercial fruits (B), total production (C) and commercial production (D) in 15 harvest of 33 hybrids of zucchini. .... 75

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

- Tabela 1 - Resumo da análise de variância para diâmetro de frutos (Diam), comprimento de frutos (Comp), formato de frutos (Form), uniformidade (Unif), número de frutos totais (NfrutT), número de frutos comerciais (NfrutC), produção total (ProdT), produção comercial (ProdC) em 33 híbridos de abobrinha italiana cultivados no Sul de Minas Gerais. Lavras, UFLA, 2021. ....36
- Tabela 2 - Comprimento de frutos, diâmetro de frutos, formato de frutos e uniformidade de frutos em 33 híbridos de abobrinha italiana cultivados no Sul de Minas Gerais 33 híbridos de abobrinha italiana. Lavras, UFLA, 2021. ....37
- Tabela 3 - Número de frutos totais (NfrutT), número de frutos comerciais (NfrutC), produção total (ProdT), produção comercial (ProdC) em 33 híbridos de abobrinha italiana cultivados no Sul de Minas Gerais. ....39

### ARTIGO 3

- Table 1 - Summary of analysis of variance for fruit diameter (Diam), fruit length (Leng), fruit shape (Shap), uniformity (Unif), number of total fruits (NTfrut), number of commercial fruits (NCfrut), total production (TProd), commercial production (CProd) in 15 harvests of 33 zucchini hybrids. Lavras. ....67
- Table 2 - Estimates of repeatability by different methods for fruit diameter (Diam), fruit length (Leng), fruit shape (Shap), uniformity (Unif), number of total fruits (NTfrut), number of commercial fruits (NCfrut), total production (TProd), commercial production (CProd) in 15 harvests of 33 zucchini hybrids. ....70

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE.....</b>	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Importância socioeconômica da abobrinha italiana .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Melhoramento genético da abobrinha italiana .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Diversidade genética.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Repetibilidade .....</b>	<b>22</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>24</b>
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS* .....</b>	<b>30</b>
	<b>ARTIGO 1 - SELEÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS DE ABOBRINHA ITALIANA VISANDO ALTA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS.....</b>	<b>31</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
	<b>ARTIGO 2 - DIVERSIDADE GENÉTICA E ASSOCIAÇÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS EM HÍBRIDOS DE ABOBRINHA ITALIANA.....</b>	<b>45</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>48</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
	<b>ARTIGO 3 - REPEATABILITY COEFFICIENT IN DETERMINING THE OPTIMAL NUMBER OF HARVESTS FOR THE SELECTION OF ZUCCHINI HYBRIDS.....</b>	<b>63</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>64</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL AND METHODS.....</b>	<b>65</b>
<b>3</b>	<b>RESULTS AND DISCUSSION.....</b>	<b>66</b>

<b>4</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERENCES .....</b>	<b>77</b>

## **PRIMEIRA PARTE**

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo de abobrinha italiana no Brasil, acentuou-se a partir do surgimento da cultivar Caserta, preferida pelos consumidores devido ao ótimo padrão de frutos (GUERRA *et al.*, 2020). Todavia, a cultura apresenta alta diversidade genética, com grande variação nas características dos frutos como tamanho, formato e coloração (ÖZTÜRK *et al.*, 2022). Isto é de grande relevância para o melhoramento genético da espécie, pois permite que sejam desenvolvidas diversas cultivares com alta produtividade e qualidade de frutos, além de resistentes às principais pragas e doenças (FILGUEIRA, 2013; NAGLAA *et al.*, 2021).

Apesar da alta performance agrônômica apresentada pelos principais híbridos comerciais, é indispensável que novos híbridos sejam desenvolvidos e avaliados em diferentes regiões de cultivo. Isto possibilita adequar as recomendações dos genótipos aos diferentes ambientes de cultivo, além de disponibilizar genótipos superiores aos pré-existentes. Também é importante conhecê-los morfológicamente, pois devem ser competitivos comercialmente, apresentando características de interesse. Com isso, é papel das pesquisas melhorar o rendimento e a qualidade dos frutos, desenvolvendo cultivares superiores de acordo com a preferência dos consumidores (SURESH *et al.*, 2020).

Diante disto, estimar a variabilidade genética nas populações segregantes é recomendado para prever os ganhos de seleção e agilizar a seleção das plantas superiores (BELLO *et al.*, 2012). A diversidade genética presente nos híbridos é o que garante que os mesmos se adaptem aos ambientes em mudanças (PULLIN, 2022). Assim, o sucesso da hibridação depende da diversidade, da seleção de genótipos parentais adequados, além de evitar o cruzamento entre indivíduos aparentados, para que não haja efeitos deletérios da depressão por endogamia (PAULAN, 2019; KHAN; MAHMUD; AHMMED, 2022).

A diversidade genética entre os híbridos de abobrinha italiana pode ser quantificada e evidenciada através da estatística multivariada. Cruz *et al.* (2014) relatam que os métodos multivariados permitem combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, o que possibilita a caracterização dos híbridos a partir das variáveis estudadas. Esta prática é um pré-requisito para a hibridação de cultivares de alto rendimento (SHIVANANDA *et al.*, 2013), uma vez que a recombinação de indivíduos aparentados pode resultar em menor vigor híbrido (SEYMEN *et al.*, 2016). Vários métodos estatísticos podem ser utilizados para a avaliação da diversidade genética, utilizando-se especialmente, e de atributos morfológicos, agrônômicos ou moleculares, sejam eles qualitativos ou quantitativos (BARZEGAR *et al.*, 2013; SOLTANI *et al.*, 2017). Todavia, o uso de dados morfoagronômicos são os mais

utilizados, pois há maior facilidade de obtenção das informações, boa precisão e menor custo (HOSEN *et al.*, 2021).

Outra ferramenta estatística importante nos programas de melhoramento genético é o estudo do grau de associação entre caracteres, avaliado por meio de análises de correlações. Neste tipo de estudo é possível determinar o grau de associação entre as variáveis (positiva ou negativa) e também a magnitude desta associação (fraca, mediana ou forte) (HUANG *et al.*, 2013). A partir do estudo das correlações é possível selecionar indiretamente características importantes que apresentem baixa herdabilidade ou que sejam difíceis de avaliar (VASCONCELOS *et al.*, 2020).

A abobrinha italiana é uma cultura de ciclo relativamente rápido, de até 90 dias. Neste intervalo são feitas as múltiplas colheitas de frutos, o que eleva acentuadamente os custos com mão de obra, mesmo o ciclo sendo curto (LÚCIO *et al.*, 2021). Com isso, os custos das pesquisas para o desenvolvimento de novas cultivares são ampliados. Além disso, o número ideal de colheitas pode variar conforme a característica estudada, o que dificulta ainda mais o processo de seleção (CRUZ *et al.*, 2012). Logo, é importante estabelecer o número ótimo de colheitas que promovam uma seleção confiável de genótipos em programas de melhoramento genético da espécie.

O coeficiente de repetibilidade pode ser utilizado em qualquer etapa do programa de melhoramento genético. Todavia, no início da seleção e identificação de genótipos superiores é fundamental conhecer o número mínimo ideal de medições para a pré-seleção e andamento do programa de melhoramento (MANFIO *et al.*, 2011).

Diante disto, este trabalho tem como objetivos avaliar o desempenho agrônomico de híbridos de abobrinha italiana no Sul de Minas Gerais, visando elevada produtividade e qualidade de frutos; avaliar a divergência genética entre híbridos simples de abobrinha italiana e as estimativas de correlações genotípicas entre as variáveis morfoagronômicas da cultura e; estimar o número ótimo de colheitas para a seleção confiável de híbridos de abobrinha italiana por meio do coeficiente de repetibilidade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância socioeconômica da abobrinha italiana

A abobrinha italiana (*Cucurbita pepo*) pertence à família botânica Cucurbitaceae, sendo importante na olericultura em termos de importância econômica e é uma opção produtiva para o ano todo (AZAMBUJA, 2015). No Brasil, é cultivada em diversas regiões, sendo conhecida como abobrinha italiana, abóbora de moita, abobrinha de tronco ou abobrinha de árvore, devido ao crescimento ereto das plantas (FILGUEIRA, 2008). Os principais estados produtores no Brasil são Minas Gerais (106.755 t), Bahia (75.649 t), São Paulo (70.900 t), Rio Grande do Sul (69.661 t), Santa Catarina (51.980 t) e Goiás (34.449 t) (IBGE, 2020). O cultivo nestas regiões é favorecido pelas condições climáticas favoráveis e pela facilidade de condução da cultura, como baixo custo de manejo, disponibilidade de híbridos produtivos e possibilidade de rotação com outras hortaliças de ciclo curto e de diferentes famílias (LOPES *et al.*, 2021).

É uma espécie monoica, alógama e com polinização entomófila (PARIS, 2016). As plantas tem hábito de crescimento compacto com área foliar menor que outras cucurbitáceas, isso permite o cultivo de mais plantas em menor espaço, folhas recortadas, de coloração verde e manchas prateadas. O sistema radicular é extenso e superficial, concentrando na camada de 0-20 cm de solo (TAMER *et al.*, 2010).

Quanto a sua reprodução, por serem plantas monoicas, em uma mesma planta há flores masculinas e femininas. As flores femininas são fáceis de serem identificadas, devido a presença do ovário desenvolvido, semelhante ao formato do fruto. Já as flores masculinas, geralmente aparecem primeiro que as flores femininas, essa tem o pecíolo longo e no final, a flor. Tanto as flores femininas quanto as masculinas são grandes e de coloração amarela muito atrativas. Esta atratividade faz com as flores recebam a visita das abelhas polinizadoras e, conseqüentemente, ocorre a polinização (FUKUSHI, 2016).

A polinização e frutificação podem ser afetadas negativamente pelas condições ambientais desfavoráveis, como alta/baixa temperatura, umidade inadequada que afetam diretamente a viabilidade do pólen, sendo que a flor fica aberta para polinização apenas um dia e viável apenas no período da manhã (FUKUSHI, 2016). Desse modo, nos meses de inverno as abelhas são menos ativas, com isso, a polinização por elas é limitada. Assim, após a polinização inicia o desenvolvimento inicial dos frutos que é dividido em três fases: fertilização (crescimento do tubo polínico que atinge o óvulo), divisão celular e expansão celular (crescimento do fruto ou aborto). Após três dias da polinização da flor é facilmente verificável



se o fruto irá crescer ou foi abortado, através da comparação do tamanho com outros frutos (POMARES-VICIANA *et al.*, 2017).

A frutificação inicia-se em torno dos 45 dias após a sementeira e pode se estender até 60 dias após a sementeira. A colheita é manual quando os frutos ainda estão imaturos com 15 a 20 cm de comprimento, 4 a 5 cm de diâmetro massa, e peso médio do fruto variando de 200 a 300 g, ao contrário de outras abóboras. Os frutos são cilíndricos, com casca fina e lisa, de coloração verde e com estrias verdes escuras (FILGUEIRA, 2008; POMARES-VICIANA *et al.*, 2017).

Os frutos da abobrinha podem ser consumidos de diversas formas, dentre elas, refogados, cozidos, em saladas frias, ou mesmo recheadas com outras hortaliças ou carnes (MATOS *et al.*, 2017). Além do sabor agradável, seu alto consumo está associado ao elevado conteúdo nutricional. A abobrinha é rica em carotenóides, minerais, vitaminas A e C, compostos fenólicos, dentre outras (PRIORI *et al.*, 2022). A planta também é utilizada no tratamento de resfriados e no alívio de dores, pois possui substâncias com propriedades antioxidantes, anticancerígenas e anti-inflamatória (MAYNE *et al.*, 2016; CAÑAS; BRAIBANTE, 2019).

É uma espécie de clima ameno com certa tolerância ao frio, desde que não seja abaixo de 10 °C, pois é uma cultura que não tolera geadas ou frios intensos, bem como temperatura muito elevada, pois o desenvolvimento fisiológico das plantas é prejudicado. A temperatura ideal para ótima germinação das sementes varia entre 21 a 35 °C e a temperatura ideal durante o ciclo varia entre 22 a 25 °C. A abobrinha é uma cultura de dia neutro, ou seja, não é influenciada pelo fotoperíodo, porém, durante dias longos tem o aumento da produção de flores masculinas comparando às femininas (LIU *et al.*, 2020).

No Brasil existem 599 cultivares de abobrinha registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) (MAPA, 2022). Mesmo com este número expressivo de cultivares registradas, uma pequena fração realmente está disponível comercialmente, o que reforça a necessidade de investimentos no desenvolvimento, avaliação e lançamento de novos híbridos. Visto a quantidade de cultivares de abobrinha italiana no mercado e sabendo que é uma cultura socioeconômica muito importante, é essencial que os programas de melhoramento genético sempre busquem e avaliem fisiologicamente e morfológicamente novos híbridos superiores competitivos aos existentes, que além de altamente produtivos e frutos com qualidade, sejam adaptáveis às condições edafoclimáticas e resistentes as principais pragas e doenças, e que atendam às exigências dos consumidores (SURESH *et al.*, 2020).

## 2.2 Melhoramento genético da abobrinha italiana

A família das cucurbitáceas ( $2x = 2n = 40$ ), é um grupo de espécies que apresenta ampla diversidade genética, compreendendo em trono de 120 gêneros e mais de 825 espécies (TEPPNER, 2004). O gênero *cucurbita* é considerado um dos maiores gêneros com maior variabilidade morfológica do reino vegetal, diversificando em cor, tamanho, e formato dos frutos. Esta família é a segunda maior família hortícola em termos de importância econômica, vindo depois da família da solanácea. Nesta família inclui várias culturas importantes como o melão (*Cucumis melo* L.), melancia (*Citrullus lanatus* Thunberg), pepino (*Cucumis sativus* L.) e as aboboras (*Cucurbita* spp.). Dentre a família das abóboras, as mais importantes para a produção agrícola e valor comercial são *C. máxima*, *C. moschata* e *C. pepo* (ADOLFO *et al.*, 2021).

As cucurbitáceas selvagens possuem em sua composição uma substância tóxica que possui sabor amargo, o que a torna inviável ao consumo. Diante disto, o melhoramento e seleção das plantas iniciou-se com a seleção dos frutos sem esse sabor amargo. Vários estudos foram feitos para descobrir o que deixava esse sabor amargo, e descobriram ser um gene dominante responsável pela síntese de tal substância. Como a abobrinha é consumida a partir de frutos imaturos, daí se iniciou a seleção das plantas que não produziam frutos amargos, para a continuidade no programa de melhoramento genético desta cultura (BIRSOGNIN, 2002).

A cultivar Caserta está entre as abobrinhas italianas que por muito tempo foi a preferência pelos produtores. Isto ocorreu pois ela se destaca pela alta produtividade e qualidade de frutos, tornando-se muito importante no agronegócio hortícola. Além disso, seus frutos são muito apreciados pelos consumidores, com ótimo padrão de qualidade, cor e sabor (CASTELLANOS MORALES *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2020).

Diante disto, diversas cultivares de alta produtividade e qualidade de frutos foram desenvolvidas ao longo dos anos, destacando-se os híbridos comerciais. Os híbridos são muito usados, especialmente pela alta estabilidade produtiva e elevada produção de frutos (ISLA SEMENTES, 2022). Dentre os principais híbridos comercializado no Brasil pode-se citar as abobrinhas Adele, Aline, Flora, Alanis, PX7051 e Belle. Estes híbridos destacam-se por serem produtivos, com plantas vigorosas, apresentarem hábito de crescimento do tipo moita, frutos verde-claros com listras verdes escuras e formato cilíndrico (BEN-NOUN, 2019). Além disso, os híbridos Adele e Alanis apresentam ciclo precoce, alta produtividade e boa qualidade de frutos até o final do ciclo (SAKATA SEEDS, 2022). Os frutos destes híbridos também apresentam alto tempo de prateleira e resistência moderada a ZYMV (*Zucchini yellow mosaic*

*virus*), PRSV-W (*Papaya ringspot virus- Watermelon*), WMV (*Watermelon mosaic virus*), Px (*Erysiphe cichoracearum*). Já a cultivar Caserta é muito produtiva e com ótima qualidade de frutos, porém não há resistência a viroses e doenças fúngicas.

As flores da abobrinha italiana, abrem uma única vez, ou seja, são viáveis para a polinização entre o amanhecer até ao meio-dia, e podem ser polinizadas por abelhas em campo aberto ou manual. No entanto, é comum a polinização manual em programas de melhoramento genético na produção de sementes híbridas, pois assim tem-se o controle dos genitores masculino e feminino que deram origem àquele híbrido superior, além de permitir aumentar a variabilidade genética da cultura (ROMANO *et al.*, 2008).

A abobrinha italiana é uma cultura com uma ampla variabilidade genética dentro da espécie, o que facilita a seleção e o desenvolvimento de novos híbridos comerciais competitivos em produtividade e qualidade de frutos (GOMES *et al.*, 2020). Diversos estudos têm avaliado a diversidade genética na abobrinha em relação às suas características morfológicas, como o crescimento, características anatômicas, produtividade e o número de nós para a primeira flor feminina (OZTURK *et al.*, 2021; BALKAYA *et al.*, 2010; ESHO; JASIM, 2020).

Sajid *et al.* (2022) identificaram em sua pesquisa que a produtividade por hectare, produtividade por planta, peso de frutos, comprimento de frutos e diâmetro de frutos são variáveis que contribuem para o programa de melhoramento genético para a cultura da abobrinha italiana, pois apresentam alta herdabilidade e promovem elevado avanço genético. Ainda, as variáveis número de frutos por planta, comprimento de frutos, peso de frutos são características interrelacionadas e que influenciam muito na produção final desta cultura.

Já a autofecundação eleva a homozigose e pode acarretar depressão por endogamia em espécies alógamas, que é o caso da abobrinha italiana. Essa depressão por endogamia causada pela autofecundação reduz o vigor das plantas. Desse modo, a autofecundação é utilizada para a obtenção das linhagens para posterior o cruzamento e produção do híbrido F1 (PAULAN, 2019; KHAN; MAHMUD; AHMMED, 2022).

Assim, a produção de híbridos de abobrinhas é o cruzamento de linhagens endogâmicas. Há grandes vantagens do uso de materiais híbridos na produção comercial de hortaliças, pois os híbridos têm alta performance às condições climáticas, uniformidade e padronização dos frutos, alta produtividade, estabilidade de plantas e frutos, resistência a pragas e doenças e, consequentemente, maior retorno econômico aos produtores, quando comparados com as cultivares de polinização aberta (BIRSOGNIN, 2002). Outro ponto de destaque do uso de híbridos é a constante comercialização de sementes melhoradas, assegurando a exclusividade da oferta e comercialização do produto por parte da empresa criadora do híbrido (BIRSOGNIN,

2002). Mesmo com os híbridos já existentes no mercado, é fundamental o desenvolvimento de novos híbridos com alto potencial produtivo e qualidade de frutos, e conhecer a diversidade genética de cada um.

Os melhoristas buscam selecionar linhas que tenham variância genética aditiva de interesse na seleção (HALLAUER *et al.*, 2010). A variância genética aditiva é herdada dos pais para os descendentes pela transmissão de alelo, e visa acumular genes para melhorar características desejáveis em uma população (SILVA-DAÍZ *et al.*, 2018; VILLANUEVA-VERDUZCO *et al.*, 2020). Assim, parte a relevância do estudo genético e desenvolvimento de novos híbridos ao comércio, que sejam produtivos, precoces, com produção de frutos uniformes e resistentes a praga e doenças. Nesse sentido, é de suma importância o estudo da diversidade genética nos programas de melhoramento para o desenvolvimento de tecnologias genéticas para a produção de híbridos de abobrinha italiana no Brasil.

Os coeficientes de variação fenotípica e genotípica e herdabilidade são indicadores na melhoria das características desejáveis no programa de melhoramento genético (DENTON; NEGBYRUKA, 2011). Desse modo, o sucesso dos programas de melhoramento parte do princípio que os parentais apresentam variabilidade genética suficiente para prosseguir com os avanços genéticos, sendo essencial avaliar ainda, os efeitos indiretos das recombinações sobre o rendimento e seus atributos (HALLAUER *et al.*, 2010).

### **2.3 Diversidade genética**

As cucurbitáceas estão entre as principais culturas com ampla diversidade genética das características morfológicas (ÖZTÜRK *et al.*, 2022). A *Cucurbita pepo* L. tem alto valor econômico e diversidade genética, com ampla variação nas características dos frutos como cor, tamanho e formato dos frutos, além das características da planta como as folhas (PRATAMI *et al.*, 2019), o que favorece seu melhoramento genético.

A diversidade genética nas culturas é uma maneira de garantir a existência das espécies, pois são fontes de alelos para o desenvolvimento de novos híbridos adaptados às condições climáticas, produtividade, qualidade de frutos e resistências (ÖZTÜRK *et al.*, 2022). Desse modo, o conhecimento da diversidade genética é uma ferramenta útil no planejamento dos programas de melhoramento genético, pois facilita as amostragens e utilização de genitores, sendo escolhidos os melhores para futuras hibridações no programa (AZEVEDO *et al.*, 2012). Os melhoristas buscam genitores que tenham além do bom desempenho agrônomo, tenham bons parâmetros genéticos e dissimilaridade genética. A partir da divergência genética, é

possível estabilizar a produção e aumentar as produtividades e resistência aos severos ataques de pragas e doenças, melhorando o desempenho agrônomo das plantas (CRUZ *et al.*, 2012).

Esta alta variabilidade genética das abobrinhas ocorre, em partes, pela alogamia, que com anos de estudos foram selecionando genótipos mais produtivos, uniformes, precoces e alta qualidade de frutos (BIRSOGNIN, 2002). Através do estudo de diversidade genética é possível agrupar os genótipos em grupos distintos (dissimilaridade) entre si e similares dentro do mesmo grupo (ZHANG *et al.*, 2018; BORGES *et al.*, 2019). Quando se conhece a dissimilaridade dos genitores, permite-se combinações futuras mais promissoras, pois o melhorista conhece cada característica de cada genitor, que o auxilia identificar quais são os melhores para combinar e obter um híbrido superior (OSMAR *et al.*, 2012; TUHINA-KHATUN *et al.*, 2015).

A diversidade genética é a base do melhoramento genético das espécies e fornece maior variabilidade genética entre os genótipos para seleção e posterior combinações para obterem híbridos superiores (PANDEY *et al.*, 2009) A variabilidade genética para uma característica agrônomo de uma espécie é fundamental para os programas de melhoramento genético e ampliar o pool genético e garantir a herdabilidade de interesse (AKINWALE *et al.*, 2011). O melhorista deve conhecer a herdabilidade de cada característica, pois ela os ajuda a prever o sucesso de uma seleção de genótipos importantes para o melhoramento da cultura (TUHINA-KHATUN *et al.*, 200).

A divergência genética é determinada a partir da análise multivariada, o que permite avaliar duas ou mais características simultaneamente. Isto é vantajoso, pois é possível identificar fontes de variabilidade genética, a importância da característica em relação a divergência genética e permite aos melhoristas fazerem as melhores combinações de maior porcentagem de sucesso (BALKAYA *et al.*, 2010). Assim, o estudo da diversidade permite conhecer as diferenças morfológicas e fisiológicas entre os genitores, além de dispensar genitores que não têm potencial para hibridação, o que é vantajoso quando há um grande número de genitores por reduzir tempo e minimizar custos de pesquisas (CARVALHO *et al.*, 2003).

Dentre as técnicas estatísticas multivariadas destaca-se a análise de componentes principais e os métodos de agrupamento (CRUZ; REGAZZI, 1997). A análise de componentes principais é uma técnica muito utilizada, que permite transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto de dimensão equivalente e com propriedades importantes para o melhoramento genético. Desse modo, é possível reduzir o conjunto de variáveis originais em poucos componentes (CRUZ; REGAZZI, 1997).

Já a análise de agrupamento reúne os genitores através de algum caractere estabelecido pelo melhorista, e agrupa-os pela similaridade deste caractere. A forma de agrupar varia de acordo com o método escolhido, mas ambos mantêm o princípio de estabelecer grupos em que a homogeneidade é maior do que aquela que existe em outros grupos. Há vários métodos de agrupamento dos genitores, e dentre eles se destaca o UPGMA (*Unweighted Paired Group Method Using Averages*). No método UPMGA, a dissimilaridade genética é avaliada por meio do dendrograma, em que se têm ramificações, de tal forma que o número de acessos em um grupo aumenta gradativamente em função do ponto de referência, chamado de ponto de corte (CRUZ, 2006; CLEMENTE *et al.*, 2021).

O dendrograma UPGMA criado a partir da matriz de dissimilaridade obtida pela distância generalizada de Mahalanobis, o valor ideal do coeficiente de correlação é de 0,90, pois torna o agrupamento dos genótipos confiável e representa a matriz de dissimilaridade (CLEMENTE *et al.*, 2021). Este método é indicado para variáveis quantitativas provenientes de experimentos com repetições (CRUZ *et al.*, 2011). No entanto, Cruz, Ferreira e Pessoni (2014), relatam que o valor de coeficiente de correlação no mínimo de 0,70 já é um valor de confiabilidade e que tem boa representatividade. Quando o agrupamento UPGMA é representativo, nos programas de melhoramento futuro os genótipos divergentes podem ser utilizados, pois representam alta variabilidade genética.

Outra ferramenta no estudo de divergência genética é o estudo de correlações genéticas e fenotípicas existentes entre os caracteres, fundamental em programas de melhoramento. As correlações genéticas indicam a hereditariedade de determinados caracteres associados entre si, resultantes de causas puramente genéticas (CRUZ *et al.*, 2012). Estas correlações genéticas podem ser utilizadas de forma estratégica na seleção indireta de genótipos, visando melhoria de determinados caracteres fortemente associados.

Todavia, a influência do ambiente na natureza fenotípica das características pode levar a estimativas moderadas de herdabilidade (AHMED *et al.*, 2022), o que pode dificultar a seleção indireta em alguns casos. As correlações fenotípicas por sua vez podem ser utilizadas para explorar a relação linear existente entre as características (AHMED *et al.*, 2022). Entretanto, por serem resultantes da ação genética e ambiental, não refletem uma associação herdável em sua totalidade, o que lhe confere menor importância nos programas de melhoramento. A partir do conhecimento das correlações estabelecidas entre caracteres é possível determinar o grau de associação entre variáveis, estimando-se o quanto a alteração em uma variável pode influenciar as demais (SILVA *et al.*, 2016). Além disso, é possível reduzir

o número de avaliação durante a seleção de genótipos de interesse, pois características com alto grau de associação, podem ser eliminadas, mantendo-se apenas as mais importantes.

Diversos estudos de correlações foram conduzidos com hortaliças, como a *Cucurbita moschata* D. (GOMES *et al.*, 2020), na *Cucurbita pepo* L. (AMOROSO *et al.*, 2022), no *Pisum sativum* L. (AHMED *et al.*, 2022), na *Brassica oleracea* (AZEVEDO *et al.*, 2016). Estudar a variabilidade genética é importante quando se observa os caracteres de rendimento e nos caracteres que contribuem para o rendimento, para que os programas de melhoramentos tenham continuidade. Numa seleção de genótipos superiores, ao se basear apenas na expressão fenotípica dos materiais, a seleção não é eficiente para os caracteres quantitativos (SRIKANTH, 2017). Assim, deve-se avaliar conjuntamente as características fenotípicas, suas correlações e a diversidade genética existente entre os híbridos, o que é importante para a geração de variabilidade genética visando a obtenção de novos híbridos superiores.

## 2.4 Repetibilidade

A abobrinha é uma cultura de ciclo curto, em torno de 90 dias, e a colheita dos frutos inicia aproximadamente 45 dias após o transplante das mudas no campo. A abobrinha italiana é uma cultura de múltiplas colheitas, e o tempo de produção pode variar de acordo com as condições climáticas, como a temperatura, precipitação e radiação solar, influenciando o crescimento e a produtividade da cultura (BANNAYAN *et al.*, 2011).

O melhoramento de híbridos em culturas de múltiplas colheitas é trabalhoso devido ao elevado número de colheitas necessárias para maior eficiência das avaliações, além do elevado custo da pesquisa, como mão de obra e maior tempo para seleção dos híbridos superiores (CRUZ *et al.*, 2012). Assim, uma das estratégias utilizadas pelos melhoristas é a determinação do número ótimo de colheitas para uma seleção confiável e acurada, determinada a partir do estudo de repetibilidade. O coeficiente de repetibilidade permite selecionar características com medições repetidas em um mesmo indivíduo no tempo e/ou espaço com o menor número de colheitas (SILVA *et al.*, 2009). Através do coeficiente de repetibilidade é possível determinar o número de medições necessárias dos híbridos com grau de probabilidade ( $R^2$ ) e também determina o máximo valor de herdabilidade para um determinado caráter (COSTA, 2003; CRUZ *et al.*, 2012).

Resende (2002) classifica o coeficiente de repetibilidade da seguinte forma: alta repetibilidade ( $r \geq 0,60$ ), média repetibilidade ( $0,30 \leq r < 0,60$ ) e baixa repetibilidade ( $r < 0,30$ ). Quando houver baixa variação do coeficiente de repetibilidade, indica que o método utilizado

para estimação foi eficiente. Em casos em que o coeficiente de repetibilidade é classificado como médio, significa que a característica está sujeita a influência ambiental.

Altas estimativas de coeficientes de repetibilidade indicam que são necessárias poucas medições em um mesmo indivíduo para que se mantenha alta confiabilidade na seleção (MANFIO *et al.*, 2011). Já em casos de baixos coeficientes necessita-se de maior número de avaliações para maior confiabilidade (SILVA *et al.*, 2009). Ressalta-se que, em alguns casos, mesmo com o máximo de avaliações possíveis, os híbridos bons não se distinguem dos ruins (SILVA *et al.*, 2009).

Diversos estudos do coeficiente de repetibilidade já foram desenvolvidos em culturas com múltiplas colheitas, dentre elas o pimentão (*Capsicum annuum*), o tomate (*Solanum lycopersicum*) e a couve de folha (*Brassica oleracea L. var. acephala*). No entanto, para a cultura da abobrinha italiana há apenas um estudo realizado por Feijó *et al.* (2005), em que foi avaliado apenas a cultivar caserta. Desse modo, parte a importância do estudo do coeficiente de repetibilidade em híbridos de abobrinha italiana.

Por fim, foi visto as inúmeras ferramentas que podem auxiliar os melhoristas nos programas de melhoramento genético na cultura da abobrinha italiana, na seleção e obtenção de híbridos superiores aos existentes no mercado. Quando o melhorista domina seu conhecimento sob as linhagens, ele potencializa suas escolhas para combinações assertivas e que perdure na comercialização, tanto para os produtores quanto para a aceitação dos consumidores.



## REFERÊNCIAS

- ADOLFO, G.; ERCOLANO, M.R.; AMOROSO, C.G. Disease Resistance Breeding with Genomic Tools in Zucchini (*Cucurbita pepo* L.). *Advances in Plant Breeding Strategies, Vegetable Crops*, [S.l.], [S.v.], [S.n.], p. 407-422, 2021.
- AHMED, I.; ROHMAN, M.M.; HOSSAIN, M.A.; MOLLA, M.R.; AZAM, M.G.; HASAN, M.M.; GABER, A.; ALBOGAMI, B.; HOSSAIN, A. A Study on the Phenotypic Variation of 103 Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Landraces for the Development of Desirable Cultivars Suitable for the Changing Climate. *Life*, [S.l.], v. 12, p. 1235, 2022.
- AKINWALE, M.; GREGORIO, G.; NWILENE, F.; AKINYELE, B.; OGUNBAYO, S.A.; ODIYI, A. C. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.). *African Journal of Plant Science*, [S.l.], v. 5, p. 207–212, 2011.
- AMOROSO, C.G.; ANDOLFO, G.; CAPUOZZO, C.; DI DONATO, A.; MARTINEZ, C.; TOMASSOLI, L.; ERCOLANO, M.R. Transcriptomic and genomic analysis provides new insights in molecular and genetic processes involved in zucchini ZYMV tolerance. *BMC Genomics*, [S.l.], v. 23, n. 371, 2022.
- AZAMBUJA, L.O.; BENETT, C.G.S.; BENETT, K.S.S.; COSTA, E. Produtividade da abobrinha caserta em função do nitrogênio e gel hidrorretentor. *Científica*, [S.l.], v. 43, n. 4, p. 353-358, 2015.
- AZEVEDO, A.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; PEDROSA, C.E.; FERNANDES, J.S.C.; VALADARES, N.R.; FERREIRA, M.R.A.; MARTINS, R.A.V. Desempenho agrônômico e variabilidade genética em genótipos de couve. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [S.l.], v. 47, p. 1751-1758, 2012.
- AZEVEDO, A.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; PEDROSA, C.E.; VALADARES, N.R.; ANDRADE, R.F.; SOUZA, J.R.S. Estudo da repetibilidade genética em clones de couve. *Horticultura Brasileira*, [S.l.], v. 34, p. 054-058, 2016.
- BALKAYA, A.; ÖZBAKIR, M.; KURTAR, E.S. The phenotypic diversity and fruit characterization of winter squash (*Cucurbita maxima*) populations from the Black Sea region of Turkey. *Afr. J. Biotechnol.*, [S.l.], v. 2, p. 152-162, 2010.
- BANNAYAN, M.; REZAEI, E.E.; ALIZADEH, A. Climatic Suitability of Growing Summer Squash (*Cucurbita pepo* L.) as a Medicinal Plant in Iran. *Notulae Scientia Biologicae*, [S.l.], v. 3, p. 39-46, 2011.
- BARZEGAR, R.; PEYVAST, G.H.; AHADI, A.M.; RABIEI, B.; EBADI, A.A.; BABAGOLZADEH, A. Population structure and genetic variability studies among Iranian *Cucurbita* (*Cucurbita pepo* L.) accessions, using genomic SSRs and implications for their breeding potential. *Biochemical Systematics and Ecology*, [S.l.], v. 50, p. 187-198, 2013.
- BELLO, O.B.; IGE, S.A.; AZEEZ, M.A.; AFOLABI, M.S.; ABDULMALIQ, S.Y.; MAHAMOOD, J. Heritability and genetic advance for grain yield and its component characters in maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Plant Research, Rosemead*, [S.l.], v. 2, n. 5, p. 138-145, 2012.

BEN-NOUN, L. **Characteristics of Zucchini**. Israel: Ben Gurion University of the Negev Faculty of Health Sciences, Dept. of Family Medicine Beer-Sheva, 2019. p. 65.

BIRSOGNIN, D.A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 715-723, 2002.

BORGES, R.M.E.; LIMA, M.A.C.; LIMA, M.N.R.; MELO, N.F. **Diversidade genética em genótipos de abóbora para descritores qualitativos e quantitativos associados ao frutos**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2019. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 136).

CAÑAS, G.J.S.; BRAIBANTE, M.E.F. A química dos alimentos funcionais. **Química e Sociedade**, [S.l.], v. 41, n. 3, p. 216-223, 2019.

CASTELLANOS-MORALES, G.; RUIZ-MONDRAGÓN, K.Y.; HERNÁNDEZ-ROSALES, H.S.; VEGA, G.S. DE LA; GÁMEZ, N.; AGUIRRE-PLANTER, E. A.; MONTESHERNÁNDEZ, S.; LIRA-SAADE, R.; EGUIARTE, L. E. Tracing back the origin of pumpkins (*Cucurbita pepo* ssp. *pepo* L.) in Mexico. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences**, México, v. 286, p.1-9, 2019.

CLEMENTE, A.A. **Teores de antocianinas, carotenoides e clorofilas em germoplasma de alface roxa e verde a partir de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada**. Uberlândia: UFU, 2021.

COSTA, J.G. Estimativas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em Mangueira. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 33, p. 263-266, 2003.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Ed. 3, Viçosa: Editora UFV, p. 688, 2014.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. 1. ed. Viçosa: Suprema, 2014. 620 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. p. 514.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

DENTON, O.A.; NEGBYRUKA, C. Heritability Genetic Advance and Character Association in six Related Character of *Solanum anguivi*. **Asian. J. Agric. Res.** Viçosa: UFV, v. 5, p. 201-207, 2011.

ESHO, K.B. AND JASIM, E.A.A. Study the line Xtester hybridization, [ii] flowering and yield in squash (*Cucurbita pepo* L.). **SSRG Int. J. Agric. Environ. Sci.**, [S.l.], Viçosa: UFV, v. 6, p. 18-25, 2020.

FEIJÓ, S.; OLIVEIRA, S.J.R. DE; STORCK, L.; LÚCIO, A.D.; DAMO, H.P.; MARTINI, L.F.D. Repetibilidade da produção de frutos de abobrinha italiana. **Revista Brasileira de Agrociência**, [S.l.], v.1 1, p. 39-43, 2005.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV, 2008. p. 421.

\_\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2013. p. 421.

FUKUSHI, Y.K.M. **Consortiação de abobrinha italiana e repolho: plantas espontâneas, artrópodes associados e viabilidade econômica do sistema**. 2016. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

GOMES, R.S.; MACHADO, J.R.; ALMEIDA, C.F.; CHAGAS, R.R.; OLIVEIRA, R.L.; DELAZARI et al. 2020. Brazilian germplasm of winter squash (*Cucurbita moschata*D.) displays vast genetic variability, allowing identification of promising genotypes for agro-morphological traits. **PLoS ONE**, [S.l.], v.15, n. 6, p. e0230546.

GUERRA, A.M.N.M.; SILVA, M.G.M.; EVANGELISTA, R.S.; SANTOS, E.B.; NOGUEIRA, W.P. Produção de cultivares de abobrinha italiana a pleno sol e sombreamento do Nordeste brasileiro. **Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 41, n. 1-2, p. 1-7, 2020.

HALLAUER, A.R; CARENA, M.J.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. New York: Springer, 2010. p. 663.

HOSEN, M.; RAFII, M. Y.; MAZLAN, N.; JUSOH, M.; OLADOSU, Y.; CHOWDHURY, M.F.N.; MUHAMMAD, I.; KHAN, M.M.H. Pumpkin (*Cucurbita* spp.): A Crop to Mitigate Food and Nutritional Challenges. **Horticulturae**, [S.l.], v. 7, n. 352, 2021.

HUANG, B.; YANG, Y.; LUO, T.; WU, S.; DU, X.; CAI, D.; LOO, E. N.; HUANG, B. Correlation, regression and path analyses of seed yield components in *Crambe abyssinica*, a promising industrial oil crop. **American Journal of Plant Sciences**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 42-47, 2013.

ISLA SEMENTES. Produtos hortaliças. **Abobrinha de tronco Caserta**. 2022. Disponível em: <https://www.isla.com.br/produto/abobrinha-de-tronco-caserta/7>. Acesso em: 02 out. 2022.

KHAN, S.; MAHMUD, F.; AHMMED, T. Genetic Diversity with Cluster Analysis of Maize Genotypes (*Zea mays* L.). Genetic Diversity with Cluster Analysis of Maize Genotypes (*Zea mays* L.). **Advances in Bioscience and Biotechnology**, [S.l.], v. 13, p. 273-283, 2022.

LIU, C.; M.A.; C.; LÜ, J.; YE, Z. Yield Stability Analysis in Maize Hybrids of Southwest China under Genotype by Environment Interaction Using GGE Biplot. **Agronomy**, [S.l.], v. 12, p. 1189, 2022.

LOPES, B.G.; FARIA, G.A.; MALTONI, K.L.; ROCHA, P.S.; PEIXOTO, A.P.B.; OLIVEIRA, T.A. de; FONSECA, A.D.da; FELIZARDO, L.M. Classification of the coefficient of variation for experiments with eucalyptus seedlings in greenhouse. **Revista Ciência Agronômica**, [S.l.], v. 52, p. 1-14, 2021.

LÚCIO, A.D.C.; DIEL, M.I.; MELO, P.; TARTAGLIA, F.L. Production cycle and characterization of Italian zucchini genotypes by the logistic model. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 39, p. 264-271, 2021.

MANFIO, C.E.; MOTOIKE, S.Y. SANTOS, C.E.M.; DUARTE PIMENTEL, L.; QUEIROZ, V.D.; YOSHIKO SATO. A. Repetibilidade em características biométricas dos frutos de macaúba. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 41, n. 1, 2011.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cultivar Web, Abóbora/ Abobrinha (*Curcubita moschata Duchesne*)**. 2022. Disponível em: [https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso: 30. dez. 2022.

MATOS, J.P. de; CORREIA, E.C.S.S.; MONTEIRO, R.N.F.; DOMINGUES NETO, F.J.; SILVA, D.P. Floração e rendimento de frutos da abobrinha italiana ‘Daiane’ sob aplicação de regulador vegetal e fertilizante foliar. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, [S.l.], v. 11, p. 107-115, 2017.

MAYNE, S.T.; PLAYDON, M.C.; ROCK, C.L. Diet, nutrition, and cancer: Past, present and future. **Nat. Rev. Clin. Oncol.**, [S.l.], v. 13, p. 504-515, 2016.

NAGLAA, A.R.O.; ABDEL-AZIZ, M.K.A.; MAHMOUD, A.W.A.; ENTESAR, I.M.R. Efficiency of Simple Recurrent Selection and Selfing with Selection on Improving Growth, Yield and Quality of Pumpkin (*Cucurbita Moschata*). **Journal of the Advances in Agricultural Researches**, [S.l.], v. 27, n. 1, 2021.

OSMAR, K.A.; MUSTAFA, A.M.; ALI, F.; YONGLAIN, Z.; FAZHAN, Q. Genetic variability for yield and related attributes of upland rice genotypes in semi arid zone (Sudan). **Afr J Agric Res**, [S.l.], v. 7, n. 33, p. 4613-4619, 2012.

ÖZTÜRK, H.I.; KORKUT, R.; DONDERALP, V.; BULUT, H. Morphological and molecular characterization of some pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) genotypes collected from Erzincan province of Turkey. **Scientific Reports**, [S.l.], 12, n. 1, p. 6814, 2022.

OZTURK, H.I.; DÖNDERALP, V.; BULUT *et al.* Exploring the genetic diversity of some squash (*Cucurbita maxima* L.) germplasm using morphological and molecular markers in Erzincan. **Res. Squ.**, [S.l.], p. 1-19, 2021.

PANDEY, P.; ANURAG, P.; TIWARI, D.K.; YADAV, S.V.; KUMAR, B. Genetic variability, diversity and association of quantitative traits with grain yield in rice (*Oryza sativa*L.). **Journal of Bio-Science**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 77-82, 2009.

PARIS, H.S. Germplasm enhancement of *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd: Cucurbitaceae): progress and challenges. **Euphytica**, [S.l.], v. 208, n. 3, p. 415-438, 2016.

PAULAN, S.C. **Genética e melhoramento de plantas e animais**. Silvelise Pupin. Londrina: Educacional S.A., 2019. p. 192.

POMARES-VICIANA, T.; DIE, J.; DEL RÍO-CELESTINO, M.; ROMÁN, B.; GÓMEZ, P. Auxin Signalling Regulation during Induced and Parthenocarpic Fruit Set in Zucchini. **Mol. Breed.**, [S.l.], v. 37, n. 56, 2017.

PRATAMI, M.P.; CHIKMAWATI, T.; RUGAYAH, R. Further morphological evidence for separating *Mukia* Arn. from *Cucumis* L. **Biodivers. J.**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 211-217, 2019.

- PRIORI, D.; VALDUGA, E.; VIZZOTTO, M. VALGAS, R. A.; BARBIERI, R. L. Pumpkin landraces from southern Brazil as functional foods. **Food Sci. Technol**, Campinas, n. 42b, p. e92821, 2022.
- PULLIN, A.S. **Conservation Biology**. 1st Edition Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- ROMANO, C.M.; STUMPF, E.R.T.; BARBIERI, R.L.; BEVILAQUA, G.A.P.; RODRIGUES, W. F. **Polinização manual em abóboras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 26 p.
- SAJID, M.B.; SARKER, K.K.; MONSHI, F.I.; SULTANA, S.; BHUIYAN, M.S.U. Assessing the genetic diversity of squash (*Cucurbita pepo* L.) genotypes based on agro-morphological traits and genetic analysis. **Journal of Horticultural Sciences**, [S.l.], v. 17, n. 1, 2022.
- SAKATA Seed Sudamerica. **Adele**: Máxima produtividade, com elevada resistência a viroses. Disponível em: <https://www.sakata.com.br/hortalicas/cucurbitaceas/abobrinha/caserta/adele>. Acesso em: 02 de out. 2022.
- SERRA, B.D.V.; CAMPOS, L.A.O. Polinização entomófila de abobrinha, *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). **Neotropical Entomology**, [S.l.], v. 39, n. 2, p. 153-159, 2010.
- SEYMEN, M.; USLU, N.; TÜRKMEN, Ö.; AL JUHAIMI, F.; ÖZCAN, M.M. Chemical compositions and mineral contents of some hull-less pumpkin seed and oils. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, [S.l.], v. 93, 1095–1099, 2016.
- SHIVANANDA, M.M.; MADALAGERI, M.B.; CHIKKUR, S.S.; MOHANKUMAR, A.B.; YATHIRAJ, K. Genetic divergence studies in pumpkin (*Cucurbita* spp.). **Int. J. Plant Sci.**, [S.l.], v. 8, 29–34, 2013.
- SILVA, G.O.; CASTRO, C.M.; SOUZA, V.Q.; CARALHO, F.I.F.; FRITSCH NETO, R. Repetibilidade e importância de caracteres para avaliação de coleção ativa de germoplasma de batata. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 27, n. 3, 2009.
- SILVA, T. N.; MORO, G. V.; MORO, F. V.; SANTOS, D. M. M.; BUZINARO, R. Correlation and path analysis of agronomic and morphological traits in maize. **Crop Science, Rev. Ciênc. Agron.**, [S.l.], v. 47, n. 2, 2016.
- SILVA-DÍAZ, R. GARCIA-MENDOZA, P.; FALEIRO-SILVA, D.; SOUZA, C. L. Estimation of variance components and genetics parameters in a segregating population of tropical maize. **Bioagro**, [online], v. 30, n.1, p. 67-77, 2018.
- SOLTANI, F.; KARIMI, R.; KASHI, A. Estimation of genetic diversity in *Cucurbita* species using morphological and phytochemical analysis. **Int. J. Veg. Sci.**, [S.l.], v. 23, p. 42–53, 2017.

- SOUZA, M.W. de L.; TORRES, S.B.; OLIVEIRA, F. de A.; MARQUES, I.C. da S.; PEREIRA, K.T.O.; GUIMARÃES, I.T. Saline-water irrigation and plant growth regulator application on zucchini fruit yield and quality. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v. 24, p. 679-684, 2020.
- SRIKANTH, T.; SUDHEER, K.S.; SENGUTTUVEL. P.; SESHU, M.M. Correlation analysis for yield components in rice (*Oryza sativa* L.). **Intrenational Journal of Pure and Applied Bioscience**, [S.l.], v. 5, p. 4, p. 1412-1415, 2017.
- RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF, 2002. p. 975,
- SURESH, D.; KUMAR, R.; KUMAR, A. Evaluation of Parents and Hybrids for Yield and Marketable Quality Characters in Pumpkin (*Cucurbita moschata* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, [S.l.], v. 9, n. 7, p. 753-762, 2020.
- TAMER, C.E.; INCEDAYI, B.; PARSEKER, A.S.; YONAK, S.; ÇOPUR, Ö.U. Evaluation of several quality criteria of low calorie pumpkin dessert. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, [S.l.], v. 38, n.1, p. 76 - 80, 2010.
- TEPPNER, H. Notes on Lagenaria and Cucurbita (Cucurbitaceae). **Phyton**, [S.l.], v. 44, n. 2, p. 245- 308, 2004.
- TUHINA-KHATUN, M.; HANFI, M.M.; YUSOP, M.R.; WONG, M.Y.; SALLEH, F M.; FERDOUS, J. Genetic variation, heritability, and diver-sity analysis of upland rice (*Oryza sativa* L.) genotypes based on quantitative traits. **BioMed Research International**, [S.l.], p. 7, 2015.
- TUHINA-KHATUN, M.; NEWAZ, M.A.; BARI, A. A. Combining ability and heritability estimates in F2 diallel population of spring wheat under interacting environments. **Bangladesh Journal of Agricultural Sciences**, [S.l.], v. 34, p. 75–82, 2007.
- VASCONCELOS, U.A.A.; DIAS, L.A.S.; CORRÊA, T.R.; ROSMANINHO, L.B.C.; SILVA, D.R.M.; ZAIDAN, I.R. Estimates of genetic parameters and path analysis of crambe: An important oil plant for biofuel production. **Acta Scientiarum Agronomy**, [S.l.], v. 42, p. e42490, 2020.
- VILLANUEVA-VERDUZCO, C.; AYALA-ESTEBAN, J.A.; VILLANUEVA-SÁNCHEZ, E.; SAHAGEN-CASTELLANOS, J.; CABRERA, I.S.; MERRICK, L.C.; GARZA, M.B.G. I. Changes of genetic variances and heritability by effect of selection in a Mexican local variety of Squash. **J Appl Biotechnol Bioeng.**, [S.l.], v. 7, n. 5, p. 225-230, 2020.
- ZHANG, H.; LI, Y.; ZHU, J.K. Developing naturally stress-resistant crops for sustainable agriculture. **Nat. Plants**, [S.l.], v. 4, p. 989-996, 2018.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS\***

## **ARTIGO 1 - SELEÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS DE ABOBRINHA ITALIANA VISANDO ALTA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de híbridos de abobrinha italiana no Sul de Minas Gerais. Avaliou-se 33 híbridos de abobrinha italiana, sendo 31 híbridos experimentais e dois híbridos comerciais (Adele e Clarice). O delineamento experimental foi em blocos casualizados e quatro repetições. Foram realizadas 15 colheitas a partir dos 45 dias após plantio, em intervalos médios de dois dias. Avaliou-se sete características morfoagronômicas dos frutos. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, os efeitos dos híbridos foram agrupados pelo teste de Scott-Knott à 5% de significância. Para as variáveis relacionadas ao formato e qualidade de frutos não houve diferenças estatísticas significativas na uniformidade, formato, diâmetro e comprimento dos frutos. Já para as variáveis produtivas, foi observado significância em todos os caracteres, excetuando-se a produtividade comercial de frutos. Dentre as variáveis, o número de frutos totais e comerciais e a produtividade total dos híbridos com 54,5%, 51,5% e 66,7%, respectivamente, foram similares às cultivares comerciais Adele e Clarice. Com base nisso, conclui-se que os 33 híbridos avaliados apresentam excelente uniformidade, formato, comprimento e diâmetro de frutos. Todavia, 13 híbridos (HT19162, HT19120, HT19150, HT19152, HT19122, HT19159, HT19113, HT19128, HT19161, HT19121, HT19158, HT19146, HT19111) destacaram-se dos demais, apresentando alta produtividade de frutos, similares comercialmente às cultivares Adele e Clarice.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo* L. Produção comercial. Desempenho agrônomico.

### **ABSTRACT**

#### **PHENOTYPIC SELECTION OF ITALIAN ZUCCHINI HYBRIDS AIMING AT HIGH YIELD AND FRUIT QUALITY**

The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of Italian zucchini hybrids in the south of Minas Gerais. We evaluated 33 Italian zucchini hybrids, 31 experimental hybrids and two commercial hybrids (Adele and Clarice). The experimental design was in randomized blocks with four replications. Fifteen harvests were carried out from 45 days after planting, at average intervals of two days. Seven morphoagronomic characteristics of the fruits were evaluated. The collected data were submitted to analysis of variance and when significant, the effects of the hybrids were grouped by the Scott-Knott test at 5% significance. For variables related to fruit shape and quality, there were no statistically significant differences in fruit uniformity, shape, diameter and length. As for the productive variables, significance was observed in all characters, except for the commercial productivity of fruits. Among the variables, the number of total and commercial fruits and the total productivity of the hybrids with 54.5%, 51.5% and 66.7%, respectively, were similar to the commercial cultivars Adele and Clarice. Based on this, it is concluded that the 33 evaluated hybrids have excellent uniformity, shape, length and diameter of fruits. However, 13 hybrids (HT19162, HT19120, HT19150, HT19152, HT19122, HT19159, HT19113, HT19128, HT19161, HT19121, HT19158, HT19146, HT19111) stood out from the others, presenting high productivity of fruits, similar to the commercial cultivars Adele and Clarice.



HT19158, HT19146, HT19111) stood out from the others, showing high productivity of fruits, commercially similar to Adele and Clarice cultivars.

Keywords: *Cucurbita pepo* L. Commercial production. Agronomic performance.

## 1 INTRODUÇÃO

As abóboras estão entre as dez hortaliças mais consumidas no Brasil (IBGE, 2020), sendo apreciada pelos consumidores devido ao seu sabor suave e alto conteúdo nutricional (ZHOU *et al.*, 2014). Dentre as diversas espécies de abóboras domesticadas e cultivadas no país, a abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) destaca-se como uma das mais importantes. A cultura apresenta grande relevância socioeconômica para as regiões Sudeste e Centro-sul do Brasil, devido a sua boa adaptação às condições edafoclimáticas e excelente produtividade por planta nestas regiões (BARBOSA *et al.*, 2021). A cultura também é uma alternativa viável para rotação com outras hortaliças de diferentes famílias (LOPES *et al.*, 2021), o que aumenta seu espectro de cultivo em áreas olerícolas.

Apesar de serem plantas bastante produtivas, as abóboras e abobrinhas, por muito tempo foram espécies negligenciadas e subutilizadas na alimentação humana. Desta forma, o alimento passou a ser ignorado e não pertencer à alimentação básica da população, como as culturas do trigo, milho e arroz (GALLUZZI; NORIEGA, 2014; ADHIKARI *et al.*, 2017). Desse modo, o melhoramento genético das abobrinhas ficou defasado ao longo dos anos, mesmo diante do seu alto potencial alimentar (ADHIKARI *et al.*, 2017). Como resultado deste descaso, a produção de frutos foi prejudicada pela falta de genótipos melhorados (NYABERA *et al.*, 2021).

Devido à falta de genótipos superiores no mercado, diversos problemas começaram a ser observados nos cultivos de abobrinha italiana, como a redução do desempenho produtivo das plantas e desencadeamento de altas infestações de pragas e doenças (HOSEN *et al.*, 2021). Isto despertou a necessidade de sementes híbridas pelos produtores, de forma a solucionar estes problemas, especialmente para aumentar a produtividade e a qualidade de frutos nas lavouras (NDINYA, 2019; HOSEN *et al.*, 2021). Dentre as estratégias utilizadas nos programas de melhoramento genético, a hibridação é uma maneira eficaz para superar a falta de genótipos superiores no mercado. A produção de híbridos permite potencializar as características de interesse agrônomo maximizando a heterose, além de obter mais resistências às principais pragas e doenças, alta produtividade, alta qualidade, maior aptidão da cultura aos diferentes ambientes de cultivo (HOSEN *et al.*, 2021; LIU *et al.*, 2022). Pesquisas indicam que a

hibridação permite aumentar de 20 a 30% da produtividade e qualidade dos frutos, quando comparado com as cultivares OP (ZELAYA *et al.*, 2007; JAKOP *et al.*, 2017). Logo, é fundamental a busca por híbridos de alta performance e que sejam indicados para um amplo conjunto de ambientes de cultivo.

É importante considerar, que antes de lançar um híbrido comercial é essencial sua avaliação agrônômica, especialmente nas regiões de cultivo. Isto permitirá avaliar a performance agrônômica dos genótipos a partir da fenotipagem de caracteres de interesse, além de verificar os efeitos da interação genótipo x ambiente, a adaptabilidade e estabilidade nos locais de cultivo (KHALIL *et al.*, 2010; ADU *et al.*, 2013; LIU *et al.*, 2022). Diante disto, pesquisas relacionadas à avaliação do desempenho agrônômico permitem estudar as respostas dos estímulos ambientais sobre características de interesse comercial, como precocidade, produtividade, formato e qualidade de frutos (GRANGEIRO *et al.*, 2020). Assim, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o desempenho agrônômico de híbridos de abobrinha italiana no Sul de Minas Gerais, visando elevada produtividade e qualidade de frutos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de março à maio do ano de 2020, no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da UFLA (CDTT/UFLA), localizado na Fazenda Palmital, no município de Ijaci, região sul do estado de Minas Gerais (21°10' latitude Sul, 44°55' longitude Oeste, altitude de 832 m), Brasil. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger's o padrão climático da região é do tipo Cwb e Cwa, mesotérmico úmido, tropical de altitude e com verões suaves. A temperatura média anual do local é de 19,4 °C, com pluviosidade média anual de 1530 mm, concentrada entre novembro e fevereiro (PREFEITURA DE IJACI, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 33 tratamentos, quatro repetições e seis plantas por parcelas. Os 33 tratamentos foram referentes a 31 novos híbridos experimentais simples (HT 19107, HT 19108, HT 19109, HT 19111, HT 19113, HT 19117, HT 19118, HT 19120, HT 19121, HT 19122, HT 19123, HT 19128, HT 19135, HT 19138, HT 19140, HT 19141, HT 19146, HT 19147, HT 19148, HT 19149, HT 19150, HT 19152, HT 19155, HT 19156, HT 19157, HT 19158, HT 19159, HT 19161, HT 19162, HT 19164 e HT 19165) e dois híbridos comerciais utilizados como testemunhas (HT 2000 - cv. Adelle e HT 19166 - cv. Clarice).

Para a produção das mudas de cada híbrido, as sementes foram semeadas em bandejas de isopor de 162 células, com substrato Carolina Soil<sup>®</sup>. Após o semeio, as bandejas foram mantidas na casa de vegetação por 15 dias até o dia do transplante na área experimental. O preparo do solo foi realizado a partir de uma gradagem seguida do levantamento dos canteiros, com 1,1 m de largura por 33,0 m de comprimento cada. O cultivo foi realizado em sistema de linhas duplas, com 0,80 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. A adubação foi realizada conforme a recomendação da CFSEMG (1999), a partir do resultado da análise de solo previamente realizada. Após estarem prontos, os canteiros foram revestidos com mulching. Cada parcela apresentou a dimensão de 1,1 m de largura e 1,5 m de comprimento, totalizando em 1,65 m<sup>2</sup> e seis plantas.

Aos 45 dias após a implantação do experimento iniciou-se as colheitas, em intervalos médios de dois dias, totalizando 15 colheitas de frutos durante todo o ciclo da cultura. Com o auxílio de uma fita métrica, avaliou-se o diâmetro e o comprimento dos frutos, em centímetros (cm). Para a avaliação do formato dos frutos (FIGURA 1), utilizou-se a escala com notas de 1 a 5, sendo: 1- muito ruim (deformado, oval); 2- ruim (um pouco longo e oval); 3- médio (alongado com algumas deformações); 4- bom (próximo ao padrão comercial-ideal) e 5- ideal (alongado, reto, entre 18 e 25 cm). A uniformidade dos frutos (Figura 2) também foi avaliada por escalas de notas de 1 a 5, sendo: 1- frutos muito ruins (muito desuniformes); 2- frutos ruins (desuniformes); 3- média uniformidade; 4- boa uniformidade e 5- frutos excelentes e muito uniformes. Estas duas variáveis, formato de frutos e uniformidade de frutos, foram avaliadas por três avaliadores e obtido a média dos dados. Foram quantificados o número de frutos totais e o número de frutos comerciais por planta. Considerou-se como fruto comercial por planta, frutos com formato ideal, uniformes, alongados, retos e comprimento entre 18 e 25 cm. A produtividade total e comercial de frutos foi realizada por meio da pesagem dos respectivos tipos de fruto e transformados para valores em toneladas por hectare.

Figura 1 - Formato dos frutos. Utilizou-se a escala com notas de 1 a 5, sendo: 1- muito ruim (deformado, oval); 2- ruim (um pouco longo e oval); 3- médio (alongado com algumas deformações); 4- bom (próximo ao padrão comercial-ideal) e 5- ideal (alongado, reto, entre 18 e 25 cm).



Fonte: Da autora (2023).

Figura 2 - Uniformidade dos frutos. Utilizou-se a escalas de notas de 1 a 5, sendo: 1- frutos muito ruins (muito desuniformes); 2- frutos ruins (desuniformes); 3- média uniformidade; 4- boa uniformidade e 5- frutos excelentes e muito uniformes.



Fonte: Da autora (2023).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ). Quando significativo os efeitos dos híbridos, os mesmos foram agrupados pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2019).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os híbridos para a produtividade total de frutos, número total de frutos e número de frutos comerciais (TABELA 1). Estas variáveis apresentaram os coeficientes de variação residual, com valores de 19,03; 18,59 e

22,99, respectivamente, considerados medianos para as condições estudadas. Todavia, esta variação foi inferior à verificada por Amaro *et al.* (2012), cujos valores de CV% foram alocados entre 24,12% e 40,71% para características quantitativas, como número de frutos, massa média de fruto e produtividade total de frutos. Isso demonstra que altos os valores de CV% são comuns em pesquisas com abóboras, logo, os valores encontrados apontam para uma precisão experimental satisfatória.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para diâmetro de frutos (Diam), comprimento de frutos (Comp), formato de frutos (Form), uniformidade (Unif), número de frutos totais (NfrutT), número de frutos comerciais (NfrutC), produtividade total (ProdT), produtividade comercial (ProdC) de híbridos de abobrinha italiana cultivados no Sul de Minas Gerais. Lavras, UFLA, 2021.

FV	GL	Quadrados médios							
		Diam	Comp	Form	Unif	NfrutT	NfrutC	ProdT	ProdC
Blocos	3	0,97	1,36	0,08	0,06	3,34	3,71	192,54	141,14
Híbridos	32	4,14 <sup>ns</sup>	4,52 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	106,33*	2,30*	428,19*	215,92 <sup>ns</sup>
Erro	96	2,94	4,00	015	0,21	133,19	1,01	169,69	201,46
CV (%)		12,84	10,25	10,57	16,20	18,59	22,99	19,03	31,92

\*,<sup>ns</sup> Significativo e não significativo, respetivamente, pelo teste F ao nível de 5%. FV = fonte de variação; GL= graus de liberdade; CV = coeficiente de variação.

Fonte: Da autora (2023).

Verificou-se que os híbridos apresentaram pouca variação em relação às características morfológicas dos frutos, não havendo diferenças significativas entre os genótipos (TABELA 2). O comprimento médio dos frutos variou entre 17,80 e 20,65 cm, e o diâmetro dos frutos entre 16,08 e 18,21 cm (TABELA 2). De acordo com Amaro *et al.* (2014), o comprimento de frutos e diâmetro de frutos são variáveis que, quando associadas, influenciam o formato de frutos. Isto explica a similaridade estatística observada entre os híbridos para estas duas características. Todavia, destaca-se que, de maneira geral, os formatos dos frutos nos híbridos avaliados foram classificados entre mediano a bom. Resultado similar foi observado para a uniformidade dos frutos, classificados como de média à boa uniformidade. Esta característica está diretamente relacionada à rentabilidade do produtor, pois permite padronizar a comercialização dos seus frutos e reduzir perdas por não adequação ao padrão comercial exigido (FELFÖLDI *et al.*, 2022).

Tabela 2 - Comprimento de frutos, diâmetro de frutos, formato de frutos e uniformidade de frutos de híbridos de abobrinha italiana cultivados no Sul de Minas Gerais. Lavras, UFLA, 2021.

<b>Tratamentos</b>	<b>Comprimento (cm)<sup>ns</sup></b>	<b>Diâmetro (cm)<sup>ns</sup></b>	<b>Formato (observação)<sup>ns</sup></b>	<b>Uniformidade (observação)<sup>ns</sup></b>
HT19165	17,80	17,17	3,53	3,77
HT19147	18,45	18,17	3,14	3,25
HT19157	18,59	17,22	3,50	3,52
HT19140	18,67	16,23	3,66	3,60
HT19164	18,90	17,21	3,55	3,58
HT19117	19,03	17,86	3,67	3,55
HT19107	19,08	17,27	3,91	3,85
HT19121	19,27	17,78	3,42	3,36
HT19109	19,29	17,81	3,66	3,57
HT19155	19,38	17,07	3,72	3,62
HT19123	19,42	17,92	3,39	3,86
HT19113	19,44	17,36	3,66	3,62
HT19156	19,45	17,87	3,75	3,78
HT19162	19,47	17,97	3,80	3,91
HT19135	19,49	17,87	3,91	3,92
HT19158	19,51	16,97	3,39	3,35
HT19120	19,55	17,12	3,77	3,75
HT19141	19,58	16,08	3,78	3,69
HT19149	19,64	17,70	3,66	3,65
HT19111	19,75	17,05	3,34	3,20
HT19146	19,75	17,22	3,89	3,70
HT19148	19,81	17,12	3,76	3,77
HT19108	19,88	17,09	3,82	3,70
HT19150	19,88	16,30	3,30	3,30
HT19138	19,96	18,21	4,00	3,93
HT19161	19,97	16,75	3,80	3,69
Clarice	19,99	17,07	3,82	3,69
HT19128	20,04	17,29	3,93	3,75
HT19159	20,30	16,77	4,15	4,09
HT19152	20,36	16,60	4,25	4,16
HT19118	20,41	16,69	3,47	3,35
HT19122	20,61	16,87	3,88	3,83
Adele	20,65	17,38	4,03	4,03
Média geral	10,25	13,35	3,72	2,84
CV%	12,84	10,25	10,57	16,20

<sup>ns</sup> não significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Fonte: Da autora (2023).

Estes resultados não corroboram com o observado por El-hadi *et al.* (2020), os quais encontraram híbridos superiores de abobrinha para o comprimento e diâmetro de frutos. Esta diferença pode estar associada ao fato de as linhagens utilizadas para a obtenção destes híbridos apresentarem características adequadas para o mercado, variando apenas em detalhes de resistências a doenças e, assim, todos os novos híbridos herdaram as boas características das linhagens. Isto resulta na obtenção destes híbridos com características biométricas de frutos mais similares entre si e próximas ao exigido pelo consumidor. Além disso, considerando o

observado para estas características de qualidade de frutos, percebe-se que os híbridos experimentais avaliados apresentaram padrões de qualidade similares aos híbridos comerciais adotados como testemunhas, evidenciando o potencial dos híbridos experimentais e sua competitividade no aspecto da qualidade.

Ao analisar a Tabela 3, observa-se diferença significativa para todas as variáveis, exceto para produtividade comercial de frutos. Dentre os 33 híbridos, 54,5% (HT19162, HT19120, HT19150, HT19149, HT19152, HT19122, HT19141, HT19159, HT19113, HT19128, HT19157, HT19161, HT19121, HT19158, HT19111, HT19146) apresentaram maior número de frutos totais, com valores estatisticamente iguais aos verificados nas cultivares comerciais Adele e Clarice. Esses genótipos produziram entre 6,45 e 8,58 frutos total por planta. O maior número de frutos comerciais foi verificado no grupo que compreendeu 51,5% dos híbridos, incluindo-se as cultivares comerciais, e com valores entre 4,00 e 6,00 frutos por planta. Estes resultados diferem dos observados por Corrêa e Cardoso (2016) e Guerra *et al.* (2020), os quais verificaram em suas pesquisas que seus os híbridos experimentais apresentaram maior número de frutos totais e comerciais quando comparado aos híbridos comerciais (cultivares). Elias *et al.* (2020) contabilizaram nos três melhores genótipo o número de frutos por planta, com valores entre 7,0 a 8,3 frutos. Ainda, Guerra *et al.* (2020) o número de frutos por planta foi entre 1,3 e 2,23. Estas diferenças de resultados reportados na literatura são comuns, uma vez que os resultados dependem da população estudada e das condições experimentais de avaliação.

É importante destacar que todos os genótipos pertencentes ao grupo de maior número de frutos totais também se enquadraram no grupo de maior quantidade de frutos comerciais. Isto aponta para o forte grau de associação existente entre o rendimento total e comercial de frutos, o que é de grande relevância para o produtor de abobrinha italiana.

Tabela 3 - Número de frutos totais (NfrutT), número de frutos comerciais (NfrutC), produtividade total (ProdT), produtividade comercial (ProdC) de híbridos de abobrinha italiana cultivados no Sul de Minas Gerais. Lavras, UFLA, 2021.

Tratamentos	Número de frutos totais (frutos por planta)	Número de frutos comerciais (frutos por planta)	Produtividade total (t ha <sup>-1</sup> )	Produtividade comercial (t ha <sup>-1</sup> ) <sup>ns</sup>
Clarice	8,58 a	6,00 a	86,83 a	56,06
HT19162	7,62 a	5,58 a	86,11 a	54,94
HT19120	7,62 a	5,07 a	81,67 a	48,00
Adele	7,25 a	5,50 a	84,28 a	56,22
HT19150	7,17 a	4,87 a	67,83 a	46,78
HT19149	7,12 a	4,27 a	76,72 a	44,39
HT19152	7,08 a	4,97 a	74,33 a	50,67
HT19122	7,08 a	4,77 a	77,94 a	47,06
HT19141	6,97 a	4,87 a	62,17 b	42,39
HT19159	6,77 a	5,21 a	74,50 a	53,94
HT19113	6,75 a	4,62 a	68,11 a	43,44
HT19128	6,62 a	4,95 a	77,11 a	53,33
HT19157	6,62 a	5,12 a	61,67 b	43,22
HT19161	6,58 a	4,50 a	81,33 a	43,22
HT19121	6,57 a	4,97 a	72,28 a	49,39
HT19158	6,57 a	4,95 a	68,28 a	47,11
HT19111	6,50 a	4,00 a	69,22 a	44,94
HT19146	6,45 a	4,50 a	70,67 a	41,61
HT19118	6,21 b	3,97 b	64,55 b	38,72
HT19147	6,17 b	3,33 b	69,67 a	37,50
HT19108	5,95 b	4,12 b	60,72 b	39,94
HT19156	5,83 b	4,27 b	66,28 a	37,89
HT19138	5,83 b	3,95 b	68,55 a	39,89
HT19107	5,83 b	4,33 b	64,17 b	44,06
HT19123	5,77 b	4,08 b	70,28 a	41,83
HT19109	5,71 b	3,70 b	66,50 a	37,33
HT19148	5,58 b	3,77 b	60,39 b	39,39
HT19117	5,58 b	4,08 b	58,67 b	41,33
HT19155	5,50 b	3,77 b	62,83 b	38,00
HT19135	5,45 b	3,87 b	71,17 a	45,39
HT19165	4,90 b	2,70 b	42,72 c	25,83
HT19164	4,67 b	3,47 b	48,06 c	33,17
HT19140	4,08 b	2,77 b	40,83 c	25,67
Média geral	6,33	4,39	68,46	44,46
CV%	18,59	22,99	19,03	31,92

<sup>1/</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Sott-Knott, à 5% de significância. Os valores referem-se ao somatório de 15 colheitas na parcela.

Fonte: Da autora (2023).

O potencial de produção dos híbridos experimentais de abobrinha italiana se dá pela alta heterose dos mesmos em relação aos seus genitores (EL-HADI *et al.*, 2020). Da mesma forma, a manifestação da heterose foi expressa em outros trabalhos de abobrinha italiana, como reportado por Abd El-Hadi *et al.* (2014) e Abdein *et al.* (2017). Todavia, a alta similaridade



produtiva e qualitativa entre grande maioria dos híbridos se deve à herança genética direcionada das características de interesse (CARDOSO, 2007). Com isso, por estarem em um avançado grau de melhoramento, as linhagens homozigóticas utilizadas como parentais desta pesquisa foram desenvolvidas objetivando-se recombinações com altos rendimentos de frutos e padrão de características pré-definidas pelo mercado consumidor. Isso de certa forma limita a ocorrência de grandes variações para características quantitativas e qualitativas entre os híbridos experimentais.

As maiores produtividades totais de frutos foram compreendidas entre 66,7% dos híbridos avaliados (TABELA 3). Estes rendimentos variaram entre 66,28 e 86,11 t ha<sup>-1</sup>, sendo similares estatisticamente ao observado nas testemunhas comerciais. Em pesquisa realizada com híbridos experimentais de abobrinha, Guerra *et al.* (2020) verificaram que os melhores genótipos apresentaram produtividade total entre 52,22 e 69,27 t ha<sup>-1</sup> de frutos, a colheita foi realizada no intervalo de 45DAT (dias após o transplante) e 75DAT. Extrapolando-se tais resultados para um número de 15 colheitas, verifica-se que estes resultados observados são similares ao deste estudo. Já a produtividade comercial não diferiu estatisticamente entre os híbridos, cujos valores variaram entre 25,67 e 56,22 t ha<sup>-1</sup>. Guerra *et al.* (2020), os genótipos diferiram com produtividade comercial entre 38,35 e 55,42 t ha<sup>-1</sup>. O rendimento é o caráter mais importante observado pelos melhoristas de plantas, que buscam híbridos superiores, além do formato, comprimento e diâmetro dos frutos (EL-GAZZAR *et al.*, 2020). A produção brasileira de abobrinha italiana no ano de 2017 foi aproximadamente 228.500 toneladas (IBGE, 2017). Com isso, os rendimentos observados pelos híbridos experimentais e comerciais indicam que os mesmos apresentam elevado potencial de cultivo.

Alguns fatores quantitativos e qualitativos não interrelacionam-se entre si. Com isso, a classificação dos frutos comerciais depende de fatores como uniformidade, formato, peso dos frutos, padrão comercial e danos causados por fatores bióticos e abióticos, dentre outros. Logo, por este motivo, a produtividade comercial dos híbridos será igual ou inferior à produtividade total, pois a qualidade dos frutos influencia na classificação dos frutos e, conseqüentemente, nos resultados de produtividade comercial.

Os maiores números de frutos e produtividade observados nestes híbridos, especialmente para os experimentais, são atribuídos ao potencial genético, capacidade de combinação e adaptação as condições climáticas dos seus parentais. Isto ocorre, pois, a herança que é direcionada às melhorias nas características de número de frutos totais e comerciais, é componente que favorece a maior produção por planta de abobrinha italiana (FELFÖLDI *et al.*, 2022).

A produtividade de frutos é o principal objetivo de uma exploração comercial de abóboras, apesar de muitas vezes o número de frutos e massa dos frutos serem influenciados pelas condições ambientais e o manejo cultural adotado (BEZERRA NETO *et al.*, 2005). Assim, para a introdução de um novo híbrido no mercado, é de suma importância os testes preliminares do desempenho agrônômico dos mesmos. Este acompanhamento tem como intuito observar o comportamento produtivo do material genético, a qualidade de frutos, resistência a pragas e doenças, garantindo a boa produtividade dos híbridos nas regiões.

#### **4 CONCLUSÕES**

Os híbridos experimentais avaliados apresentaram elevado padrão de uniformidade de frutos, formato de frutos, comprimento de frutos e diâmetro de frutos, sendo similares às cultivares comerciais Adele e Clarice.

Os híbridos experimentais HT19162, HT19120, HT19150, HT19152, HT19122, HT19159, HT19113, HT19128, HT19161, HT19121, HT19158, HT19146 e HT19111 destacaram-se em relação à produtividade de frutos, sendo competitivos neste parâmetro com as cultivares comerciais Adele e Clarice.

## REFERÊNCIAS

- ABD EL-HADI, A.H.; EL-ADL, A.M.; FATHY, H.M.; ABDEIN, M.A. Heterosis and genetic behavior of some yield and yield component traits in squash (*Cucurbita pepo* L.). **Alexandria Science Exchange Journal**, [S.l.], v. 35, n. 3, p. 178-189, 2014.
- ABDEIN. M.; ABD EL-HAMED; HOREYA, M.F.H.; DALIA, H.M. General performance, combining abilities and heritability of yield and yield component traits in Pumpkin (*Cucurbita moschata* Poir.) at different conditions. **Kmitl Sci. Tech. J.**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 121-129, 2017.
- ADHIKARI, L.; HUSSAIN, A.; RASUL, G. Tapping the potential of neglected and underutilized food crops for sustainable nutrition security in the mountains of Pakistan and Nepal. **Sustainability**, [S.l.], v. 9, n. 291, 2017.
- ADU, G.B.; AKROMAH, R.; ABDULAI, M.S.; OBENG-ANTWI, K.; KENA, A.W.; TENGAN, K.M.L.; Alidu, H. Assessment of Genotype by Environment interactions and Grain Yield Performance of Extra-Early Maize (*Zea mays* L.) Hybrids. **J. Biol. Agric. Healthc.**, [S.l.], v. 3, p. 7-15, 2013.
- AMARO, G.B.; CARMONA, P.A.O.; CARVALHO, A.D.F.; LOPES, J.F.; COIMBRA, K. G. Desempenho de híbridos de abóboras e morangas avaliados no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 31, p. S1916- S1923, 2014.
- AMARO, G.B.; RESENDE, F.V.; CARVALHO, A.D.F.; LOPES, J.F.; LIMA, M.F.; MICHEREFF, M.F. Desempenho de cultivares de abóbora japonesa no cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 30, p. S5518-S5523, 2012.
- BARBOSA, K.; BRASIL, G.B.; GENTIL, K.T. Cultivation of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) submitted to npk mineral fertilization and soil conditioning bacteria. **Jornal of Interdisciplinar Debates**, [S.l.], v. 2, n. 4, 2021.
- BEZERRA NETO, F.V.; LEAL, N.R.; GONÇALVES, G.M.; MORENZ, E.F. Avaliação agronômica de linhagens avançadas de abóbora em Campos dos Goytacazes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2005, Fortaleza. **Resumos [...]**. Fortaleza: ABH. CD-ROM, 23, 2005.
- CARDOSO, A.I.I. Seleção recorrente para produtividade e qualidade de frutos em abobrinha braquítica. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 143-148, 2007.
- CORRÊA, C.V.; CARDOSO, A.I.I. Produtividade de híbridos de abobrinha. **Revista Cultivando o Saber**, [S.l.], v. 9, n. 4, p. 426-436, 2016.
- EL-GAZZAR, T.M.; NADA, M.M.; HUSSEIN, A.H.; DAWOOD, A.R. Evaluation of New Summer Squash Hybrids (*Cucurbita pepo* L.) Compare with some Commercial Cultivars. **J. of Plant Production**, Mansoura Univ., [S.l.], v. 11, n. 9, p. 841-845, 2020.
- EL-HADI, A.; EL-AZIZ, M.H.A.; ALLA, M.A.A.; ASHAK, M.G. Genetic Evaluation of some Economical Traits in Summer Squash. **J. of Agricultural Chemistry and Biotechnology**, Mansoura Univ., [S.l.], v. 11, n. 5, p. 147-153, 2020.

ELIAS, M.S.; HASSAN, K.D.; ODEH, S.; MOHIADDIN, S.R. Study of growth, yield and phytosterol of squash (*Cucurbita pepo* L. and medical pumpkin (*Cucurbita pepo*) and their hybrid. **Iraqi Journal of Agricultural Sciences**, [S.l.], v. 51, n. 2, p. 675-684, 2020.

FELFÖLDI, Z.; RANGA, F.; ROMAN, I.A.; SESTRAS, A.F.; VODNAR, D.C.; PROHENS, J.; SESTRAS, R.E. Analysis of Physico-Chemical and Organoleptic Fruit Parameters Relevant for Tomato Quality. **Agronomy**, [S.l.], v. 12, 1232, 2022.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria, Ciênc. Agrotec.**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019.

GALLUZZI, G.; NORIEGA, I.L. Conservation and use of genetic resources of underutilized crops in the Americas - A continental analysis. **Sustainability**, [S.l.], V. 6, P. 980-1017, 2014.

GRANGEIRO, L.C.; CORDEIRO, C.J.X.; SOUSA, V.F.L.; SANTOS, J.P.; SOUZA, F.I.; FERREIRA, N.M. Spacing between plants and cultivar affect the production components of Italian zucchini. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v. 24, n. 5, p. 332-336, 2020.

GUERRA, A.M.N.M.; SANTOS, E.B.; EVANGELISTA, R.; RODRIGUES, I. Desempenho produtivo de cultivares de abobrinha italiana em Barra – BA. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 19-23, 2020.

HOSEN, M.; RAFII, M. Y.; MAZLAN, N.; JUSOH, M.; OLADOSU, Y.; CHOWDHURY, F. N.; MUHAMMAD, I.; KHAN, M. M. H. Pumpkin (*Cucurbita* spp.): A Crop to Mitigate Food and Nutritional Challenges. **Horticulturae**, [S.l.], v. 7, n. 352, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. **Número de estabelecimentos agropecuários e quantidade produzida, por produtos da horticultura - resultados preliminares 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2022.

JAKOP, M.; GROBELNIK, M.S.; BAVEC, M.; ROBACER, M.; VUKMANIC, T.; LISEC, U.; BAVEC, F. Yield performance and agronomic efficiency in oil pumpkins (*Cucurbita pepo* L. group Pepo) depending on production systems and varieties. **Agricultura**, [S.l.], v. 14, n. 1-2, p. 25-36, 2017.

KHALIL, I.H.; SHAH, S.M.A.; AHMAD, H. Stability analysis of maize hybrids across North West of Pakistan. **Pak. J. Bot.**, [S.l.], v. 42, p. 1083-1091, 2010.

LIU, C.; MA, C.; LÜ, J.; YE, Z. Yield Stability Analysis in Maize Hybrids of Southwest China under Genotype by Environment Interaction Using GGE Biplot. **Agronomy**, [S.l.], v. 12, p.1189, 2022.

LOPES, B.G.; FARIA, G.A.; MALTONI, K.L.; ROCHA, P.S.; PEIXOTO, A.P.B.; OLIVEIRA, T.A.; FONSECA, A.D.; FELIZARDO, L.M. Classification of the coefficient of variation for experiments with eucalyptus seedlings in greenhouse. **Revista Ciência Agrônômica**, [S.l.], v. 52, p. 1-14, 2021.

NDINYA, C.A. The genetic diversity of popular African leafy vegetables in western Kenya. *In: Genetic Diversity in Horticultural Plants*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2019. p. 127–159.

NYABERA, L.A.; NZUKI, I.W.; RUNO, S.M.; AMWAYI, P.W. Assessment of genetic diversity of pumpkins (*Cucurbita* spp.) from western Kenya using SSR molecular markers. **Mol. Biol. Rep.**, [S.l.], v. 48, p. 2253–2260 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IJACI. **Plano Municipal de Saneamento Básico: PMSB: Ijaci/MG**. 2018. Disponível em: <http://ijacing.web21f14.uni5.net/admin/arquivo/Revis%C3%A3o%20PMSB%20de%20Ijaci%20-%20CONSULTA%20P%C3%A9BLICA-FINAL.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.

ZELAYA, I.A.; OWEN, M.D.K.; VAN GESSEL, M.J. Transfer of glyphosate resistance: Evidence of hybridization in *Conyza* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, [S.l.], v. 94, p. 660-673, 2007.

ZHOU, C.; LIU, W.; ZHAO, J.; YUAN, C.; SONG, Y.; CHEN, D.; NI, Y.; LI, Q. The effect of high hydrostatic pressure on the microbiological quality and physical-chemical characteristics of pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch.) during refrigerated storage. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [S.l.], v. 21, p. 24-34, 2014.

## ARTIGO 2 - DIVERSIDADE GENÉTICA E ASSOCIAÇÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS EM HÍBRIDOS DE ABOBRINHA ITALIANA

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a divergência genética entre híbridos de abobrinha italiana e as estimativas de correlações entre as variáveis morfoagronômicas da cultura. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 33 tratamentos (31 híbridos experimentais e 2 comerciais) e quatro repetições, com seis plantas por parcela. Foram realizadas 15 colheitas e avaliadas 15 diferentes características entre produtivas e qualitativas. Como produtivas, avaliou-se o número de frutos totais, número de frutos comerciais, produtividade total e produtividade comercial de frutos. Já como qualitativas foram avaliados o comprimento de frutos, diâmetro de frutos, formato de frutos, uniformidade de frutos, vigor de plantas, formato de plantas, uniformidade de plantas, repicado das folhas das plantas, segregação de plantas, mosqueado das folhas das plantas e maturação de plantas. Realizou-se o estudo da divergência genética por meio da MANOVA e variáveis canônicas para as observações quantitativas, além do dendrograma para as observações quantitativas e qualitativas e em conjunto pelo método UPGMA, utilizando a distância de Mahalanobis. A análise MANOVA indicou efeito significativo para as variáveis quantitativas. Para as variáveis canônica 1 e a dissimilaridade de Mahalanobis, os híbridos mais divergentes foram HT19165, HT19107 e HT19109. Já a variável canônica 2, as cultivares comerciais Clarice e Adele, juntamente aos híbridos HT19162 e HT19120, foram mais divergentes dos híbridos HT19140, HT19164 e HT19165. Por fim, o dendrograma formou três grupos em que os de destaque foram os HT 19165 e HT 19109. As cultivares comerciais fizeram parte do grupo II junto a sete novos híbridos. E o terceiro grupo foi formado pelos demais híbridos do estudo. Sendo assim, concluiu-se que há variabilidade entre os 33 híbridos, onde os mais divergentes são os HT19109 e HT19165. As variáveis quantitativas se correlacionaram positivamente para os programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo* L. Clusterização. Dissimilaridade. Correlações genéticas.

### ABSTRACT

#### GENETIC DIVERSITY AND ASSOCIATION OF AGRONOMIC TRAITS IN ITALIAN ZUCCHINI HYBRIDS

The objective was to evaluate the genetic divergence between Italian zucchini hybrids and the estimates of correlations between the morphoagronomic variables of the crop. The experimental design was in randomized blocks with 33 treatments (31 experimental hybrids and 2 commercials) and four replications, with six plants per plot. Fifteen harvests were carried out and 15 different characteristics between productive and qualitative were evaluated. As productive, the number of total fruits, number of commercial fruits, total productivity and commercial productivity of fruits were evaluated. As qualitative, the fruit length, fruit diameter, fruit shape, fruit uniformity, plant vigor, plant shape, plant uniformity, plant leaf pricking, plant segregation, mottled plant leaves and plant maturation. The study of genetic divergence was carried out using MANOVA and canonical variables for quantitative observations, in addition to the dendrogram for quantitative and qualitative observations and together using the UPGMA method, using the Mahalanobis distance. The MANOVA analysis indicated a significant effect for the quantitative variables. For canonical variables 1 and Mahalanobis dissimilarity, the most

divergent hybrids were HT19165, HT19107 and HT19109. As for the canonical variable 2, the commercial cultivars Clarice and Adele, together with the hybrids HT19162 and HT19120, were more divergent from the hybrids HT19140, HT19164 and HT19165. Finally, the dendrogram formed three groups in which the highlights were HT 19165 and HT 19109. The commercial cultivars were part of group II along with seven new hybrids. And the third group was formed by the other hybrids of the study. Therefore, it can be concluded that there is variability among the 33 hybrids, where the most divergent are HT19109 and HT19165. Quantitative variables were positively correlated with genetic improvement programs.

Keywords: *Cucurbita pepo* L. Clustering. Dissimilarity. Genetic correlations.

## 1 INTRODUÇÃO

A abobrinha italiana (*Cucurbita pepo*) destaca-se no Brasil devido ao seu elevado valor nutritivo e relevância econômica (CAVALCANTE *et al.*, 2017). Além disso, a espécie é cultivada em diversas regiões do país, adaptando-se bem às diferentes condições climáticas (CHOMICKI *et al.*, 2020; GRUMET *et al.*, 2021). Por estes motivos, diversos programas de melhoramento buscam melhorias na produtividade e qualidade da produção para a cultura no Brasil. Uma das premissas para o melhoramento genético é a existência de variabilidade genética na espécie para obtenção de ganhos genéticos (BARTAULA *et al.*, 2019).

O conhecimento desta variabilidade permite que sejam estabelecidas combinações de interesse a partir de policruzamentos ou mesmo cruzamentos dialélicos (GALERIANI *et al.*, 2020; MATSUO *et al.*, 2020). Desta forma, estas hibridações controladas ampliam a possibilidade de serem obtidos indivíduos que reúnam alelos favoráveis com as características de interesse (GALERIANI *et al.*, 2020; MATSUO *et al.*, 2020). Neste sentido, desenvolver híbridos de abobrinha italiana é uma estratégia de grande relevância, pois são mais produtivos, uniformes e mais resistentes às principais doenças (HABIBA *et al.*, 2015). Destaca-se ainda, que para o desenvolvimento de híbridos é necessário a obtenção de linhagens homozigóticas, o que é facilitado em cucurbitáceas devido a depressão por endogamia ser reduzida (CRAMER; WEHNER, 1999). Outro ponto importante é que os cruzamentos para produção dos híbridos de abobrinha italiana são facilitados, pois as flores masculinas e femininas da espécie são grandes, e os frutos obtidos apresentam elevado número de sementes (ROMANO *et al.*, 2008).

A avaliação da diversidade genética é uma atividade constantemente exercida pelos melhoristas na otimização da seleção de genitores, de maneira que recombinações híbridas superiores sejam preditas sem provocar a erosão genética pela falta de informações (CRUZ, 2016). As combinações mais promissoras são estabelecidas entre genótipos de grupos

heteróticos distintos. Com isso, busca-se nas gerações segregantes genótipos de elevado desempenho e com consideráveis complementações genéticas dos parentais, em que a deficiência genética de um seja complementada pela superioridade do outro (BHAGWAT *et al.*, 2018). Assim, o conhecimento da diversidade genética nos programas de melhoramento promove aos melhoristas grandes vantagens e agilidade durante o desenvolvimento de genótipos superiores. No caso do desenvolvimento de novas sementes híbridas, este conhecimento facilita a seleção dos possíveis doadores de genes, além de eliminar duplicatas e prevenir perdas de recursos genéticos (CRUZ *et al.*, 2011; CRUZ *et al.*, 2012; VAZ-DE-MELO *et al.*, 2017).

A diversidade genética pode ser avaliada por meio da similaridade ou dissimilaridade genética entre genótipos. Para isto, as estimativas de divergências podem ser obtidas por diferentes técnicas biométricas, destacando-se as estatísticas multivariadas, utilizando-se informações fenotípicas e genotípicas baseadas em observações morfológicas, fisiológicas e moleculares (ZHANG *et al.*, 2018; BORGES *et al.*, 2019). Com isso, os melhoristas quantificam o grau de similaridade ou dissimilaridade entre os genótipos, determinando-se a formação de grupos heteróticos, os quais são cruciais para escolha dos genótipos com boa competitividade gênica e elevado potencial de recombinação (CRUZ *et al.*, 2014). Além da diversidade genética, é importante que antes de iniciar qualquer programa de seleção, o melhorista também conheça o grau de interação entre as características agrônômicas a serem avaliadas, já que isso pode indiretamente afetar a seleção.

Desse modo, entender as correlações genéticas e fenotípicas é de grande importância no melhoramento genético da cultura da abobrinha italiana. Pois a correlação genética indica o quanto as características estudadas são herdáveis entre si que pode ser utilizada para melhorar os caracteres melhorados que são fortemente associados (CRUZ *et al.*, 2012). No entanto, há ampla influência do ambiente na natureza fenotípica das variáveis que pode levar a uma moderada herdabilidade (AHMED *et al.*, 2022), isto dificulta a seleção indireta. O conhecimento da correlação entre as variáveis permite determinar o grau de associação entre si, além de estimar o quanto uma pode influenciar na outra (SILVA *et al.*, 2016). Ainda permite reduzir o número necessário de avaliações durante o processo de seleção dos genótipos superiores, por manterem apenas as mais importantes.

Diante disso, objetivou-se avaliar a divergência genética entre híbridos de abobrinha italiana e as estimativas de correlações genotípicas entre as variáveis morfoagronômicas da cultura.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de março à maio do ano de 2020, no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da UFLA (CDTT/UFLA), localizado na Fazenda Palmital, no município de Ijaci, região sul do estado de Minas Gerais (21°10' latitude Sul, 44°55' longitude Oeste, altitude de 832 m), Brasil. Segundo a classificação climática de Koppen, o padrão climático da região é do tipo Cwb e Cwa, mesotérmico úmido, tropical de altitude, com verões suaves. A temperatura média anual da cidade é de 19,4 °C, com pluviosidade média anual de 1530 mm, concentrada entre novembro e fevereiro (PREFEITURA DE IJACI, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 33 tratamentos, quatro repetições e seis plantas por parcelas. Destes, 31 tratamentos são novos híbridos experimentais (HT 19107, HT 19108, HT 19109, HT 19111, HT 19113, HT 19117, HT 19118, HT 19120, HT 19121, HT 19122, HT 19123, HT 19128, HT 19135, HT 19138, HT 19140, HT 19141, HT 19146, HT 19147, HT 19148, HT 19149, HT 19150, HT 19152, HT 19155, HT 19156, HT 19157, HT 19158, HT 19159, HT 19161, HT 19162, HT 19164 e HT 19165) e dois híbridos comerciais (HT 2000 - cv. Adelle e HT 19166 - cv. Clarice).

Para a produção das mudas de cada híbrido, as sementes foram semeadas em bandejas de isopor de 162 células, com substrato Carolina Soil<sup>®</sup> e uma semente em cada célula. Após o semeio, as bandejas foram mantidas na casa de vegetação por 15 dias até o dia do transplante na área experimental. O preparo do solo foi realizado a partir de uma subsolagem seguida do levantamento dos canteiros, espaçados em 0,30 m entre si e com largura de 1,1 m por 33,0 m de comprimento cada. O cultivo foi realizado em sistema de linhas duplas, com 0,80m entre linhas e 0,6 m entre plantas. A adubação foi realizada conforme a recomendação da CFSEMG (1999), a partir do resultado da análise de solo previamente realizada. Após estarem prontos, os canteiros foram revestidos com mulching. Cada parcela apresentou a dimensão de 1,2 m de largura e 1,5 m de comprimento, totalizando em 1,8 m<sup>2</sup> com seis plantas e representando as Unidades Experimentais.

Aos 45 dias após a implantação do experimento iniciou-se as colheitas a cada dois dias, totalizando 15 colheitas de frutos durante todo o ciclo da cultura. Foram avaliadas quatro características produtivas (número de frutos totais, número de frutos comerciais, produtividade total e produtividade comercial) e 11 características qualitativas (comprimento de frutos, diâmetro de frutos, formato de frutos, uniformidade de frutos, vigor de plantas, formato de

plantas, uniformidade de plantas, repicado das folhas das plantas, segregação de plantas, mosqueado das folhas das plantas e maturação de plantas).

Em relação às avaliações produtivas, quantificou-se o número de frutos totais, avaliados por meio da contagem de todos os frutos colhidos na parcela de cada tratamento sem nenhum tipo de classificação; o número de frutos comerciais, contabilizados todos os frutos dentro da parcela, considerando o comprimento de 16 a 20 cm, peso de 200 a 250 g, formato bom e uniformidade boa frutos; a produtividade total de frutos, em que foram pesados todos os frutos da parcela e; a produtividade comercial de frutos, determinada a partir da pesagem apenas dos frutos comerciais.

Já para as variáveis qualitativas avaliou-se o comprimento de frutos e o diâmetro dos frutos por meio de uma fita métrica, expressos em centímetros (cm). Para a avaliação do formato dos frutos, foi utilizada uma escala de notas de 1 a 5, sendo: 1- muito ruim (deformado, oval); 2- ruim (um pouco longo e oval); 3- médio (alongado com deformações); 4- bom (próximo ao formato comercial ideal) e 5- ideal (alongado, reto, entre 16 e 20 cm). A uniformidade dos frutos também foi avaliada por escalas de notas de 1 a 5, sendo: 1- frutos muito ruins (não uniformes); 2- frutos ruins; 3- uniformidade média; 4- boa uniformidade e 5- frutos excelentes e muito uniformes. As avaliações de plantas como o vigor de plantas através das notas: 1- Muito fraco, 2- fraco, 3- médio, 4- forte e 5- muito forte; uniformidade de plantas com as notas 1- muito ruim, 2- ruim, 3- médio, 4- bom, 5- muito bom. O repicado nas folhas das plantas foi classificado com notas 1- presença de repicado e 2- ausência de repicado; a segregação das plantas foi avaliada a partir da uniformidade visual das plantas dentro da parcela, atribuindo-se notas 1- presença de segregação e 2- ausência de segregação; o mosqueado das folhas foi classificado como 1- muito pouco, 2- pouco, 3- médio, 4- muito; pôr fim, a maturação das plantas foi classificada como 1- muito tardia, 2- tardia, 3- média, 4- precoce e 5- muito precoce.

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do software R (R CORE TEAM, 2016) pelo pacote Multivariate Analysis (AZEVEDO, 2021). Para observações quantitativas foi realizada a análise estatística no nível médio da parcela. A análise de variância multivariada (MANOVA) foi realizada, usando o teste Pillai a 5% de significância. Posteriormente, as informações sobre as observações foram submetidas à análise multivariada usando variáveis canônicas (VC), por meio da representação gráfica das variáveis estudadas. Depois de calculada a matriz de dissimilaridade com a distância genética de Mahalanobis, realizou-se um dendrograma pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages*). O ponto de corte dos dendrogramas foi estabelecido de acordo com o critério de Mojena (1977).

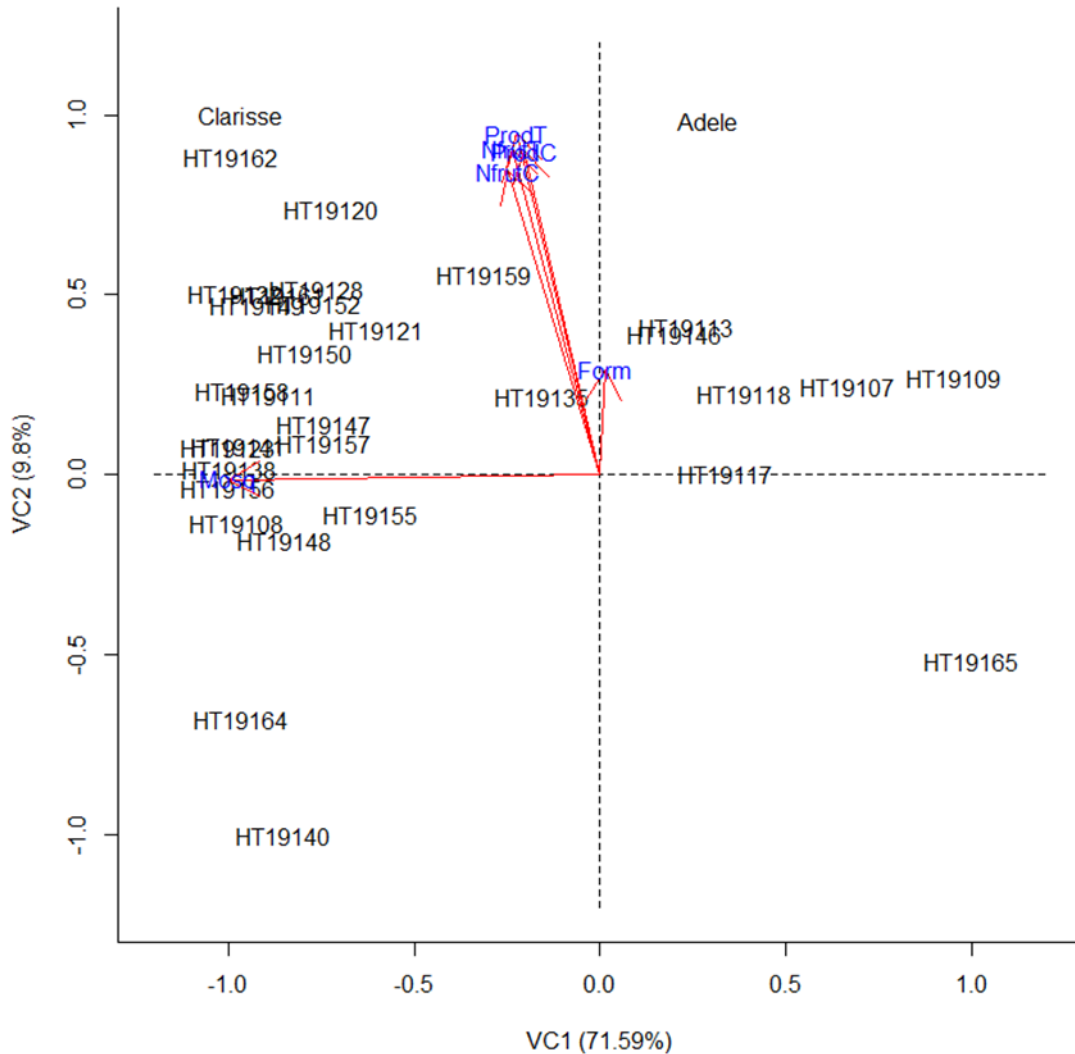
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância multivariada (MANOVA) apontou efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) dos híbridos de abobrinha italiana, mostrando que as características quantitativas apresentam variabilidade genética dentro da população estudada (SHARMA *et al.*, 2018) do ponto de vista multivariado. Deste modo, é possível ao melhorista realizar recombinações de genitores que promovam maior efeito heterótico aos descendentes, o que pode promover maiores ganhos de seleção com o avanço das gerações (BRITO *et al.*, 2020; DEEPAK *et al.*, 2020).

Considerando a dispersão dos genótipos em relação às variáveis canônicas (VC) (FIGURA 1), verificou-se que os híbridos HT19140, HT19164, HT19165, HT19107 e HT19109 foram os mais divergentes em relação à maior parte dos híbridos e a cultivar Clarice. O mosqueado das folhas apresentou uma forte correlação negativa com a VC1, o que indica que os híbridos HT19165, HT19107 e HT19109 foram divergentes dos demais especialmente por apresentarem menor quantidade de mosqueado em suas folhas. Em acessos de abóboras estudados por Ferreira *et al.* (2016), por meio de variáveis canônicas, também identificaram progênies com potencial para o melhoramento genético por serem dissimilares entre si. Todavia, ao contrário do verificado nesta pesquisa, estes autores verificaram que a característica que mais contribui para a dissimilaridade entre genótipos foi a massa de frutos. Estas diferenças observadas nas diversas pesquisas são comuns, pois a divergência genética estimada é influenciada pela população estudada e também pelo ambiente (NAIK; PRASSAD, 2015).

O mosqueado é uma característica importante, pois está associado à repelência de insetos que transmitem viroses e insetos que atacam os frutos de abobrinha italiana. Isto ocorre devido a incidência do sol sobre folhas de abóboras provocar um maior brilho, o que reduz o ataque dos insetos às plantas. Com isso, nos dias atuais o mosqueado das folhas está associado à resistência a viroses e melhor sanidade das plantas até o fim do ciclo. Rodríguez–Amaya (2009), ao estudar caracteres morfológicos em 32 acessos de abóboras, observou que os genótipos avaliados também diferiram significativamente em relação à intensidade do mosqueado. A característica do mosqueado nas folhas é controlada por genes dominantes, logo o ambiente não interfere na hereditariedade desta característica, ou seja, é altamente herdável (STRICKBERGER, 1978).

Figura 1 - Variáveis canônicas no estudo de 33 híbridos de abobrinha italiana avaliadas no município de Lavras/MG.

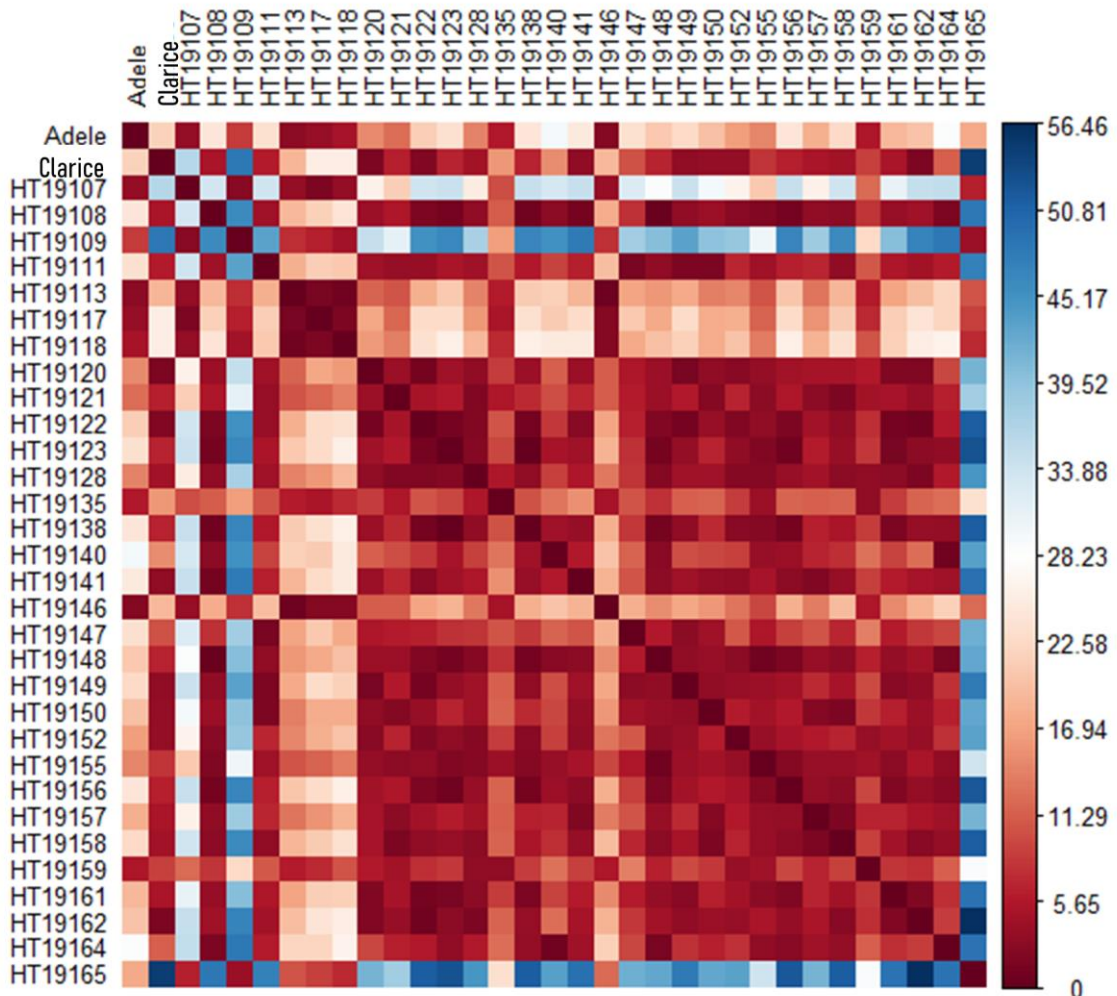


Fonte: Da autora (2023).

Os híbridos Clarisse, Adele, HT19162 e HT19120 apresentaram maior divergência em relação aos híbridos HT19140, HT19164 e HT19165, ao se considerar a VC2 (FIGURA 1). Além disso, verificou-se que o número de frutos totais (NfrutT), número de frutos comerciais (NfrutC), produtividade total (ProdT) e produtividade comercial (ProdC) de frutos foram as características que apresentaram alta correlação negativa com a VC2. Logo, os híbridos HT19140, HT19164 e HT19165 divergiram dos demais por apresentarem maiores valores destas características. Quanto maior a carga canônica da característica, maior a sua relevância para o melhoramento da cultura (HAIR *et al.*, 2005), o que aponta o potencial produtivo destes novos híbridos, principalmente em relação às cultivares comerciais.

A matriz de dissimilaridade dos híbridos (FIGURA 2) apontou que, de maneira geral, os híbridos foram muito similares entre si. Entretanto, verifica-se que os híbridos HT19165, HT19109 e HT19107 foram muito divergentes geneticamente em relação aos demais, apresentando elevadas distâncias genéticas de Mahalanobis entre eles. Em relação aos híbridos comerciais, o híbrido Adele foi similar aos demais híbridos, já o híbrido Clarice foi similar a maioria dos híbridos e distantes dos HT19165, HT19109 e HT19107. A distância de Mahalanobis tem a vantagem de detectar outliers multivariados e a proximidade entre duas ou mais variáveis (GHORBANI, 2019; LIU; QIAO, 2020). Desta forma, esta medida de distância permite identificar parentais promissores dissimilares, definidos a partir da interação complementar dos genes divergentes (SWAIN *et al.*, 2022). Assim, ao recombinar dois pais de grupos divergentes, há aumento na probabilidade de obtenção de híbridos superiores aos pais, ou mesmo promover maior variabilidade genética e maior heterose.

Figura 2 - Representação gráfica da matriz de dissimilaridade de Mahalanobis no estudo de 33 híbridos de abobrinha italiana avaliadas no município de Lavras/MG.



Fonte: Da autora (2023).

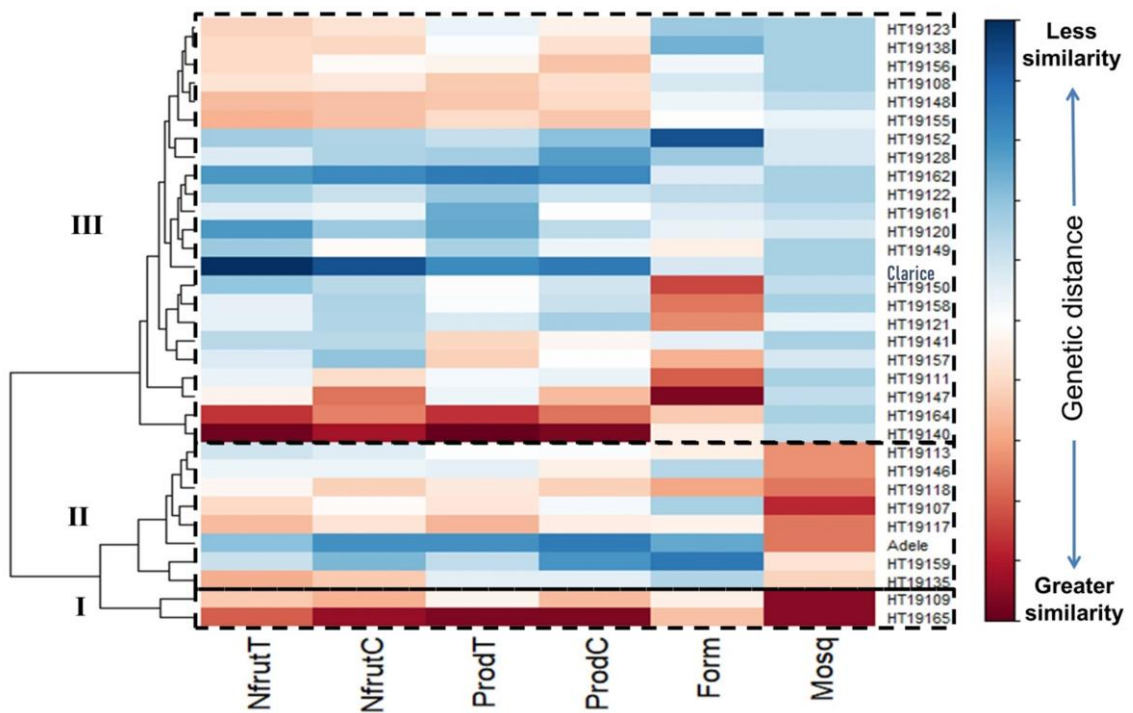
De acordo com Belete *et al.* (2011), o cruzamento entre genótipos com maior divergência genética possibilita a obtenção de populações segregantes, com maior probabilidade de identificar indivíduos superiores para múltiplas características. Com isso, ao observar a representação gráfica de Mahalanobis, os híbridos HT19165, HT19109 e HT19107 indicam a existência de considerável variabilidade genética para a seleção e melhoramento da abobrinha italiana. Logo, estes híbridos são aqueles que apresentam maior potencial de recombinação com os demais, conforme interesse comercial e objetivo do programa de melhoramento genético da cultura.

Em trabalho desenvolvido por Ferreira *et al.* (2016), ao avaliar a diversidade genética em acessos de abóboras, os autores também encontraram variabilidade genética considerável entre os genótipos estudados. O mesmo foi verificado por Balkaya *et al.* (2010), que ao avaliar

115 populações de abóboras, verificaram a existência de alta dissimilaridade genética entre as populações avaliadas. A avaliação da variabilidade também permite selecionar tipos variantes mais adequados nas populações segregantes, além de observar e separar a variabilidade hereditária e não hereditária com a ajuda dos parâmetros genéticos adequados (SINGH *et al.*, 2017). A variabilidade genética é um pré-requisito para aumentar, principalmente, a produtividade das plantas, decorrente da maior disponibilização de sementes adaptadas aos ambientes de cultivo e às mudanças ambientais (UHLARIK *et al.*, 2022).

Ao agrupar os híbridos de abobrinha italiana pelo método UPGMA (FIGURA 3), verificou-se a formação de três grupos distintos. Os híbridos dentro de um mesmo agrupamento são mais similares entre si. O grupo I, formado pelos híbridos HT 19165 e HT 19109, foi agrupado especialmente pela similaridade em relação a todas as características avaliadas, especialmente o mosqueado, corroborando com o verificado no estudo por variáveis canônicas (FIGURA 1). Já o grupo II foi composto pelos híbridos HT 19135, HT 19159, HT 19117, HT 19107, HT 19118, HT 19146 e HT 19113, além da cultivar comercial Adele. Isto é interessante para o melhoramento genético, pois pode potencializar a aceitação comercial dos híbridos. De maneira geral, estes híbridos foram agrupados pela similaridade quanto ao mosqueado e formato dos frutos. Por fim, o grupo III foi constituído pelos demais híbridos estudados, inclusive a cultivar Clarice, que também os tornam mais competitivos no mercado comercial. De maneira geral, os genótipos deste grupo divergiram dos demais devido ao mosqueado, porém, não apresentaram caracteres unanimemente comuns devido a grande quantidade de genótipos agrupados.

Figura 3 - Dendrograma obtido com o algoritmo UPGMA a partir da distância de Mahalanobis no estudo de 33 híbridos de abobrinha italiana avaliadas no município de Lavras/MG.



Fonte: Da autora (2023).

A formação dos grupos distintos está relacionada à variabilidade genética entre os híbridos (MATOS *et al.*, 2021). O conhecimento desta diversidade em híbridos é importante, pois híbridos divergentes podem ser utilizados para abertura de progênes ou até mesmo cruzamentos com outras linhagens ou híbridos simples.

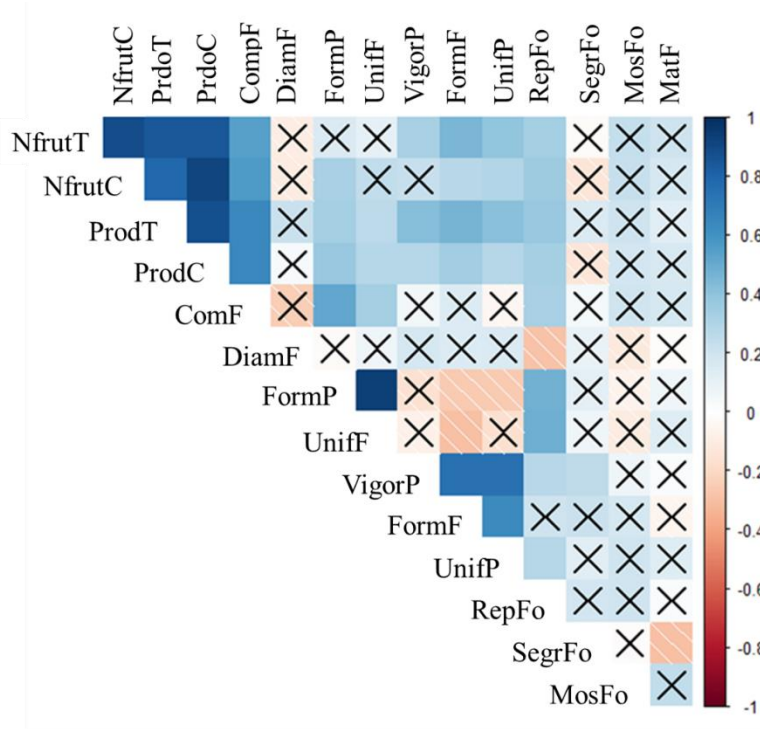
Apesar da informação sobre a diversidade genética também permitir o estabelecimento de cruzamentos visando a obtenção de híbridos duplos, a utilização deste tipo de híbrido não é comum em abobrinha italiana, pois o rendimento dos híbridos duplos é inferior quando comparados à produtividade dos híbridos simples (MATOS *et al.*, 2021). Os híbridos duplos apresentam maior variabilidade genética, que pode influenciar na uniformidade de características fenotípicas das plantas e frutos (COSTA *et al.*, 2016). Além disso, há maior custo de produção das sementes e maior desuniformidade dos seus frutos (COSTA *et al.*, 2016). Porém, esse tipo de híbrido pode ter maior composição genética, incorporando genes de resistência a doenças, precocidade, qualidade de frutos e produtividade (ASHAKINA; RAHMAN; KABIR, 2016). Por esses motivos, estudar a diversidade genética em híbridos tem um objetivo voltado principalmente à obtenção de novas variantes segregantes e não especificamente a obtenção de híbridos duplos.



As variáveis quantitativas para a cultura da abobrinha italiana são essenciais para a seleção dos híbridos, sendo um dos maiores focos dos programas de melhoramento genético. Isso ocorre, pois o rendimento e tamanho dos frutos são as principais características de interesse. No entanto, os consumidores antes mesmo de comprarem os frutos de abobrinha italiana observam nas bancas do varejo o formato e a uniformidade de frutos, tornando estas variáveis qualitativas importantes de serem observadas na seleção de genótipos de abobrinha italiana.

Observou-se que as maiores correlações significativas foram estabelecidas para as variáveis quantitativas, destacando-se correlações entre as variáveis, número de frutos total, número de frutos comerciais, produtividade total, produtividade comercial e comprimento de frutos, ou seja, estas variáveis se correlacionaram fortemente entre si (FIGURA 4). Isto mostra que a seleção pelas variáveis quantitativas garante híbridos com maior produção de frutos. A técnica de correlações utilizadas nos programas de melhoramento genético, e quando se tem forte correlações entre as variáveis quantitativas, permite explorar o potencial de produção e aumentar a produtividades da cultura, além de criar novos materiais melhorados a partir dos genótipos superiores (CLAUDHAR et al., 2016). Kanwar *et al.* (2013) relatam que, quando há correlações entre as variáveis de rendimento a seleção dos genótipos se tornam mais fácil e eficaz, do que quando não há correlações entre elas, o que dificulta a seleção. Em programas de melhoramento genéticos as características quantitativas são importantes para aumentar a heterose em híbridos de abobrinha (SWAIN *et al.*, 2022).

Figura 4 - Representação das estimativas de correlação para as variáveis número de frutos totais (NfrutT), número de frutos comerciais (NfrutC), produtividade total (ProdT), produtividade comercial (ProdC), comprimento de frutos (CompF), diâmetro de frutos (DiamF), formato de planta (FormP), uniformidade de frutos (UnifF), vigor de planta (vigorP), formato de fruto (FormF), uniformidade de planta (UnifP), repicagem das folhas (RepFo) segregação de folhas (SegrFo) e mosqueado nas folhas (MosFo). <sup>X</sup> não significativo pelo teste F ao nível de 5%.



Fonte: Da autora (2023).

Outras correlações importantes foram observadas entre as variáveis avaliadas. O formato de plantas correlacionou-se de maneira forte com uniformidade de frutos. Já o vigor de planta apresentou forte correlação com o formato de frutos e uniformidade de plantas. Por fim, no formato de frutos houve correlação com a uniformidade de plantas. Estas correlações existentes entre as variáveis morfológica qualitativas de plantas, como vigor, uniformidade e formato de plantas, com as variáveis de qualitativas uniformidade e formato de frutos, indicam que plantas com boa arquitetura apresentam maior potencial produtivo e de qualidade de frutos.

Os valores altos dos coeficientes de correlação em abobrinha podem ser resultado do efeito de pleiotropismo, fenômeno no qual um determinado gene afeta a expressão de mais de um caractere (FALCONER *et al.*, 1996). Visto que o coeficiente de correlações auxilia na identificação dos genótipos com pouca ou nenhuma importância para os programas de melhoramento (GUPTA *et al.*, 2018). Com isso, a formação dos diferentes agrupamentos pelo método UPGMA para as características quantitativas e qualitativas, a análise de correlação são

informações complementares para o melhoramento genético da cultura da abobrinha italiana (ANDRADE *et al.*, 2017). Em cruzamentos de linhagens a produtividade pode ser melhorada a partir da seleção de cruzamentos com plantas que produzem mais frutos e os mesmos com maior peso médio, desse modo, a seleção em híbridos pode ter como base as variáveis de rendimento (GUPTA *et al.*, 2018). Contudo, caracteres com baixa herdabilidade dificultam a mensuração da correlação existente e melhoria no rendimento (SABA *et al.*, 2018).

Na cultura da abobora comum (*C. moschata*), o estudo de correlações realizado por Hernandez *et al.* (2020), foi observado que dentre as variáveis estudadas tiveram correlações entre as variáveis %Brix com a %matéria seca. Porém, entre as características de peso de frutos com as características de qualidade dos frutos não houve correlações (HERNANDEZ *et al.*, 2020). Grisales *et al.* (2015) ao avaliarem genótipos de abóboras identificaram fortes correlações genéticas entre as variáveis produção de plantas com peso médio dos frutos por plantas, o que garante selecionar genótipos através do peso dos frutos, ou seja, selecionando plantas mais produtivas e com maior matéria seca por meios da medição de rendimento das plantas no campo.

De modo geral, a hibridação é utilizada para transferir genes específicos em abobrinhas e outras hortaliças. Com isso, é possível aumentar a variabilidade genética das plantas e inserir genes responsáveis pela qualidade de frutos e o aumento da produtividade. Desta forma, conhecer a diversidade genética dos híbridos nos programas de melhoramento permite expressar o potencial da população para a seleção dos híbridos superiores.

#### **4 CONCLUSÕES**

Houve divergência genética entre os 33 híbridos de abobrinha italiana avaliados, separando os mesmos em três grupos heteróticos.

Os híbridos HT19107, HT19109 e HT19165 foram divergentes em relação aos demais, especialmente para os caracteres de produtividade total de frutos, formato de frutos e mosqueado nas folhas.

O mosqueado nas folhas das plantas foi a característica de maior importância para distinção dos híbridos.

As variáveis quantitativas número de frutos totais, número de frutos comerciais, produtividade total de frutos, produtividade comercial de frutos e comprimento de frutos correlacionam-se positivamente.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, I.; ROHMAN, M.M.; HOSSAIN, M.A.; MOLLA, M.R.; AZAM, M.G.; HASAN, M.M.; GABER, A.; ALBOGAMI, B.; HOSSAIN, A. A Study on the Phenotypic Variation of 103 Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Landraces for the Development of Desirable Cultivars Suitable for the Changing Climate. **Life**, [S.l.], v. 12, p. 1235, 2022.
- ANDRADE, E.K.V.D.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.D.; LAIA, M.L.D.; FERNANDES, J.S.C.; OLIVEIRA, A.J.M.; AZEVEDO, A.M. Genetic dissimilarity among sweet potato genotypes using morphological and molecular descriptors. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S.l.], v. 39, n. 4, p. 447-455, 2017.
- ASHAKINA, A.; RAHMAN, W.; KABIR, L. Performance of single, double and three-way cross hybrids in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Journal of Food, Agriculture and Environment**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 71-77, 2016.
- AZEVEDO, A.M. **Package ‘MultivariateAnalysis’**. 2021. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=MultivariateAnalysis>. Acesso: 19 mar. 2023.
- BALKAYA, A; ÖZBAKIR, M; KURTA, E.S. The phenotypic diversity and fruit characterization of winter squash (*Cucurbita maxima*) populations from the Black Sea Region of Turkey. **African Journal of Biotechnology**, [S.l.], v. 9, p. 152-162, 2010.
- BARTAULA, S.; TIMILSENA, K.; PANTHI, U.; SHARMA, S. Variability, heritability and genetic advance of maize (*Zea mays* L.) genotypes. **Research in Agriculture Livestock and Fisheries**, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 163-169, 2019.
- BELETE, Y.S.; KEBEDE, S.A.; GEMELAL, A.W. Multivariate analysis of genetic divergence among ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Brun) genotypes in relation to seed oil quality traits. **International Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v. 6, n. 6, p. 494-503, 2011.
- BHAGWAT, A.; SRINIVASA, V.; BHAMMANAKATI, S.; SHUBHA, A. S. Evaluation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) genotypes under Hill Zone of Karnataka, India. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, [S.l.], v. 7, n. 9, p. 837-842, 2018.
- BRITO, O.G.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; AZEVEDO, A.M.; DONATO, L.M.S.; SILVA, A. J.M.; OLIVEIRA, A.J.M. Genetic divergence between half-sibling progenies of kale using different multivariate approaches. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 39, p. 178-185, 2020.
- BORGES, R.M.E.; LIMA, M.A.C.; LIMA, M.N.R.; MELO, N.F. **Diversidade genética em genótipos de abóbora para descritores qualitativos e quantitativos associados ao frutos**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2019. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 136).
- CAVALCANTE, R.R.; NASCIMENTO, I. R. do; ROCHA, R.N.C. Características produtivas de frutos de abobrinha de moita em função de diferentes doses de adubação nitrogenada. João Pessoa, **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, [S.l.], v.11, n. 6, p. 11-15, dez. 2017.

- CHAUDHARY, M.; RAHUL, V. P.; CHAUHAN, V. S. M. P. Correlation and path coefficient analysis for yield and yield related traits in linseed (*Linum usitatissimum* L.). **The Bioscan na International Quarterly Journal of Live Sciences**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 939-942, 2016.
- CHOMICKI, G.; SCHAEFER, H.; RENNER, S. S. Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: insights from phylogenies, genomics and archaeology. **New Phytologist**, [S.l.], v. 226, p. 1240-1255, 2020.
- COSTA, J.H. P.; RODRÍGUEZ, G. R.; LIBERATTI, D. R.; MAHUAD, S. L.; MARCHIONNI, B. E.; PICARDI, L. A.; ZORZOLI, R.; PRATTA, G. R. Tomato second cycle hybrids as a source of genetic variability for fruit quality traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [S.l.], v. 16, n. 4, p. 289-297, 2016.
- CRAMER, C.S.; WEHNER, T.C. Little heterosis for yield and yield components in hybrids of six cucumber inbreds. **Euphytica**, [S.l.] v. 110, n. 02, p. 99-108, 1999.
- CRUZ, C.D. Genes Software - ampliado e integrado ao R, Matlab e Selegen. **Acta Sci., Agrônômica**, Maringá, v. 38, p. 547-552, 2016.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Ed. 3, Viçosa: UFV, 2014. p. 688.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. p. 514.
- CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 620.
- DEEPAK, A. B.; PRAMILA; PRASAD, K.; GUPTA, R. K. Assessment of Genetic Variation and Genetic Divergence in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.**, [S.l.], Special Issue-11, p. 2644-2653, 2020.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. New York. NY: Longman, 1996. 464 p.
- FERREIRA, M.G.; SALVADOR, E.V.; LIMA, M.N.R.; AZEVEDO, A.M.; LIMA NETO, I.; SOBREIRA, F.M.; SILVA, D.J.H. Parametros geneticos, dissimilaridade e desempenho *per se* em acessos de abóbora. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 34, p. 537-546, 2016.
- GALERIANI, T.M.; COSMO, B.M.N.; BENETON, A. G.; NOVAKOSKI, F. P. Considerações sobre produção de sementes de abóboras. **Revista Agronomia Brasileira**, [S.l.], v. 4, p. 2594-6781, 2020.
- GHORBANI, H. Mahalanobis distance and its application for detecting multivariate outliers. **Ser. Math. Inform.** [S.l.], v. 34, n. 3, 583–595, 2019.
- GRISALES, S.O.; RESTREPO, M.P.V.; CABRERA, F.A.V.; GARCIA, D.B. Correlaciones Genéticas y Análisis de Sendero en Zapallo Cucurbita moschata Duch. **Rev. Fac. Nal. Agr., Medellín**, v. 68, n. 1, p. 7399-7409, 2015.

- GRUMET, R.; MCCREIGHT, J.D.; MC GREGOR, C.; WENG, Y.; MAZOUREK, M.; REITSMA, K.; LABATE, J.; DAVIS, A.; FEI, Z. Genetic Resources Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. **Genes**, [S.l.], v. 12, p. 1222, 2021.
- GUPTA, T.V.A.; KRISHNAMOORTHY, V.; BALASUBRAMANIAN, P.; THANGARAJ, K.; ARUNACHALAM, P. Correlation and path analysis in F2 generation of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.ex Poir). **Electronic Journal of Plant Breeding**, [S.l.], v. 9, n. 3, 1170-1193, 2018.
- HABIBA, R.M.M.; EL-ADL, A.M.M.; OTHMAN, I.A. H. Intra and inter-specific hybrids in summer squash. **J. Agric. Chem. and Biotechn.**, Mansoura Univ., v. 6, n. 12, p. 597-613, 2015.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005 p. 593.
- HERNANDEZ, C.O.; WYATT, L.E.; MAZOUREK, M.R. Genomic Prediction and Selection for Fruit Traits in Winter Squash. **G3 Genes|Genomes|Genetics**, [S.l.], v. 10, n. 10, p. 3601-3610, 2020.
- KANWAR, R. R.; SAXENA, R.R.; EKKA, R.E. Correlation and pathco-efficient analysis of some quantitative traits in linseed (*Linum usitatissimum* L.). **International J. Plant Sciences** Muzaffarnagar, v. 8, n. 2, p. 395-397, 2013.
- LIU, J.; QIAO, Y. Mahalanobis distance–based kernel supervised machine learning in spectral dimensionality reduction for hyperspectral imaging remote sensing. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, [S.l.], v. 16, n. 11, 2020.
- MATOS, R.; RESENDE, J.T.V.; ZEIST, A.R.; CORTE, L.E.D.; DA-SILVA, P.R.; ZEFFA, D.M. Performance of the double-cross tomato hybrids from a partial diallel. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 45, p. e027320, 2021.
- MATSUO, E.; CRUZ, C.D.; SEDYAMA, T. **Aplicações de Técnicas Biométricas no Melhoramento Genético da Soja**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2020. 256 p.
- MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, [S.l.], v. 20, p. 359-363, 1977.
- NAIK, M.L.; PRASAD, V.M. Studies on genetic divergence in pumpkin. **Electronic Journal of Plant Breeding**, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 1088-1095, 2015.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE IJACI. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. PMSB: Ijaci/MG. rev. Ijaci, 2018. Disponível em: <http://ijacimg.web21f14.uni5.net/admin/arquivo/Revis%C3%A3o%20PMSB%20de%20Ijaci%20-%20CONSULTA%20P%C3%9ABLICA-FINAL.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2021.

- RODRÍGUEZ-AMAYA, R.; MONTES-HERNÁNDEZ, S.; RANGEL-LUCIO, J.A.; MENDOZA-ELOS, M.; LATOURNERIE-MORENO, L. Caracterización morfológica de la calabaza pipiana. **Agricultura Técnica en México**, [S.l.], v. 35, n. 4. out./dez. 2009. p. 378-388.
- ROMANO, C.M.; STUMPF, E.R.T.; BARBIERI, R.L.; BEVILAQUA, G.A.P.; RODRIGUES, W.F. **Polinização manual em abóboras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 26. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34000/1/documento-225.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- SABA, J.; TAVANA, S.; QORBANIAN, Z.; SHADAN, E.; SHEKARI, F.; JABBARI, F. Canonical Correlation Analysis to Determine the Best Traits for Indirect Improvement of Wheat Grain Yield under Terminal Drought Stress. **Journal of Agricultural Science and Technology**, [S.l.], v. 20, n. 5, p. 1037-1048, 2018.
- SHARMA, A.; BEHRENS, S. H.; BOMMARIUS, A. S. Modulation of the Formation of A $\beta$ - and Sup35NM-Based Amyloids by Complex Interplay of Specific and Nonspecific Ion Effects. **J Phys Chem B**, 122(19):4972-4981, 2018.
- SILVA, T.N.; MORO, G.V.; MORO, F.V.; SANTOS, D.M.M.; BUZINARO, R. Correlation and path analysis of agronomic and morphological traits in maize. *Crop Science*, **Rev. Ciênc. Agron.**, [S.l.], v. 47, n. 2, 2016.
- SINGH, B.K.; SUTRADHAR, M.; SINGH, A.K.; SINGH, S.K. Evaluation of genetic variability, correlation and path coefficients analysis for yield attributing traits in field pea [*Pisum sativum* (L.) var. arvense]. **Res. Crops.**, [S.l.], v. 18, p. 316-321, 2017.
- STRICKBERGER, M. **Genética**. 2. ed. Barcelona, España: Ediciones Omega, 1978. p. 937.
- SWAIN, A.; MISHRA, A.; MOHANTA, S.; RASHMI, K.; PRUSTY, A.K. Genetic divergence and cluster analysis in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). **The Pharma Innovation Journal**, [S.l.], v. 11, n. 7, p. 1811-1814, 2022.
- UHLARIK, A.; CERAN, M.; ZIVANOV, D.; GRUMEZA, R.; SKØT, L.; SIZER-COVERDALE, E.; LLOYD, D. Phenotypic and Genotypic Characterization and Correlation Analysis of Pea (*Pisum sativum* L.) Diversity Panel. **Plants**, [S.l.], v. 11, p. 1321, 2022.
- VAZ-DE-MELO, A.; COLOMBO, G. A.; VALE, J. C.; SANTANA, W. D.; FERNANDES, M. S. Estratégias de seleção entre progênies meios-irmãos de milho-pipoca no cerrado Tocantinense. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, [S.l.], v. 10, p. 41-50, 2017.
- ZHANG, H.; LI, Y.; ZHU, J. K. Developing naturally stress-resistant crops for sustainable agriculture. **Nat. Plants**, [S.l.], v. 4, p. 989-996, 2018.

### **ARTIGO 3 - REPEATABILITY COEFFICIENT IN DETERMINING THE OPTIMAL NUMBER OF HARVESTS FOR THE SELECTION OF ZUCCHINI HYBRIDS**

#### **ABSTRACT**

The objective of this work was to estimate the optimal number of harvests for the reliable selection of zucchini hybrids through the repeatability coefficient. The experimental design was in randomized blocks with 33 treatments (31 experimental and 2 commercial hybrids) and four replications, with six plants per plot. 15 harvests were carried out. Seven morphoagronomic characteristics of the fruits were evaluated. Repeatability coefficients were estimated using four statistical methods. The repeatability coefficients ranged from low to moderate, regardless of the studied characteristic. For a high precision selection ( $R^2 \geq 90\%$ ), a high number of evaluated harvests was required, especially for traits related to fruit yield: 30 to 54 harvests for selection based on total yield, and 43 to 83 harvests for commercial productivity, which varied according to the statistical estimation method. The principal components analysis based on the covariance matrix required the least number of harvests for satisfactory selection precision. Fifteen harvests are sufficient for satisfactory selection in all characteristics evaluated, with precision greater than 70%.

Keywords: *Cucurbita pepo*. Biometric. Plant breeding.

#### **RESUMO**

#### **COEFICIENTE DE REPETIBILIDADE NA DETERMINAÇÃO DO NÚMERO ÓTIMO DE COLHEITAS PARA SELEÇÃO DE ABOBRINHA ITALIANA**

O objetivo deste trabalho foi estimar o número ótimo de colheitas para a seleção confiável de híbridos de abobrinha italiana por meio do coeficiente de repetibilidade. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 33 tratamentos (31 híbridos experimentais e 2 comerciais) e quatro repetições, com seis plantas por parcela. Realizou-se 15 colheitas. Foram avaliadas sete características morfoagronômicas dos frutos. Os coeficientes de repetibilidade foram estimados por meio de quatro métodos estatísticos. Os coeficientes de repetibilidade variaram de baixos a moderados, independentemente da característica estudada. Para uma seleção de alta precisão ( $R^2 \geq 90\%$ ), um elevado número de colheitas avaliadas foi exigido, especialmente para as características relacionadas à produtividade de frutos: 30 a 54 colheitas para a seleção baseada na produtividade total, e 43 a 83 colheitas para a produtividade comercial, o que variou conforme o método estatístico de estimação. A análise de componentes principais baseado na matriz de covariância demandou a menor quantidade de colheitas para uma precisão satisfatória na seleção. São suficientes 15 colheitas para a seleção satisfatória em todas as características avaliadas, com precisão superior a 70%.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo*. Biometria. Melhoramento genético.



## 1 INTRODUCTION

The zucchini (*Cucurbita pepo L.*) is an important vegetable produced in Brazil, standing out among the ten with the highest economic value (ARMOND *et al.*, 2016). Furthermore, zucchini production has great nutritional and economic relevance in the country, especially in family farming (SOUZA *et al.*, 2017; TEJADA *et al.*, 2020). Since the crop requires a high demand for labor, especially in the harvesting of the fruits (LÚCIO *et al.*, 2021) and that genetic breeding research usually requires a high number of evaluations and harvests (LÚCIO *et al.*, 2021), research costs can be changed as needed (CRUZ *et al.*, 2012). Thus, in the selection of superior genotypes, it is necessary to define the ideal minimum number of harvests during the crop production cycle, intending to speed up genetic progress and reduce research costs (MARTUSCELLO *et al.*, 2015; CAVALCANTE *et al.*, 2018). The main statistical approach used for this purpose is the estimation of the repeatability coefficient for evaluated characters (BRUNA *et al.*, 2012; CRUZ *et al.*, 2012; MALIKOUSKI *et al.*, 2021).

The repeatability coefficient is the correlation between measurements in the same individual, whose evaluations were repeated in time and/or space, and it is widely used in the selection of superior individuals in cultures with multiple harvests (Lessa *et al.*, 2014). This allows the estimation of the ideal number of harvests and the reduction of experimental errors in the selection of individuals (CARDOSO, 2006; BRUNA *et al.*, 2012). Moreover, the repeatability coefficient expresses the maximum value that heritability in the broad sense can reach, in other words, the maximum value of the total variation which can be effectively heritable (JESUS *et al.*, 2021).

The repeatability coefficient has already been studied in zucchini by Feijó *et al.* (2005), but just a single cultivar was evaluated. However, in repeatability studies for purposes of plant breeding, several genotypes must be evaluated simultaneously, because it allows more comprehensive results. It is noteworthy that the repeatability coefficient varies according to the genetic structure of the population, and it may differ between half-sib or full-sib progenies (CRUZ *et al.*, 2012). This exposes the lack of this type of information in the literature, which is too important for zucchini breeding programs, as it guarantees the optimization of time and resources spent on research.

However, in several vegetables the repeatability coefficient has already been studied, such as cucumber (*Cucumis sativus*) (CARDOSO, 2006), tomato (*Solanum lycopersicum*) (ADEWALE; ADEBO, 2018), kale (*Brassica oleracea L. var. acephala*) (AZEVEDO *et al.*, 2016; BRITO *et al.*, 2019). Thus, there is a need for research related to the evaluation of the

minimum optimal number of measurements required for an accurate selection of superior individuals in zucchini, especially with high potential yield and high quality of fruit. So, the objective of this work was to estimate the optimal number of harvests for the reliable selection of zucchini hybrids through the repeatability coefficient.

## 2 MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out from March to May of 2020, at the Center for Development and Technology Transfer of Universidade Federal de Lavras - UFLA (CDTT/UFLA), located at Fazenda Palmital, in the Ijaci city, in southern region of Minas Gerais State (21°10'S, 44°55'W, altitude 832 m), Brazil. According to Köppen climate classification, the climatic pattern of the region is Cwb and Cwa, mesothermic humid, tropical of altitude, with mild summer. The city's average annual temperature is 19.4°C, with an average annual rainfall of 1530 mm, concentrated between November and February (PREFEITURA DE IJACI, 2018).

The experiment was performed in randomized complete blocks design, with 33 treatments, four replications and six plants per plot. 31 treatments were experimental hybrids. (HT 19107, HT 19108, HT 19109, HT 19111, HT 19113, HT 19117, HT 19118, HT 19120, HT 19121, HT 19122, HT 19123, HT 19128, HT 19135, HT 19138, HT 19140, HT 19141, HT 19146, HT 19147, HT 19148, HT 19149, HT 19150, HT 19152, HT 19155, HT 19156, HT 19157, HT 19158, HT 19159, HT 19161, HT 19162, HT 19164 e HT 19165) and two commercial hybrids (HT 2000 - cultivar Adelle e HT 19166 - cultivar Clarice).

The hybrids were seeded in Styrofoam trays with 162 cells, with Carolina Soil substrate and one seed in each cell. After sowing, the trays were kept in the greenhouse for 15 days until the day of transplanting in the experimental area. Soil preparation was made from subsoiling followed by raising the beds, spaced 0.30 m and with a width of 1.1 m by 33.0 m in length each. The experiment was carried out in a double row system, with 0.80 m between rows and 0.6 m between plants. Fertilization was performed as recommended by CFSEMG (1999), based on the results of the soil analysis previously performed. After being ready, the beds were covered with mulching. Each plot was 1.1 m wide and 1.5 m long, totaling 1.65 m<sup>2</sup>.

At 45 days after seedlings planting, the harvests were made every two days, totaling 15 harvests throughout the crop cycle. The fruits diameter (Diam) and length (Leng) were evaluated, in cm, with a measuring tape. For the evaluation of the fruits shape (Shap), a scale with notes from 1 to 5 was used, being: 1- very bad (deformed, oval); 2- bad (a little long and

oval); 3- medium (elongated with deformations); 4- good (close to the ideal commercial shape) and 5- ideal (elongated, straight, between 18 and 25 cm). The uniformity of the fruits (Unif) was also evaluated by grade scales from 1 to 5, as follows: 1- very bad fruits (non-uniform); 2- bad fruits; 3- average uniformity; 4- good uniformity and 5- excellent and very uniform fruits. The number of total fruits (NTfrut) was determined from the count of all the fruits harvested in the plot of each treatment, expressed in fruits per plot (fruits plot<sup>-1</sup>). The number of commercial fruits (NCfrut) was determined by counting only the fruits with an adequate commercial standard in the plots, expressed in fruits per plot (fruits plot<sup>-1</sup>). Fruits with a length between 18 and 25 cm, weight between 200 and 250g, adequate and uniform shape were adopted as the commercial standard. The total productivity (TProd) was determined from the total mass of all fruits in each plot, expressed in kilograms per plot (kg plot<sup>-1</sup>). For commercial productivity (CProd), only the mass of the commercial fruits of the plots was used, expressed in kilograms per plot (kg plot<sup>-1</sup>).

In order to meet the premises of the analysis of variance (normality, homogeneity and independence of residues), the data on the number of total and commercial fruits were transformed into square roots. In the repeatability study, the statistical model was used with the evaluation factors seasons and hybrids, as suggested by Cruz, Regazzi and Carneiro (2012) for experiments like this one:  $Y_{ij} = m + g_i + a_j + e_{ij}$ , being  $Y_{ij}$ , observations concerning the  $i$ -th hybrid in the  $j$ -th season (harvest);  $m$ , overall mean;  $g_i$ , random effect of the  $i$ -th hybrid under the influence of the permanent environment ( $i=1, 2, \dots, 33$  hybrids);  $a_j$ , effect of the  $j$ -th season ( $j=1, 2, \dots, 15$  harvests) and  $e_{ij}$ , experimental error associated with the observation  $Y_{ij}$ .

For greater reliability of results, repeatability was estimated by four methods: analysis of variance (ANOVA); principal components analysis (PCA) based on correlation and covariance matrices; and structural analysis based on the correlation matrix. The performed statistical analyzes were obtained from the genetic-statistical software GENES (CRUZ, 2013) and all the statistics used are detailed by (CRUZ *et al.*, 2012).

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

For all variables evaluated, there was a significant difference ( $p \leq 0.01$ ) for number of harvest and treatments (TABLE 1), which shows the existing variability between hybrids and harvests. This indicates that the component of genetic variation, confounded with the permanent effects of the environment, is significant (MANFIO *et al.*, 2011). The total fruit yield, commercial fruit yield, number of commercial fruits, and fruit uniformity showed coefficients

of variation (CV) between 26.97% and 55.07%, values considered high. When a variable has a high CV, there is an indication that it is more influenced by the environment (AZEVEDO *et al.*, 2016) and, consequently, it presents lower experimental precision in its evaluation (LOPES *et al.*, 2021).

Table 1 - Summary of analysis of variance for fruit diameter (Diam), fruit length (Leng), fruit shape (Shap), uniformity (Unif), number of total fruits (NTfrut), number of commercial fruits (NCfrut), total production (TProd), commercial production (CProd) in 15 harvests of 33 zucchini hybrids. Lavras.

<b>SV</b>	<b>Diam</b> (cm)	<b>Leng</b> (cm)	<b>Shap</b> (note)	<b>Unif</b> (note)	<b>NTfrut</b> (fruits plot <sup>-1</sup> )	<b>NCfrut</b> (fruits plot <sup>-1</sup> )	<b>TProd</b> (kg plot <sup>-1</sup> )	<b>CProd</b> (kg plot <sup>-1</sup> )
Season	166.54**	81.49**	1.02**	22.97**	22.97**	48.05**	3.57**	3.34**
Hybrids	3.22**	4.25**	0.73**	2.20**	2.20**	1.59**	0.28**	0.12**
Erro	0.73	0.95	0.17	0.69	0.69	0.53	0.09	0.13
CV (%)	4.98	5.01	11.11	26.97	26.97	33.68	30.81	55.07
General average <sup>/1</sup>	17.16	19.45	3.71	3.08	3.08	2.16	0.97	0.65

SV, source of variation. \*\* Significant by F test at 1% probability.<sup>1</sup>General average referring to the 15 harvests carried out.

SOURCE: Author (2023).

Despite being high, the found CV agrees with those commonly found in the literature for some evaluated characteristics in Cucurbitaceae, such as fruit yield, the number of fruits per plant, and average fruit mass (AKTER *et al.*, 2013). The production of zucchini fruits is strongly influenced by temporary environmental changes, such as daily temperature fluctuations and the presence of pollinators, which can contribute to significant variations among the harvests (OLUOCH, 2012). This may require carrying out a greater number of harvests to obtain more reliable results in the selection.

The presented CV values of diameter, length, and shape of fruits were considered low, between 4.98% and 1, which reflects the lesser influence of the environment and greater genetic effect on these characteristics (AZEVEDO *et al.*, 2016). In a selection of promising hybrids, traits with greater genetic influence favor the genetic improvement of crops with multiple harvests (SANTIN *et al.*, 2019). This is because, generally, fewer evaluations are required to obtain more accurate results.

Except for fruit shape and commercial fruit yield, the estimates of repeatability coefficients were similar among the others variables analyzed, regardless of the adopted statistical procedure (TABLE 2), with values between 0.13 and 0.29, considered low. Resende (2015) states that repeatability values greater than 0.60 are considered high and promote high reliability in the measurements performed, while coefficients between 0.30 and 0.60 are considered moderate, and those below 0.30 are low. For the fruit shape and commercial fruit yield, the repeatability coefficients were also low, but with greater variation, with values between 0.19 and 0.34 for the shape, and 0.09 and 0.17 for the commercial fruit yield.

Tabela 2 - Estimates of repeatability by different methods for fruit diameter (Diam), fruit length (Leng), fruit shape (Shap), uniformity (Unif), number of total fruits (NTfrut), number of commercial fruits (NCfrut), total production (TProd), commercial production (CProd) in 15 harvests of 33 zucchini hybrids.

Variables		ANOVA	PCA		Structural analysis
			(co-variance)	(Correlation)	
Diam	Coef	0.22	0.28	0.26	0.24
	R <sup>2</sup> (%)	77.30	82.59	80.74	79.20
Leng	Coef	0.22	0.29	0.25	0.22
	R <sup>2</sup> (%)	77.61	83.13	80.66	77.55
Shap	Coef	0.21	0.34	0.28	0.19
	R <sup>2</sup> (%)	76.29	86.27	82.52	74.98
Unif	Coef	0.15	0.20	0.18	0.14
	R <sup>2</sup> (%)	68.31	74.64	70.65	67.09
NTfrut	Coef	0.15	0.19	0.17	0.14
	R <sup>2</sup> (%)	68.31	74.64	70.65	67.09
NCfrut	Coef	0.14	0.23	0.17	0.13
	R <sup>2</sup> (%)	66.71	77.96	71.74	66.12
TProd	Coef	0.14	0.23	0.19	0.17
	R <sup>2</sup> (%)	66.64	78.47	74.58	71.38
CProd	Coef	0.10	0.17	0.13	0.09
	R <sup>2</sup> (%)	58.03	71.56	63.83	56.64

PCA, principal components analysis. Coef., repeatability coefficient; R<sup>2</sup>, Coefficient of determination. Source: Author (2023).

The similarity verified between the repeatability coefficients for the different variables in the culture was also observed by Feijó *et al.* (2005), when evaluating the optimal number of harvests in zucchini using the same statistical procedures used in this study. However, as observed by Azevedo *et al.* (2016), when studying the optimal number of harvests in kale, the repeatability coefficients by the ANOVA method were always equal to or lower than those observed by the multivariate methods (structural analysis and PCA). It was also observed by Feijó *et al.* (2005) and Manfio *et al.* (2011), who obtained similar results when they were estimating repeatability coefficients in zucchini and macaúba, respectively.

The repeatability coefficients estimated in both statistical methods ranged from low to moderate, regardless of the variables studied. This is possibly due to environmental variations,

requiring an increase in the number of harvests so that selection gains and genetic differences between hybrids are expressed (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2020). Low values of the repeatability coefficient are related to the fact that the genotypic variance used to estimate repeatability does not present a purely genetic composition, as there is interference from the permanent effects of the environment that are confused with the genotypic variance (SANTIN *et al.*, 2019).

In cases where low repeatability coefficients are verified, increases in the number of harvests are recommended to increase experimental precision. This is because many genes are often related to the expression of a particular character, which can result in significant variations between crops and make it difficult to identify genetic effects (CRUZ *et al.*, 2012). As fruit yield is a trait with this profile, controlled by many genes, it is common to obtain low repeatability coefficients. This has already been reported in other fruit crops such as guava (QUINTAL *et al.*, 2017) and Tahiti lime (MALIKOUSKI *et al.*, 2021).

Due to the floral biology and ecophysiology of zucchini, fruit yield shows a strong response to environmental conditions. Thus, substantial changes in climatic factors directly affect the proportion of male and female flowers, and consequently fruit production (LIMA *et al.*, 2022). This explains marked variations between crops, as environmental factors can favor or compromise the pollination rate. Furthermore, its cycle can be influenced by various environmental conditions such as temperature, solar radiation and precipitation (BANNAYAN *et al.*, 2011). Another factor that can result in strong variations between crops and reduce repeatability coefficients is the rapid growth and development of zucchini fruits in a short period. This is a characteristic of the culture and makes responses to environmental effects more prominent.

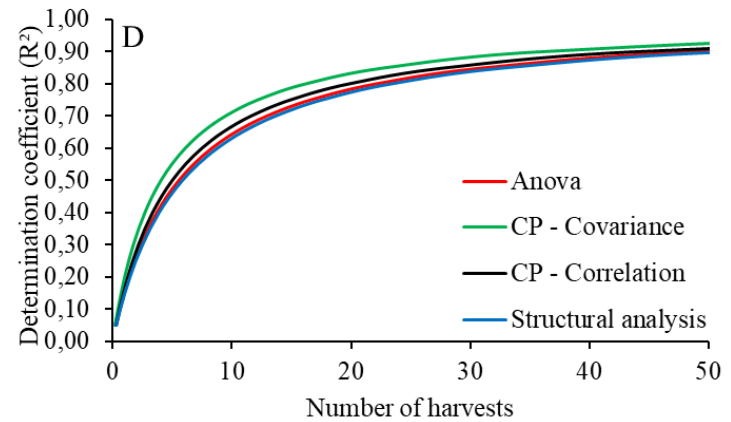
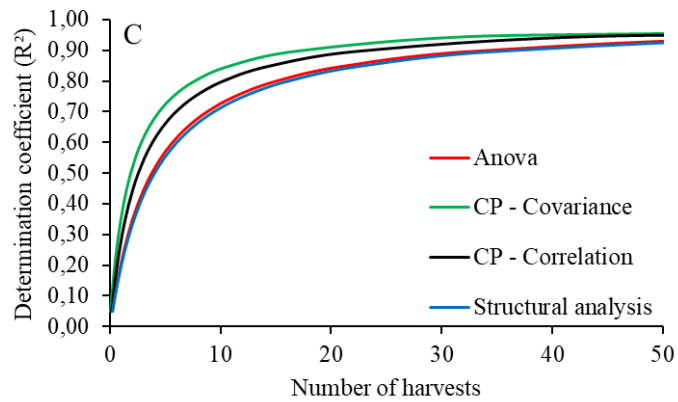
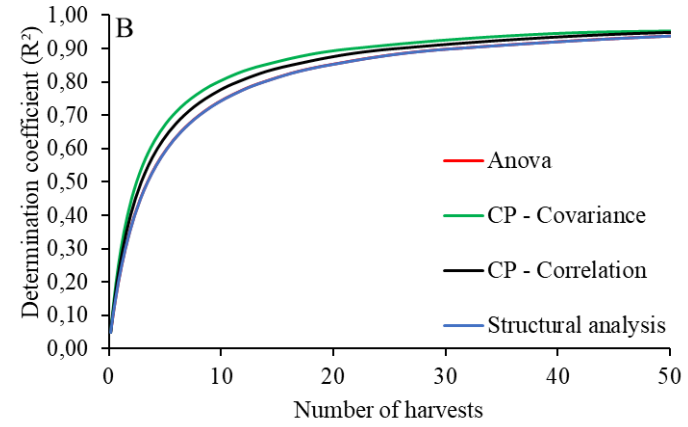
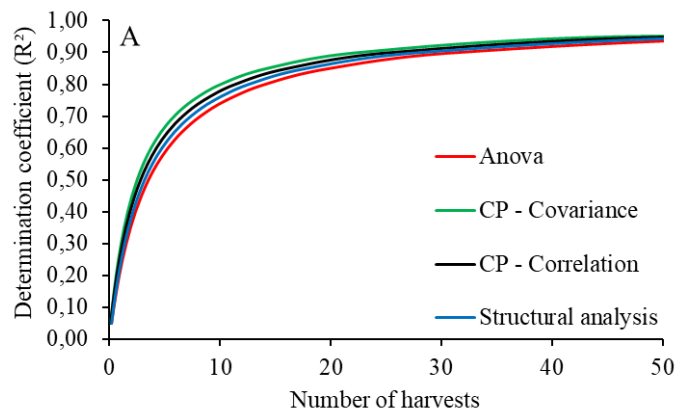
According to the four statistical methods studied, the coefficients of determination ( $R^2$ ) were lower than 86.27% (TABLE 2), values considered below the ideal ( $\geq 90\%$ ) (MANFIO *et al.*, 2011), which may be circumvented by increasing the number of crops. However, Resende (2002) and Souza Sobrinho *et al.* (2010) consider that an  $R^2$  above 80% already provides reasonable precision for the reliable selection of genotypes. This is especially true for populations at an early stage of genetic improvement, as in this study. In this case, it is possible to consider that  $R^2$  values greater than 70% already allow a satisfactory primary distinction between good and bad genotypes. However, in more advanced phases of genetic improvement programs, this minimum precision must be increased to obtain more consistent information.

For the diameter, length and shape of fruits the performance of the 15 harvests promoted reliability of approximately 80% ( $R^2$ ) by the ANOVA method and the structural analysis, and



85% by the methods of the PCA based on in the covariance and correlation matrices (FIGURE 1). As for fruit uniformity, the 15 harvests provided minimum reliability of 70%, regardless of the statistical method of estimation. The PCA method based on the covariance matrix estimated the smallest number of harvests for a precision greater than 90% when evaluating the diameter, length, shape and uniformity of fruits, requiring at least 23, 22, 17 and 37 harvests, for these characteristics, respectively.

Figure1 - Estimation of the coefficient of determination calculated by different methods as a function of the number of harvests for fruit diameter (A), fruit length (B), fruit shape (C) and fruit uniformity (D) in 15 harvests of 33 zucchini hybrids italian.



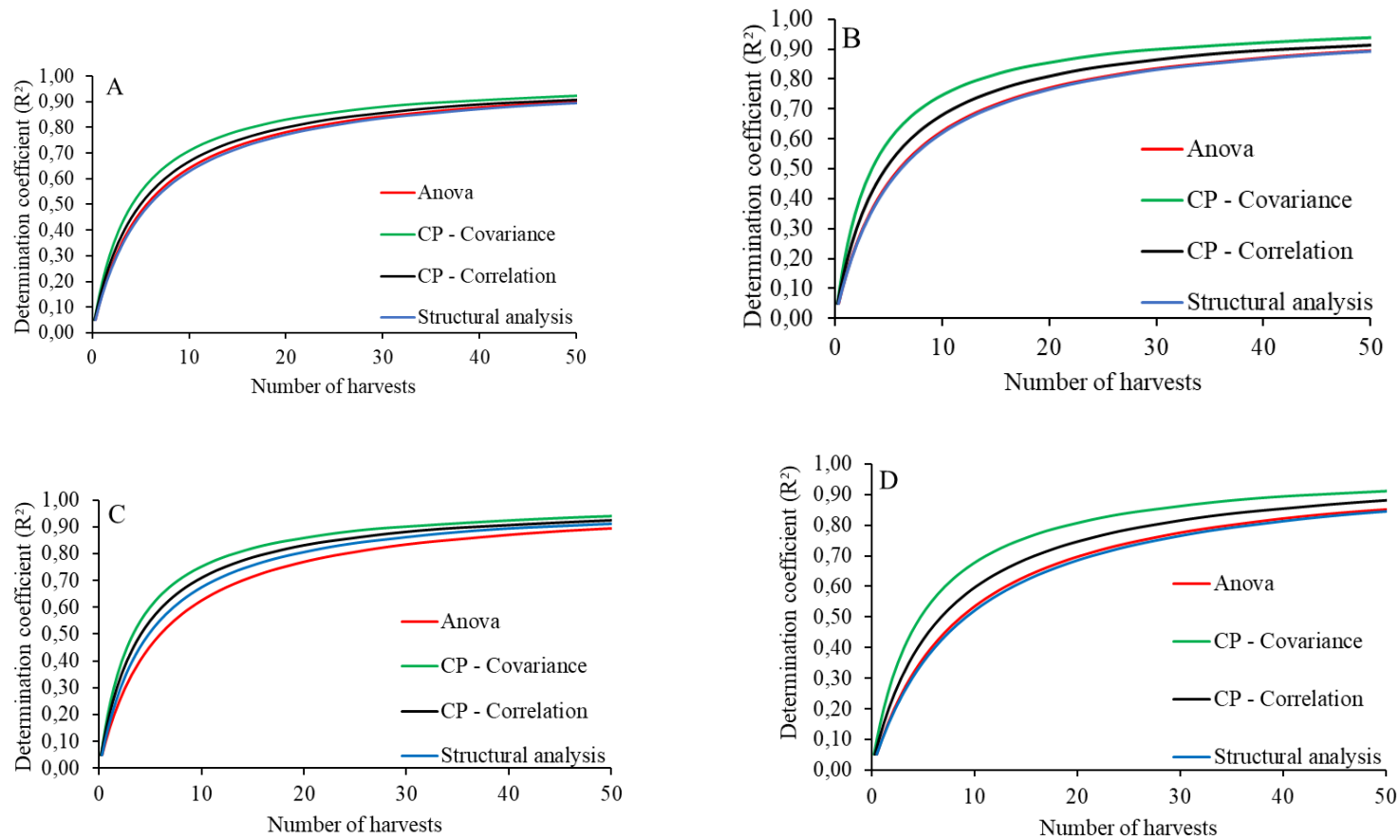
Source: Author (2023).

It is important to consider that the zucchini production cycle can extend up to 90 days, with multiple harvests at regular intervals of two to three days (LÚCIO *et al.*, 2021). That is, it is possible to carry out between 20 and 30 harvests, depending on the cultivar and environmental conditions. Therefore, it is often unfeasible to carry out a high number of harvests to obtain high precision in the selection ( $\geq 90\%$ ), due to physiological and agronomic limitations inherent to the culture. Thus, it is up to the breeder to verify satisfactory precision thresholds for a feasible number of harvests.

For the number of total and commercial fruits (FIGURE 2), it was found that performing 15 harvests provided minimum reliability of 70% by the ANOVA and structural analysis methods, while the methods based on covariance and correlations estimated, in general, presented minimum reliability of 75%. Concerning total productivity, the 15 harvests performed in the study provided at least 70% reliability in both methods studied. On the other hand, the 15 harvests provided minimum reliability of 70% for commercial productivity only when the method based on the covariance matrix was used, as in the other methods this reliability varied between 60 and 65%.

It was identified that for a precision greater than 90%, between 30 and 54 harvests are necessary for total productivity, and from 43 to 83 harvests for commercial productivity, varying according to the adopted statistical method (FIGURE 2). Similar results were also verified for the number of total and commercial fruits. Furthermore, it was found that the PCA based on the covariance matrix required the least number of harvests to estimate the optimal number of evaluations with high precision, for both characteristics evaluated. In general, the number of harvests necessary for high precision was considered very high, however, this has already been reported by FEIJÓ *et al.* (2005), who verified the need for at least 27 harvests for a reliable selection of zucchini. This large number of required harvests is related to the significant production fluctuations that occur between harvests throughout the zucchini cycle, as already reported by Lúcio *et al.* (2008).

Figure 5 - Estimation of the coefficient of determination calculated by different methods as a function of the number of harvests for the number of total fruits (A), number of commercial fruits (B), total production (C) and commercial production (D) in 15 harvest of 33 hybrids of zucchini.



Source: Author (2023)

The ideal number of harvests varies according to the culture, the level of improvement of the studied population, environmental conditions, and desired characteristics (SANTIN *et al.*, 2019). As an example, Brito *et al.* (2019) found that, for half-sib kale progenies, four harvests are required to obtain a reliability of 80% for the number of leaves. Azevedo *et al.* (2016), when evaluating clones of the same crop, found that only three harvests were needed for a reliable selection of the same variable, a difference that can be explained because the clones are a more genetically uniform population than half-sib progenies. In the passion fruit crop, where multiple fruit harvests are also carried out, Neves *et al.* (2010) identified the need for 10 measurements to obtain 80% reliability in the results, indicating generally crops that produce fruits require a greater number of evaluations for the selection of superior genotypes. These results reinforce the need for a deep understanding of repeatability coefficients in plant breeding programs, especially for contributing to the accurate selection of genotypes and promoting greater genetic progress in the culture of zucchini.

#### **4 CONCLUSION**

Fifteen harvests are sufficient for reliable selection of morphoagronomic characteristics of the fruits in zucchini hybrids, with precision greater than 70%.

The PCA, based on the covariance matrix, requires the smallest number of harvests for reliable selection of zucchini hybrids.

The repeatability coefficients for yield characteristics and fruit quality in Zucchini is low.

#### **Acknowledgment**

To Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Financing Code 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) for financial support, and to Hortec for providing the hybrids used in the study.

## REFERENCES

- ADEWALE, B.D.; ADEBO, U.G. Phenotypic identity, similarity and stability for selection of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars in South-western Nigeria. **Scientia Horticulturae**, [S.l.], v. 235, p. 264-269, 2018.
- AKTER, S.; RASUL, M.G.; ISLAM, A.K.M.A.; RAHMAN, M.M. GENETIC VARIABILITY, CORRELATION AND PATH COEFFICIENT ANALYSIS OF YIELD AND QUALITY TRAITS IN PUMPKIN (*Cucurbita moschata* Duch ex Poir.). **Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics**, [S.l.], v. 26, p. 25–33, 2013.
- ANDRADE JÚNIOR, V.C.; OLIVEIRA, A.J.M.; GUIMARÃES, A.G.; FERREIRA, M.A.M.; CAVALCANTI, V.P.; FERNANDES, J.S.C. Repeatability and heritability of production characters in strawberry fruits. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 38, p. 89–93, 2020.
- ARMOND, C.; OLIVEIRA, V.C.; GONZALEZ, S.D.P.; OLIVEIRA, F.E.R.; SILVA, R.M.; LEAL, T.T.B.; REIS, A.S.; SILVA, F. Desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v.3 4, p. 439–442, 2016.
- AZEVEDO, A.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; PEDROSA, C.E.; VALADARES, N.R.; ANDRADE, R.F.; SOUZA, J.R.S. Estudo da repetibilidade genética em clones de couve. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 34, p. 54-58, 2016.
- BANNAYAN, M.; REZAEI, E.E.; ALIZADEH, A. Climatic Suitability of Growing Summer Squash (*Cucurbita pepo* L.) as a Medicinal Plant in Iran. **Notulae Scientia Biologicae**, [S.l.], v. 3, p. 39-46, 2011.
- BRITO, O.G.; ANDRADE JÚNIOR, V.C. DE; AZEVEDO, A.M. DE; DONATO, L.M.S.; SILVA, L.R.; FERREIRA, M.A.M. Study of repeatability and phenotypical stabilization in kale using frequentist, bayesian and bootstrap resampling approaches. **Acta Scientiarum - Agronomy**, [S.l.], v. 41, p. 1–11, 2019.
- BRUNA, E.; DELLA MORETO, A.L.; DALBÓ, M.A. Uso do coeficiente de repetibilidade na seleção de clones de pessegueiro para o litoral sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.l.], v. 34, p .206–215, 2012.
- CARDOSO, A.I.I. Número mínimo de colheitas em pepino híbrido estimado por meio do coeficiente de repetibilidade. **Bragantia**, [S.l.], v .65, p. 591–595, 2006.
- CAVALCANTE, N.R.; VIANA, A.P.; SANTOS, P.R. DOS; PREISIGKE, S. DA C.; RIBEIRO, R.M.; TOFANELLI, E.J. Associations among production and physicochemical-quality fruit traits in passion fruit populations subjected to three cycles of intrapopulation recurrent selection. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.l.], v. 40, p.1-9, 2018.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. p. 514.

FEIJÓ, S.; OLIVEIRA, S.J.R. DE; STORCK, L.; LÚCIO, A.D.; DAMO, H.P.; MARTINI, L.F.D. Repetibilidade da produção de frutos de abobrinha italiana. **Revista Brasileira de Agrociência**, [S.l.], v. 11, p. 39-43, 2005.

JESUS, O.N. DE; LIMA, L.K.S.; SOUZA, P.U.; GIRARDI, E.A. Genetic parameters, correlation and repeatability of agronomic characters of yellow passion fruit genotypes in three harvest cycles. **Bragantia**, [S.l.], v. 80, p.e1621, 2021.

LESSA, L.S.; LEDO, C.A. DA S.; AMORIM, E.P.; SILVA, S. DE O. Estimativas de repetibilidade de híbridos diploides (AA) de bananeira. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, [S.l.], v. 49, p.109–117, 2014.

LIMA, M.V.; OLIVEIRA, F.I.C. de; RAMOS, S.R.R.; FREITAS, B.M.; ARAGÃO, F.A.S. de. Flowering phenology and floral biology in pumpkin cultivars. **Revista Ciencia Agronomica**, [S.l.], v. 53, 2022.

LOPES, B.G.; FARIA, G.A.; MALTONI, K.L.; ROCHA, P.S.; PEIXOTO, A.P.B.; OLIVEIRA, T.A. DE; FONSECA, A.D. DA; FELIZARDO, L.M. Classification of the coefficient of variation for experiments with eucalyptus seedlings in greenhouse. **Revista Ciência Agronômica**, [S.l.], v. 52, p.114, 2021.

LÚCIO, A.D.; DIEL, M.I.; TARTAGLIA, F.L.; MELO, P.J.; TISCHLER, A.L.; LAMBRECHT, D.M.; ZEMOLIN, J.A.; MARQUES, L.E. Production cycle and characterization of italian zucchini genotypes by the logistic model. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v. 39, p. 264-271, 2021.

MALIKOUSKI, R.G.; PEIXOTO, M.A.; MORAIS, A.L. DE; ELIZEU, A.M.; ROCHA, J.R. DO A.S. DE C.; ZUCOLOTO, M.; BHERING, L.L. Repeatability coefficient estimates and optimum number of harvests in graft/rootstock combinations for “tahiti” acid lime. **Acta Scientiarum Agronomy**, [S.l.], v. 43, p.1-10, 2021.

MANFIO, C.E.; MOTOIKE, S.Y.; SANTOS, C.E.M. DOS; PIMENTEL, L.D.; QUEIROZ, V. DE; SATO, A.Y. Repeatability in biometric characteristics of macaw palm fruit. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 41, p. 70-76, 2011.

MARTUSCELLO, J.A.; SANTOS BRAZ, T.G. DOS; JANK, L.; CUNHA, D. DE N.F.V. DA; SILVA LIMA, B.P. DA; OLIVEIRA, L.P. DE. Repetibilidade e estabilização fenotípica em acessos de *Panicum maximum*. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, [S.l.], v. 37, p. 15-21, 2015.

OLUOCH, M.O. Production Practices of Pumpkins for Improved Productivity ISMA Project View project Promoting safer vegetable production and consumption View project. **Scripta Horticulturae**, [S.l.], v. 15, p.181-189, 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IJACI. **Plano Municipal de Saneamento Básico: PMSB: Ijaci/MG**. rev. Ijaci, 2018. Disponível em: <http://ijacimg.web21f14.uni5.net/admin/arquivo/Revis%C3%A3o%20PMSB%20de%20Ijaci%20-%20CONSULTA%20P%C3%A9BLICA-FINAL.pdf>. Acesso em: 15. dez. 2021.

QUINTAL, S.S.R.; VIANA, A.P.; CAMPOS, B.M.; VIVAS, M.; JÚNIOR, A.T.D.A. Analysis of structures of covariance and repeatability in guava segregating population. **Revista Caatinga**, [S.l.], v. 30, p. 885-891, 2017.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF, 2002. p. 975,

SANTIM, M.R.; AMABILE, R.F.; PEIXOTO, J.R.; MALAQUIAS, J.V.; BRIGE, A.A.; IVO, P.; LEITE, A.; GUERRA, A.F. Produtividade, Ciclo de Maturação e Estimativas de Parâmetros Genéticos de Genótipos de Café Conilon Irrigados no Cerrado. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*, 10., 2019, Vitória. **Resumos expandidos**[...], Vitória, 8 a 11 de outubro de 2019. p. 984-9249

SANTIN, M.R.; COELHO, M.C.; SAYD, R.M.; PEIXOTO, J.R.; AMABILE, R.F. Yield, maturation cycle, and estimates of genetic parameters of robusta coffee genotypes under irrigation in the cerrado. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [S.l.], v. 19, p. 387-394, 2019.

SOUZA, A.P. de; SILVA, A.C. da; PIZZATTO, M.; SOUZA, M.E. de. Thermal Requirements and Productivity of Squash (*Cucurbita moschata* Duch.) in the Cerrado-Amazon Transition. **Agrociencia Uruguay**, [S.l.], v. 21, p.15-22, 2017.

SOUZA SOBRINHO, F.; BORGES, V.; JOSÉ DA SILVA LÉDO, F.; MARINI KOPP, M. Repetibilidade de características agrônômicas e número de cortes necessários para seleção de *Urochloa ruziziensis* Agronomic traits repeatability and number of cuts needed for selecting *Urochloa ruziziensis*. **Pesq. Agropec. Bras**, [S.l.] , p. 579–584, 2010.

TEJADA, L.; BUENDÍA-MORENO, L.; VILLEGAS, A.; CAYUELA, J.M.; BUENO-GAVILÁ, E.; GÓMEZ, P.; ABELLÁN, A. Nutritional and sensorial characteristics of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) as affected by freezing and the culinary treatment. **International Journal of Food Properties**, [S.l.], v. 23, p. 1825–1833, 2020.