

LUCAS MEDEIROS PEREIRA

VANTAGENS ADICIONAIS EM HÍBRIDOS DE TOMATEIRO DO TIPO SALADETE
PROVENIENTES DE PARENTAL MASCULINO ANÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Agricultura e Informações Geoespaciais da Universidade
Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo, como parte das
exigências para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel

Coorientadora

Ana Carolina Silva Siquieroli

MONTE CARMELO

MINAS GERAIS – BRASIL

2023

LUCAS MEDEIROS PEREIRA

VANTAGENS ADICIONAIS EM HÍBRIDOS DE TOMATEIRO DO TIPO SALADETE
PROVENIENTES DE PARENTAL MASCULINO ANÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Agricultura e Informações Geoespaciais da Universidade
Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo, como parte das
exigências para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADO em 24 de fevereiro de 2023

Banca examinadora

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel - Instituto de Ciências Agrárias (UFU)

Prof. Dr. Ranoel José de Sousa Gonçalves - Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG)

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz – Instituto de Ciências Agrárias (UFU)

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel
Instituto de Ciências Agrárias (UFU)
(Orientador)

MONTE CARMELO

MINAS GERAIS – BRASIL

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

P436 2023	Pereira, Lucas Medeiros, 1994- Vantagens adicionais em híbridos de tomateiro tipo Saladete provenientes de parental masculino anão [recurso eletrônico] / Lucas Medeiros Pereira. - 2023. Orientador: Gabriel Mascarenhas Maciel. Coorientadora: Ana Carolina Silva Siquieroli. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Agricultura e Informações Geoespaciais. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.132 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 1. Agronomia. I. Maciel, Gabriel Mascarenhas ,1982-, (Orient.). II. Siquieroli, Ana Carolina Silva ,1982-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Agricultura e Informações Geoespaciais. IV. Título. CDU: 631
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Informações Geoespaciais
Rodovia LMG 746, Km 01, s/nº, Bloco 1AMC, Sala 1A202, Monte Carmelo-MG, CEP 38.500-000
Telefone: (34) 3810-1033 - ppgaig@iciag.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agricultura e Informações Geoespaciais				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico				
Data:	24/02/2023	Hora de início:	13:30	Hora de encerramento:	16:18
Matrícula do Discente:	32122AIG011				
Nome do Discente:	Lucas Medeiros Pereira				
Título do Trabalho:	Vantagens adicionais em híbridos de tomateiro tipo saladete provenientes de parental masculino anão				
Área de concentração:	Informações geoespaciais e tecnologias aplicadas à produção agrícola				
Linha de pesquisa:	Sistemas integrados de produção vegetal				

Reuniu-se na sala virtual Google Meet (meet.google.com/xjv-psoh-kxi)) a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agricultura e Informações Geoespaciais, assim composta: Dr. José Magno Queiroz Luz (UFU), Dr. Ranoel José de Sousa Gonçalves (UFCG) e Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel (UFU) – orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Gabriel Mascarenhas Maciel, Professor(a) do Magistério Superior**, em 24/02/2023, às 16:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Magno Queiroz Luz, Professor(a) do Magistério Superior**, em 24/02/2023, às 16:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ranoel José de Sousa Gonçalves, Usuário Externo**, em 28/02/2023, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4279376** e o código CRC **A88A65CD**.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado conhecimento, dedicação e empenho para a realização da pesquisa referente à minha dissertação de mestrado. O percurso até a fase de defesa foi árduo, mas foi gratificante em perceber a importância do trabalho realizado.

Aos meus pais, meus avós, minha irmã pelo apoio e incentivo ao longo do mestrado, o qual demandou grande tempo de dedicação para a realização do mesmo.

À minha namorada Izadora Kenyda de Oliveira da Silva pela parceria, companheirismo e compreensão nos momentos intensos durante a condução do experimento e elaboração escrita da dissertação.

Ao meu orientador prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel pela confiança depositada em mim para a condução da pesquisa. Tive a oportunidade de trabalhar em intenso contato com a cultura do tomate e fui incentivado a buscar novos conhecimentos para aplicação na minha dissertação, contribuindo para o meu crescimento profissional.

Aos membros do Grupo de Estudos em Melhoramento Genético de Hortaliças (GEN-HORT), que participaram na realização e sucesso deste trabalho. Dentre alguns posso citar a Ana Luisa Alves Ribeiro, Camila Soares de Oliveira e Thúlio Pereira Mattos e todos os demais que participaram direta ou indiretamente na condução do meu experimento. Em especial ao senhor José Marques Vilela, com a sua imensa experiência profissional, gentileza, disposição, cuidado, ajudou na condução deste trabalho.

Aos membros da banca que aceitaram o convite de participação e se dispuseram a enriquecer mais o trabalho com apontamentos e sugestões de melhoria.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU), campus Monte Carmelo e aos professores que contribuíram para a construção do meu conhecimento adquirido e aplicado durante o mestrado.

BIOGRAFIA

Lucas Medeiros Pereira nasceu em Abadia dos Dourados, Minas Gerais, Brasil, 1994. Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) campus Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil em 2021. Desde o início da graduação participou ativamente das oportunidades disponibilizadas pela instituição, sendo integrante do GEN-HORT (Grupo de Pesquisa em Melhoramento Genético de Hortaliças).

Na pesquisa, se envolveu em dezenas de projetos, resultando na publicação de 10 artigos em periódicos especializados e 16 participações em eventos científicos. Participou, também, do desenvolvimento e registro, no Ministério da Agricultura, de 15 cultivares de alfaces biofortificadas e é um dos titulares do registro de um software relacionado a informações de hortaliças utilizadas nos programas de melhoramento genético.

Na extensão, participou de projetos, os quais contribuíram para que o conhecimento gerado na Universidade atuasse no crescimento e desenvolvimento da comunidade carmelitana.

Ao final da graduação, foi selecionado em 1º lugar nos programas de pós-graduação em Agricultura e Informações Geoespaciais (PPGAIG) e Agronomia (PPGAGRO), ambos da UFU.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	2
2.1	Local e materiais genéticos utilizados.....	2
2.2	Características analisadas	3
2.3	Análises estatísticas	4
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
3.1	Dados climáticos, avaliações agronômicas e qualidade de frutos	5
3.2	Superioridade relativa dos híbridos em cada retrocruzamento	10
3.3	Caracterização morfológica da planta	12
3.4	Correlação entre descritores morfoagronômicos e qualidade de frutos	16
3.5	Seleção de híbridos superiores por meio da utilização de SOM	18
4	CONCLUSÕES	21
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

RESUMO

O tomateiro apresenta grande importância econômica, social e nutricional. Dentre os vários tipos de tomate, o segmento Saladete/Italiano destaca-se por apresentar aptidão para o consumo *in natura* e processamento industrial. Para a produção desta hortaliça, há a necessidade de elevados investimentos por hectare. Estratégias que proporcionem maiores produtividades para diluir estes custos são fundamentais. Uma proposta para este incremento de produtividade é a utilização de híbridos provenientes de parentais de porte anão que podem proporcionar vantagens adicionais ainda desconhecidas para tomateiro do tipo Saladete. O objetivo deste trabalho foi avaliar vantagens adicionais no desempenho agrônomo e na qualidade de frutos de híbridos de tomateiro do tipo Saladete obtidos a partir do cruzamento entre linhagens normais *versus* linhagens anãs. Foram avaliados 17 híbridos de tomateiro obtidos de três retrocruzamentos (BC_1 , BC_2 e BC_3) e duas testemunhas comerciais (cv. Bento e Vivacy). A caracterização agrônoma foi realizada por meio da avaliação de oito variáveis e a avaliação da qualidade de frutos por meio de seis variáveis. Os dados foram submetidos ao teste de médias e utilizada a técnica de redes neurais artificiais (RNAs) para o estudo de dissimilaridade entre os híbridos. Os híbridos obtidos a partir de parental masculino anão proporcionaram alterações morfológicas nas plantas promovendo vantagens adicionais como redução de internódios, maior número de pencas por metro linear de planta e biofortificação dos frutos. Há indicativos que no segundo retrocruzamento já é possível obter potenciais parentais anão para a obtenção de híbridos.

Palavras-chave: biofortificação; nanismo; plantas compactas; produtividade; *Solanum lycopersicum* L.

ABSTRACT

The tomato plant has tremendous economic, social and nutritional importance. Among the various types of tomatoes, the Saladette /Italian segment stands out with its suitability for both fresh consumption and industrial processing. Production of this vegetable requires substantial investments per hectare. Strategies that increase productivity to offset these costs are fundamental. One proposal to increase productivity is the breeding of hybrids from dwarf parents to produce additional improvements in the Saladette-type tomato. This study aimed to evaluate possible improvements in agronomic performance and fruit quality of Saladette hybrids obtained from crosses between normal and dwarf strains. Seventeen tomato hybrids obtained from three backcrosses (BC1, BC2, and BC3) and two commercial control (cv. Bento and Vivacy) were evaluated. The agronomic characterization was performed by evaluating eight variables and fruit quality was evaluated using six variables. The data were analyzed using the mean test, and the artificial neural networks (ANNs) technique was used to study the dissimilarity among the hybrids. The hybrids obtained from the dwarf male parent exhibited morphological changes in the plants, including a reduction of internodes, a greater number of bunches per linear meter of plant, and biofortification of the fruits. There are indications that in the second backcrossing, it is already possible to produce potential dwarf parents to obtain hybrids.

Key-words: biofortification; dwarfism; compact plants; productivity; *Solanum lycopersicum* L.

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica devido às expressivas produções e comercializações. Em relação ao impacto social, o cultivo do tomateiro proporciona a geração de empregos e valorização dos trabalhadores locais das regiões produtoras (HEINE et al., 2015; PEIXOTO et al., 2017). O fruto é reconhecido pelo seu alto valor nutricional, sendo rico em vitaminas, minerais e antioxidantes importantes ao corpo humano (PEIXOTO et al., 2017).

A China é o maior produtor mundial de tomate, apresentando produção atual de 64,77 milhões de toneladas. Este valor corresponde a 45,69% do total em relação à produção dos dez maiores países produtores de tomate no mundo. O Brasil ocupa a 10ª posição neste ranking, com uma produção de 3,75 milhões de toneladas (2,65%) (FAOSTAT, 2022).

A produção desta hortaliça abrange duas principais destinações dos frutos sendo para processamento industrial ou tomates para mesa. Os frutos destinados ao consumo *in natura* (tipo mesa) são classificados em Cereja, Santa Cruz, Saladete ou Italiano e Salada (EMBRAPA, 2022). Dentre esses grupos, o tomate tipo Saladete apresenta diferencial em sua qualidade organoléptica, alto teor de sólidos solúveis e dupla aptidão de uso, sendo recomendados para o consumo *in natura* e processamento (BEZERRA et al., 2018).

A produção de tomate é uma atividade que demanda altos investimentos e está sujeita a riscos durante a cadeia produtiva, como ataque de pragas e doenças (SEABRA-JUNIOR et al., 2022). Os custos de produção desta cultura é um fator oneroso (FINZI et al., 2020). O cultivo de um hectare de tomate apresenta custos médios em torno de US\$ 25.451,00 dólares, variando em cada região do Brasil (CONAB, 2021). Neste contexto, toda estratégia que possibilite incremento de produtividade é fundamental.

O aumento da produtividade em tomateiro pode ser obtido por meio de técnicas agronômicas como manejo da adubação, manejo de lâminas de irrigação, variações na densidade de plantio e melhoramento genético (HEINE et al., 2015; MUELLER et al., 2018; AYENAN et al., 2019; SILVA et al., 2021). O incremento em produtividade também pode ser obtido por meio da exploração dos princípios de heterose resultante das combinações híbridas (FINZI et al., 2017). O melhoramento genético por meio de hibridações possibilita a obtenção de cultivares superiores que podem apresentar múltiplas resistências a pragas e doenças e aumento na qualidade de frutos.

Uma proposta metodológica para obtenção de híbridos em minitomate foi estudada por Finzi et al. (2017). Estes autores sugerem que é possível obter incremento de produtividade a partir de alterações na morfologia das plantas híbridas utilizando parental anão. Tal estratégia consiste no cruzamento entre linhagem de porte normal *versus* linhagem que apresenta o porte anão (MACIEL et al., 2015a; FINZI et al., 2017). O híbrido obtido apresenta uma redução da distância dos internódios com o fenótipo de porte normal, resultando em um maior número de pencas por metro linear de planta (FINZI et al., 2017). Apesar do potencial desta estratégia, é desconhecido se as vantagens adicionais observadas por Finzi et al. (2017) em minitomate, podem ser exploradas em híbridos de tomateiro tipo Saladete.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a existência de vantagens adicionais no desempenho agrônômico e na qualidade de frutos de híbridos de tomateiro do tipo Saladete obtidos a partir do cruzamento entre linhagens normais *versus* linhagens anãs.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e materiais genéticos utilizados

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo (18°42'43,19" S, 47°29'55,8" W e altitude de 873 m), Minas Gerais, Brasil, no período de fevereiro a julho de 2022. Foram avaliados 17 híbridos de tomateiro do tipo Saladete obtidos com uso de parental anão do primeiro (BC₁), segundo (BC₂) e terceiro retrocruzamento (BC₃): UFU-F1-(BC₁)-01, UFU-F1-(BC₂)-02, UFU-F1-(BC₃)-03, UFU-F1-(BC₁)-04, UFU-F1-(BC₂)-05, UFU-F1-(BC₃)-06, UFU-F1-(BC₁)-07, UFU-F1-(BC₂)-08, UFU-F1-(BC₃)-09, UFU-F1-(BC₁)-10, UFU-F1-(BC₂)-11, UFU-F1-(BC₁)-12, UFU-F1-(BC₂)-13, UFU-F1-(BC₃)-14, UFU-F1-(BC₁)-15, UFU-F1-(BC₂)-16, UFU-F1-(BC₃)-17, pertencentes ao banco de germoplasma do Programa de Melhoramento Genético de Tomateiro da UFU, campus Monte Carmelo.

As linhagens de porte anão utilizadas para a obtenção dos híbridos foram obtidas inicialmente por meio do cruzamento entre uma linhagem pré-comercial de tomateiro tipo Saladete (UFU MC TOM5) *versus* linhagem anã do tipo minitomate (UFU MC TOM1) (MACIEL et al., 2015a). Após o cruzamento foram obtidos três retrocruzamentos com a linhagem pré-comercial (genitor recorrente). As plantas obtidas em cada retrocruzamento (BC₁, BC₂ e BC₃) foram autofecundadas e utilizadas para a obtenção dos parentais masculinos

e, posteriormente, realizada a hibridação com as plantas normais (parentais femininos). Adicionalmente, foram utilizadas duas testemunhas comerciais (cv. Bento e cv. Vivacy), totalizando 19 tratamentos no experimento.

A semeadura foi realizada no dia 24 de fevereiro de 2022 em bandejas de poliestireno expandido com 128 células preenchidas com substrato comercial a base de fibra de coco. As mudas permaneceram em casa de vegetação coberta com filme de polietileno transparente de 150 micra, com proteção contra raios ultravioleta e cortinas laterais de tela branco anti-afídeos.

Aos 45 dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para canteiros definitivos em campo. O espaçamento utilizado entre plantas foi de 0,4 m e 1,5 m entre linhas. As plantas foram conduzidas com uma haste na vertical. Os tratos culturais foram realizados conforme preconizado para o cultivo de tomateiro (FILGUEIRA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi composta por 8 plantas, totalizando 456 plantas no experimento. Foram avaliadas as seis plantas centrais de cada parcela.

O início da colheita dos frutos ocorreu aos 67 dias após o transplântio. A colheita dos frutos para avaliação agronômica foi realizada quando atingiram início da maturação. Foram realizadas colheitas semanais, totalizando seis colheitas durante o período de avaliação. A qualidade nutricional foi avaliada em frutos com maturação plena.

2.2 Características analisadas

A caracterização agronômica dos híbridos foi realizada por meio da avaliação das características:

Produtividade ($Kg\ ha^{-1}$) (PROD): obtida após o cálculo do número de plantas por hectare no espaçamento 0,4 m x 1,5 m multiplicado pela produção de cada planta.

Formato de fruto (FS): relação entre o diâmetro transversal e o diâmetro longitudinal do fruto.

Número de lóculos (un) (NL): quantidade de lóculos observada após corte horizontal do fruto.

Peso médio de fruto (g) (MW): obtida pela razão entre a massa dos frutos normais e a quantidade de frutos de cada parcela experimental.

Número de frutos por planta (un) (NFP): razão entre o número total de frutos e o número de plantas de cada parcela experimental.

Altura total de planta (m) (TPH): medida entre a base da planta após o solo até o ápice da planta.

Distância entre internódios (cm) (IL): medida realizada entre a razão da altura da planta pelo número de internódios.

Número de pencas por metro linear (un) (NBML): razão entre o número de pencas e altura total de planta.

As avaliações de qualidade de frutos foram realizadas por meio da análise das características:

Teor de sólidos solúveis (°Brix) (SSC): unidade medida com o auxílio de refratômetro analógico com graduação de 0,2 °Brix.

Teor de caroteno e licopeno (mg/100mg) (C β C e LC): a extração destes compostos dos frutos foi adaptada da metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992), Rodríguez-Amaya (2001), Rodríguez-Amaya e Kimura (2004). A polpa dos frutos foi processada e realizada a adição de éter de petróleo e a acetona (1:1). A quantificação dos compostos foi realizada pelas leituras das amostras em espectrofotômetro nos comprimentos de ondas de 450 nm (caroteno) e 470 nm (licopeno).

Acidez dos frutos (pH) e Acidez titulável (TA): foram determinadas conforme a metodologia adaptada do AOAC (2019).

Relação entre teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SSC/TA): foi calculada pela razão entre o teor de sólidos solúveis (SSC) pela acidez titulável (TA).

2.3 Análises estatísticas

O comparativo de similaridade entre os tratamentos foi obtido por meio da técnica de rede neural artificial, utilizando o mapa auto-organizável de Kohonen (SOM). Foram testadas diferentes combinações antes da escolha dos parâmetros finais, resultando em diversas simulações em função de diferentes combinações. A técnica de classificação de dados não supervisionada foi realizada utilizando a arquitetura referente a 3000 épocas, com três neurônios na primeira dimensão e um na segunda dimensão (3x1) e padrão de raio vizinho igual a 1. A topologia utilizada foi a hexagonal e base na distância euclidiana para a formação dos agrupamentos. Não há uma definição específica em relação à topologia a ser utilizada, visto que essa escolha é um processo aleatório, apresenta subjetividade e depende de cada situação a ser analisada (SANTOS et al., 2019; CRUZ; NASCIMENTO, 2018).

As pressuposições estatísticas foram verificadas pelas análises de normalidade (Teste de Lilliefors) e homogeneidade (Teste de Bartlett). Os dados foram submetidos à análise de

variância, pelo teste F ($p \leq 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A identificação do desempenho dos tratamentos para as características analisadas em função dos três retrocruzamentos foi obtida por meio do cálculo da superioridade relativa, pela fórmula $SR = \left[\left(\frac{X_1}{X_2} \right) - 1 \right] \times 100$, onde X1 e X2 são referentes às médias dos dois grupos em comparação para uma determinada característica em análise (BORBA et al., 2017). A superioridade relativa também foi utilizada para a comparação das variáveis agrônomicas e qualidade de frutos dos híbridos em relação às testemunhas comerciais. As análises foram realizadas no software GENES, integrado ao software Matlab (Cruz, 2016) e o software R v. 4.2.1 (R Core Team, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados climáticos, avaliações agrônomicas e qualidade de frutos

Os dados médios relativos à temperatura máxima, média e mínima e precipitação durante a realização do experimento estão descritos na Figura 1.

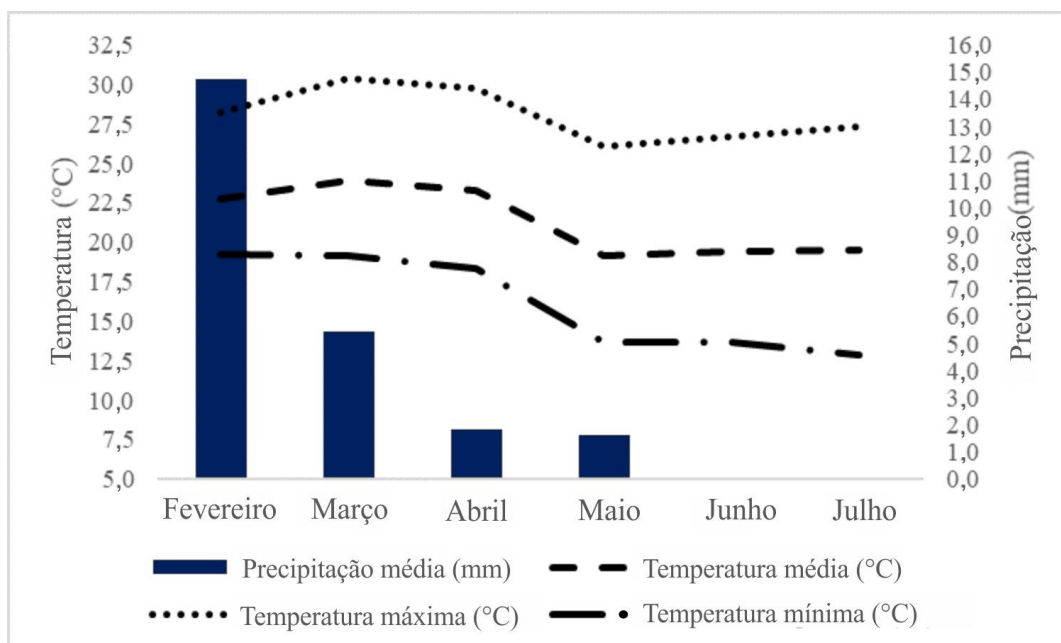


FIGURA 1: Climograma referente ao período de realização do experimento na cidade de Monte Carmelo, MG, Brasil. Fonte: (SISMET, 2022).

É possível afirmar que o experimento foi realizado em condições consideradas ideais para o desenvolvimento do tomateiro. A temperatura máxima observada no período

apresentou valor de 30,4°C e mínima de 12,9°C. A maior amplitude térmica foi observada em Julho, com variação de 14,4°C. O tomateiro apresenta temperatura ideal de desenvolvimento na faixa de 10 a 35°C (ALVARENGA, 2013).

Diferenças significativas foram observadas para as características agronômicas produtividade (PROD), formato de fruto (FS), número de lóculos (NL), peso médio de fruto (MW) e número de frutos por planta (NFP) e de qualidade de frutos referente ao teor de sólidos solúveis (SSC), teor de betacaroteno (C β C), teor de licopeno (LC), acidez dos frutos (pH) e relação SSC/TA (SSC/TA), avaliadas neste estudo (Teste F, $p \leq 0,05$) (Figura 2).

Avaliação agrônômica de frutos						Avaliação qualidade de frutos						
	PROD	FS	NL	MW	NFP	SSC	CβC	LC	pH	TA	SSC/TA	
	Vivacy	39,20a	1,49b	2,26c	102,16a	21,38b	5,79a	13,30c	13,48c	4,11b	0,18a	32,20c
	Bento	49,90a	1,31c	2,54b	111,55a	28,14a	5,42b	13,92c	15,05b	4,09c	0,18a	30,44c
VI	UFU-F1-(BC3)-17	23,63b	1,58b	2,77a	65,04c	21,33b	6,05a	16,29b	14,72c	4,16b	0,13a	44,82a
	UFU-F1-(BC2)-16	23,21b	1,55b	2,92a	82,15c	20,53b	6,43a	18,93a	15,93b	4,13b	0,18a	37,25b
	UFU-F1-(BC1)-15	19,88b	1,57b	2,75a	63,53c	22,68b	5,85a	19,14a	16,68a	3,99c	0,21a	28,69c
V	UFU-F1-(BC3)-14	22,94b	1,69a	2,85a	82,14c	19,50b	5,53b	17,49a	15,73b	4,15b	0,16a	34,31c
	UFU-F1-(BC2)-13	34,40b	1,74a	2,80a	79,26c	25,14b	5,99a	15,91b	14,12c	3,94c	0,19a	31,56c
	UFU-F1-(BC1)-12	31,57b	1,75a	2,40c	72,50c	27,59a	5,78a	16,71b	13,61c	3,89c	0,22a	26,95c
IV	UFU-F1-(BC2)-11	42,89a	1,73a	2,53b	85,23c	31,01a	6,07a	19,22a	17,05a	4,06c	0,18a	32,75c
	UFU-F1-(BC1)-10	40,33a	1,70a	2,56b	91,97b	29,21a	5,63b	18,52a	16,34a	4,45a	0,16a	35,49c
	UFU-F1-(BC3)-09	32,31b	1,62b	3,00a	79,22c	21,96b	5,81a	14,27c	13,50c	4,03c	0,19a	31,80c
III	UFU-F1-(BC2)-08	48,37a	1,61b	2,75a	77,09c	34,61a	5,93a	16,47b	15,69b	3,91c	0,20a	30,08c
	UFU-F1-(BC1)-07	37,65a	1,67a	2,62b	80,73c	28,50a	6,01a	15,73b	14,38c	3,97c	0,20a	29,59c
	UFU-F1-(BC3)-06	28,89b	1,66a	2,93a	73,99c	21,18b	5,82a	16,90b	13,72c	4,15b	0,18a	31,60c
II	UFU-F1-(BC2)-05	35,15b	1,78a	2,88a	77,96c	24,77b	5,80a	14,14c	13,54c	4,17b	0,17a	33,40c
	UFU-F1-(BC1)-04	26,53b	1,75a	2,62b	72,39c	24,25b	5,93a	17,96a	16,63a	4,06c	0,20a	28,75c
	UFU-F1-(BC3)-03	33,16b	1,81a	2,67b	72,22c	26,81a	5,87a	16,18b	15,23b	4,26b	0,18a	32,46c
I	UFU-F1-(BC2)-02	49,85a	1,76a	2,59b	85,42c	33,22a	5,49b	18,10a	12,92c	4,07c	0,18a	30,19c
	UFU-F1-(BC1)-01	44,72a	1,75a	2,62b	77,11c	32,60a	5,59b	7,21d	7,15d	4,03c	0,18a	30,28c
Médias												
Média geral		34,98	1,66	2,69	80,61	26,02	5,83	16,13	14,50	4,09	0,18	32,24
CV (%)		23,58	3,48	4,91	10,35	19,78	3,46	5,78	5,51	2,50	10,69	12,66

FIGURA 2: Médias referentes às avaliações agrônômicas e qualidade de frutos relacionadas à produtividade (PROD), formato de fruto (FS), número de lóculos (NL), peso médio de fruto (MW), número de frutos por planta (NFP), concentração de sólidos solúveis (SSC), teor de betacaroteno (C β C), teor de licopeno (LC), acidez dos frutos (pH), acidez titulável (TA) e relação SSC/TA (SSC/TA). Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 0,05 de significância.

A PROD obtida pelos híbridos UFU-F1-(BC₁)-01 (44,72 t ha⁻¹), UFU-F1-(BC₂)-02 (49,85 t ha⁻¹), UFU-F1-(BC₁)-07 (37,65 t ha⁻¹), UFU-F1-(BC₂)-08 (48,37 t ha⁻¹), UFU-F1-(BC₁)-10 (40,33 t ha⁻¹) e UFU-F1-(BC₂)-11 (42,89 t ha⁻¹) assemelharam-se em relação às testemunhas comerciais Bento (49,90 t ha⁻¹) e Vivacy (39,20 t ha⁻¹) (Figura 2). O teste estatístico não detectou diferenças significativas destes híbridos, porém, os mesmos, exceto o

UFU-F1-(BC₁)-07, apresentaram superioridade de 14,08%; 27,17%; 23,39%; 2,88% e 9,41%, respectivamente, em relação à testemunha cv. Vivacy.

Esses resultados corroboram com o trabalho realizado por Finzi et al. (2017), onde a utilização de linhagens provenientes de parental anão proporcionou híbridos de minitomate com produtividades superiores em relação à testemunha comparada. A obtenção de híbridos produtivos é almejada em programas de melhoramento genético de tomateiro, visto que há a possibilidade de proporcionar maior lucro para os produtores, diluindo o custo de produção (DELEO et al., 2015).

Os híbridos avaliados apresentaram FS característico referente ao grupo Saladete /Italiano (Figura 3), visto que o índice relacionado ao FS variou entre 1,55 (UFU-F1-(BC₂)-16) a 1,81 (UFU-F1-(BC₃)-03).

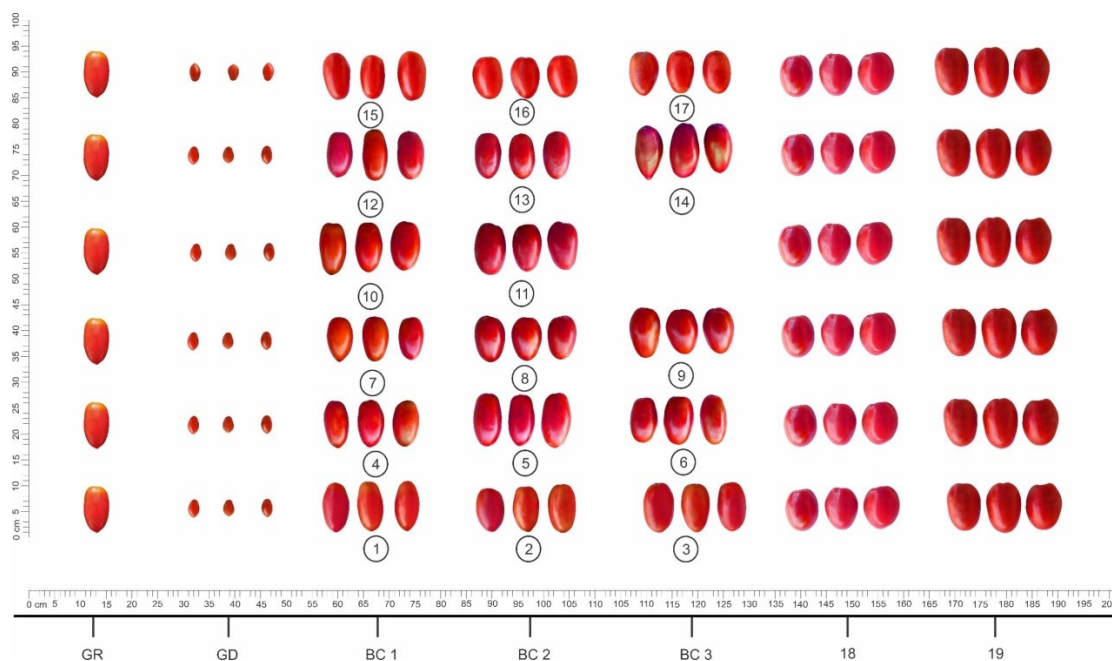


FIGURA 3: Demonstrativo do formato dos frutos obtidos a partir do cruzamento de uma linhagem normal *versus* uma linhagem anã em relação ao genitor recorrente (GR), genitor doador (GD) e testemunhas comerciais (18: cv. Bento, 19: cv. Vivacy). BC₁: Primeiro retrocruzamento: 1: UFU-F1-(BC₁)-01, 4: UFU-F1-(BC₁)-04, 7: UFU-F1-(BC₁)-07, 10: UFU-F1-(BC₁)-10, 12: UFU-F1-(BC₁)-12, 15: UFU-F1-(BC₁)-15, BC₂: Segundo retrocruzamento: 2: UFU-F1-(BC₂)-02, 5: UFU-F1-(BC₂)-05, 8: UFU-F1-(BC₂)-08, 11: UFU-F1-(BC₂)-11, 13: UFU-F1-(BC₂)-13, 16: UFU-F1-(BC₂)-16 e BC₃: terceiro retrocruzamento: 3: UFU-F1-(BC₃)-03, 6: UFU-F1-(BC₃)-06, 9: UFU-F1-(BC₃)-09, 14: UFU-F1-(BC₃)-14, 17: UFU-F1-(BC₃)-17.

Para ser enquadrado neste grupo, o formato de fruto (FS), ou seja, a relação entre o diâmetro e comprimento do fruto deve ser superior a 1 (ANDRADE et al., 2014). Majoritariamente, os híbridos provenientes de parental anão foram superiores as testemunhas comerciais, exceto os híbridos UFU-F1-(BC₂)-08, UFU-F1-(BC₃)-09, UFU-F1-(BC₁)-15, UFU-F1-(BC₂)-16 e UFU-F1-(BC₃)-17, os quais apresentaram frutos com formato semelhante à testemunha cv. Vivacy (Figura 2). Valores semelhantes de FS foram observados nos trabalhos envolvendo a avaliação de híbridos Saladete (DALASTRA et al., 2018).

Apesar de preferidos, há uma escassez de híbridos comerciais de tomateiro tipo Saladete com formato comprido no Brasil. Os 17 híbridos avaliados, provenientes de parental anão, possuem padrão de fruto tipo Saladete, mais comprido e uniforme conforme preferência do mercado.

Em relação ao número de lóculos (NL), os híbridos UFU-F1-(BC₂)-05, UFU-F1-(BC₃)-06, UFU-F1-(BC₂)-08, UFU-F1-(BC₃)-09, UFU-F1-(BC₂)-13, UFU-F1-(BC₃)-14, UFU-F1-(BC₁)-15, UFU-F1-(BC₂)-16 e UFU-F1-(BC₃)-17 apresentaram os maiores valores para esta característica, sendo superiores às testemunhas comerciais (Figure 2). O NL é uma característica que está relacionada ao tamanho do fruto, o qual exerce influências positivas sobre a produtividade (ARIIZUMI; SHINOZAKI; EZURA, 2013). O maior NL proporciona um maior peso médio de fruto (MW), resultando em uma maior produtividade (ASSUNÇÃO et al., 2018), sendo esta uma característica desejável. Os valores obtidos neste trabalho corroboram com os valores obtidos no trabalho desenvolvido por Assunção et al. (2018).

O maior valor de MW foi obtido nas cultivares comerciais Bento (111,55 g) e Vivacy (102,16 g). Apesar de apresentar frutos compridos, vale ressaltar que tomateiro do tipo Saladete possui variações no formato do fruto. As testemunhas utilizadas na presente pesquisa (cv. Bento e Vivacy), apesar de serem consideradas tipo Saladete, possuem formato mais arredondado de fruto e conseqüentemente mais pesados (Figuras 2 e 3). O híbrido UFU-F1-(BC₁)-10 (91,97 g) apresentou o maior valor para esta característica em relação aos demais híbridos. O MW pode ser influenciado pelo NL (MARQUES et al., 2019). Ambas as características podem estar correlacionadas positivamente com a produtividade (ASSUNÇÃO et al., 2018).

Os híbridos UFU-F1-(BC₁)-01 (32,60), UFU-F1-(BC₂)-02 (33,22), UFU-F1-(BC₃)-03 (26,81), UFU-F1-(BC₁)-07 (28,50), UFU-F1-(BC₂)-08 (34,61), UFU-F1-(BC₁)-10 (29,21), UFU-F1-(BC₂)-11 (31,01) e UFU-F1-(BC₁)-12 (27,59) apresentaram os maiores valores de NFP, sendo estatisticamente semelhante à cv. Bento (28,14), a qual apresentou a maior

produtividade (Figura 2). Apesar da semelhança, os híbridos UFU-F1-(BC₁)-01, UFU-F1-(BC₂)-02, UFU-F1-(BC₁)-07, UFU-F1-(BC₂)-08, UFU-F1-(BC₁)-10 e UFU-F1-(BC₂)-11 foram 15,85%; 18,05%; 1,28%; 22,99%; 3,80% e 10,20% superiores respectivamente em relação à cv. Bento. Os resultados obtidos corroboram com Finzi et al. (2017), onde o incremento no número de pencas por planta resulta em uma maior quantidade de frutos e uma maior produtividade.

Em relação à qualidade de frutos referente ao teor de sólidos solúveis (SSC), foi possível observar que os híbridos UFU-F1-(BC₃)-03, UFU-F1-(BC₁)-04, UFU-F1-(BC₂)-05, UFU-F1-(BC₃)-06, UFU-F1-(BC₁)-07, UFU-F1-(BC₂)-08, UFU-F1-(BC₃)-09, UFU-F1-(BC₂)-11, UFU-F1-(BC₁)-12, UFU-F1-(BC₂)-13, UFU-F1-(BC₁)-15, UFU-F1-(BC₂)-16 e UFU-F1-(BC₃)-17 foram superiores em relação à cv. Bento. O SSC está relacionado com a doçura dos frutos e incrementos nesta característica é importante pois proporciona um maior rendimento durante o processamento industrial (MACIEL et al., 2015b; ASRI; DERMITAS; ARI, 2015).

Os híbridos UFU-F1-(BC₂)-02, UFU-F1-(BC₁)-04, UFU-F1-(BC₁)-10, UFU-F1-(BC₂)-11, UFU-F1-(BC₃)-14, UFU-F1-(BC₁)-15 e UFU-F1-(BC₂)-16 apresentaram frutos com maiores teores de C β C (Figure 2). Vale ressaltar que o híbrido UFU-F1-(BC₂)-11 se destacou apresentando C β C de 38,07% e 44,51% superiores em relação às cv. Bento e Vivacy, respectivamente. Linhagens obtidas a partir de plantas anãs apresentam teores superiores de C β C (GOMES et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2021). É possível afirmar que a obtenção de híbridos provenientes de plantas anãs possibilita obter genótipos biofortificados.

Os híbridos UFU-F1-(BC₁)-04 (16,63 mg 100g⁻¹), UFU-F1-(BC₁)-10 (16,34 mg 100 g⁻¹), UFU-F1-(BC₂)-11 (17,05 mg 100 g⁻¹) e UFU-F1-(BC₁)-15 (16,68 mg 100 g⁻¹) apresentaram os maiores teores de licopeno (LC) em relação a demais tratamentos (Figura 2). Os mesmos apresentaram uma superioridade de 10,50%; 8,57%; 13,29% e 10,83% em relação à testemunha Bento.

Híbridos que apresentam altos teores de C β C e LC são promissores para a produção de frutos biofortificados beneficiando os consumidores. Frutos ricos nestes compostos proporcionam benefícios devidos à ação antioxidante contra radicais livres nas células. Esses radicais livres nas células podem causar certos tipos câncer e doenças cardiovasculares (ABDUL-HAMMED et al., 2022; SEABRA-JUNIOR et al., 2022). A recomendação de consumo de LC é de 7 mg dia⁻¹ (SEABRA-JUNIOR et al., 2022) e C β C é de 2 mg a 6 mg dia⁻¹.

¹ (STINCO et al., 2019). Neste presente trabalho todos os híbridos obtidos a partir de linhagens de parental anão possuem a capacidade de suprir as exigências diárias de C β C e LC.

Em relação ao pH, os híbridos apresentaram valores similares em relação às cv. Vivacy e Bento, exceto o híbrido UFU-F1-(BC₁)-10, o qual apresentou frutos menos ácidos (4,45). O pH está associado com a preservação dos frutos e produtos derivados, visto que uma maior acidez inibe a proliferação de microrganismos que podem causar processos de degradação (SOARES; RANGEL, 2012).

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos em relação à acidez titulável (TA) (Figura 2). Essa característica está associada à adstringência do fruto e refere-se à quantidade de ácidos orgânicos presentes, influenciando no sabor dos frutos (NASCIMENTO et al., 2013).

Em relação à variável SSC/TA foi possível observar que a maior relação foi obtida no híbrido UFU-F1-(BC₃)-17 (44,82), seguido pelo híbrido UFU-F1-(BC₂)-16 (37,25), ambos superiores às testemunhas comerciais. Esta relação refere-se ao índice de maturação dos frutos, quanto maior esta relação mais doce é o fruto e menor é a quantidade de ácido nos mesmos (ARAUJO et al., 2014). Frutos que possuem qualidade de sabor apresentam o resultado desta relação maior que 10 (KADER et al., 1978). Quanto maior esta relação, melhor é a aceitação dos frutos pelos consumidores (SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, 2019).

Em relação ao coeficiente de variação (CV) das variáveis, verifica-se que as mesmas apresentaram variação entre 2,50% a 23,58%. Segundo Campos (1984), para experimentos agrícolas, a variação esperada varia entre 10 e 20%. Mas deve-se levar em consideração que a magnitude desta variação deve estar relacionada com o estudo do comportamento de cada variável analisada. Em função das variáveis que influenciam o experimento, estes valores esperados podem ser mais flexíveis dependendo de cada situação.

3.2 Superioridade relativa dos híbridos em cada retrocruzamento

A superioridade relativa foi utilizada para a comparação de desempenho das médias das características morfoagronômicas e qualidade de fruto em função dos diferentes retrocruzamentos para a obtenção dos híbridos (Figura 1). Híbridos provenientes de parental anão de três retrocruzamentos em seis backgrounds genéticos diferentes (I, II, III, IV, V e VI) foram utilizados para este comparativo (Tabela 1).

TABELA 1: Superioridade relativa (%) das características morfoagronômicas e qualidade de fruto em função dos diferentes retrocruzamentos.

Variável	SR (%)	SR (%)	SR (%)	SR (%)
	BC1 vs BC2	BC1 vs BC3	BC2 vs BC3	BC1, BC2 vs BC3
PROD	-14,18	18,67	38,29	28,48
FS	0,20	1,54	1,34	1,44
NL	-5,44	-8,65	-3,40	-6,03
MW	-5,93	2,48	8,94	5,71
NFP	-2,62	24,01	27,34	25,68
SSC	-2,53	-0,29	2,30	1,01
C β C	-7,30	-2,14	5,57	1,71
LC	-4,99	-3,07	2,02	-0,52
pH	0,45	-2,02	-2,46	-2,24
TA	5,75	14,71	8,47	11,59
SSC/TA	-7,92	-14,40	-7,03	-10,72
TPH	-6,49	-0,73	6,16	2,71
IL	-3,51	-1,54	2,04	0,25
NBLM	2,97	-1,51	-4,35	-2,93

BC₁: primeiro retrocruzamento, BC₂: segundo retrocruzamento, BC₃: terceiro retrocruzamento, PROD: produtividade, FS: formato de fruto, NL: número de lóculo, MW: peso médio de fruto, NFP: número de frutos por planta, SSC: concentração de sólidos solúveis, C β C: teor de betacaroteno, LC: teor de licopeno, pH: acidez dos frutos, TA: acidez titulável, SSC/TA: relação entre SSC e TA, TPH: altura total de planta, IL: distância entre internódios, NBLM: número de pencas por metro linear. Fonte: (O Autor, 2022).

Foi observada diferenças de superioridade entre as características analisadas em função dos retrocruzamentos. Na comparação de médias dos híbridos entre BC₁ *versus* BC₂, foi possível observar que o BC₂ apresentou superioridade em relação ao BC₁, exceto em relação às características FS (0,20%), pH (0,45%), TA (5,75%) e NBLM (2,97%).

Na comparação entre BC₁ e BC₃, os híbridos provenientes do primeiro retrocruzamento foram superiores aos híbridos do terceiro retrocruzamento para as características PROD (18,67%), FS (1,54%), MW (2,48%), NFP (24,01%) e TA (14,71%).

A maior superioridade relativa entre as características foi obtida na comparação entre BC₂ *versus* BC₃ em relação à PROD, sendo verificada uma superioridade de 38,29% dos

híbridos provenientes do segundo retrocruzamento em relação ao terceiro retrocruzamento. Essa superioridade obtida representa uma produtividade superior de 10,79 t ha⁻¹. Também foi observada superioridade relativa em BC₂ para as características FS (1,34%), MW (8,94%), NFP (27,34%), SSC (2,30%), C β C (5,57%), LC (2,02%), TA (8,47%), TPH (6,15%) e IL (2,04%).

A comparação entre os híbridos provenientes do primeiro e segundo retrocruzamentos evidenciou uma superioridade em relação ao terceiro retrocruzamento para todas as características, exceto para NL (- 6,03%), LC (- 0,52%), pH (- 2,24%), SSC/TA (- 10,72%) e NBLM (-2,93%). Os híbridos provenientes do primeiro e segundo retrocruzamentos proporcionaram as maiores superioridades relativas à PROD quando comparados com a média dos híbridos provenientes do terceiro retrocruzamento.

A possibilidade de obtenção de potenciais parentais anão a partir do segundo retrocruzamento impacta positivamente nos programas de melhoramento genético de tomateiro. Os híbridos podem ser obtidos de forma mais rápida devido à redução de uma etapa de retrocruzamento, permitindo aumento de eficiência e redução de custos.

3.3 Caracterização morfológica da planta

Os híbridos, as testemunhas comerciais e a linhagem de tomateiro anão (genitor doador) foram utilizados para o estudo do comportamento das alterações na arquitetura das plantas em relação aos pontos de inserções das pencas (Figura 4).

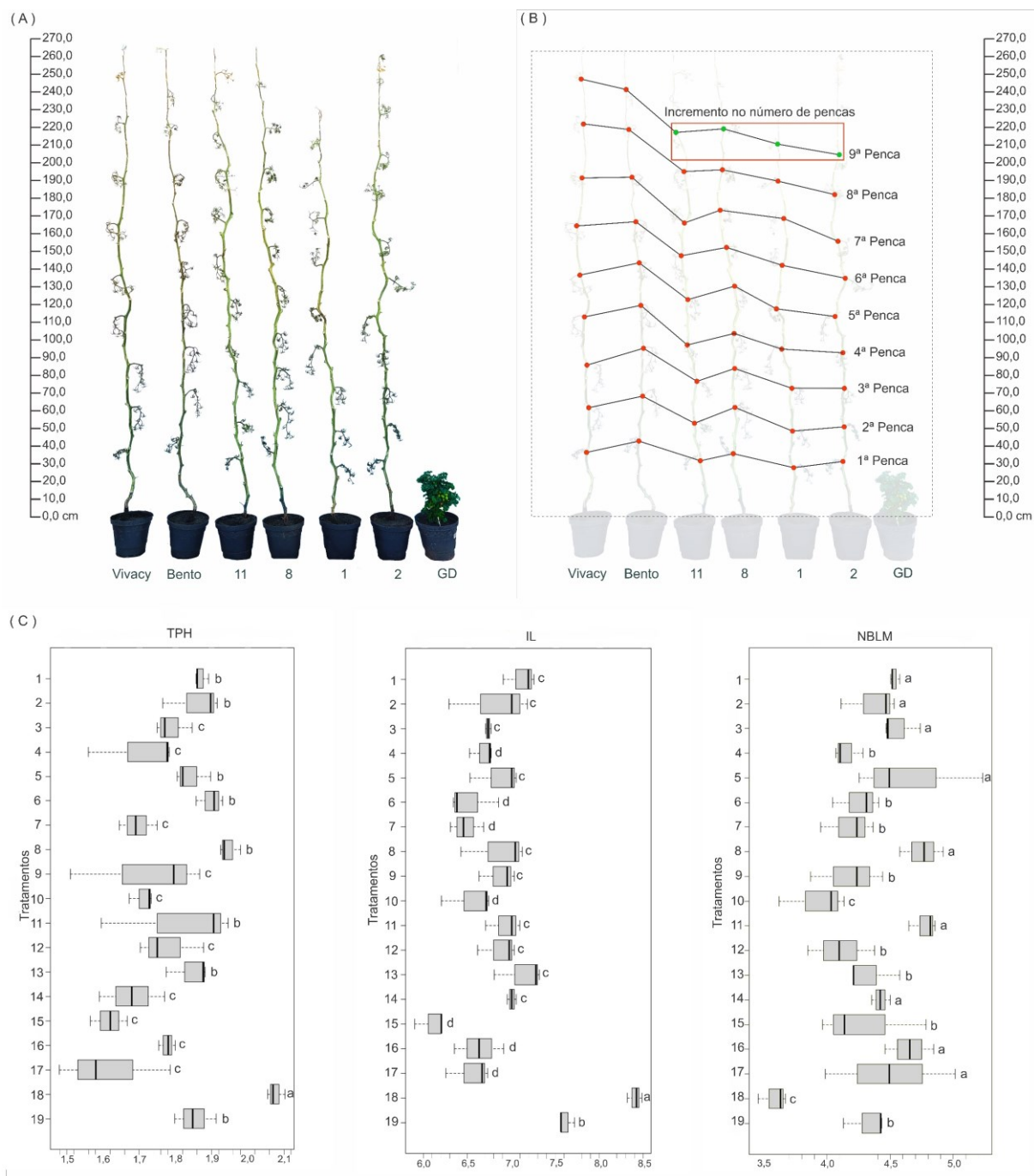


FIGURA 4: (A) e (B) – Demonstração da altura de plantas que apresentaram a maior produtividade média e incremento do número de pencas por metro linear em relação às testemunhas comerciais. (C) – Boxplot comparativo em relação aos valores médios das características altura total de planta (TPH) distância entre internódio (IL) e número de pencas por metro linear (NBML). Fonte: (O Autor, 2022). Legenda: 1: UFU-F1-(BC₁)-01; 2: UFU-F1-(BC₂)-02; 3: UFU-F1-(BC₃)-03; 4: UFU-F1-(BC₁)-04; 5: UFU-F1-(BC₂)-05; 6: UFU-F1-(BC₃)-06; 7: UFU-F1-(BC₁)-07; 8: UFU-F1-(BC₂)-08; 9: UFU-F1-(BC₃)-09; 10: UFU-F1-(BC₁)-10; 11: UFU-F1-(BC₂)-11; 12: UFU-F1-(BC₁)-12; 13: UFU-F1-(BC₂)-13; 14: UFU-F1-

(BC₃)-14; 15: UFU-F1-(BC₁)-15; 16: UFU-F1-(BC₂)-16; 17: UFU-F1-(BC₃)-17; 18: Bento; 19: Vivacy.

Foi possível observar nas plantas híbridas que o fenótipo de porte normal foi dominante em relação ao porte anão (Figura 4A), corroborando com os estudos de Maciel et al. (2015b) e evidenciou uma redução na distância entre os internódios conforme observado por Finzi et al. (2017) em minitomate (Figura 4B).

Essa modificação estrutural proporcionou um incremento no número de pencas por metro linear de planta (NBLM), visto que o crescimento vegetativo foi alterado e influenciou na posição dos órgãos vegetativos e reprodutivos no caule das plantas. Este resultado pode ser visualizado na região das plantas identificadas com o retângulo em vermelho (Figura 4B). Há relatos que a utilização de tomates com porte semideterminado tende a demonstrar aumento de rendimento e maior qualidade de frutos devido ao porte mais compacto das plantas (VICENTE et al., 2015).

As avaliações de altura total de planta (TPH) e NBLM foram realizadas quando as plantas apresentaram a formação da oitava penca. Na figura pode-se observar que as cultivares comerciais apresentaram a oitava penca inserida entre 2,2 a 2,1 m de altura. Em contrapartida, os híbridos provenientes de plantas anãs apresentaram ponto de inserção da oitava penca abaixo de 2,0 m, evidenciando a redução da IL e o incremento de NBLM.

As características relacionadas à alteração na arquitetura dos híbridos (Figura 4C) permite verificar que para a característica TPH, os híbridos UFU-F1-(BC₃)-03, UFU-F1-(BC₁)-04, UFU-F1-(BC₁)-07, UFU-F1-(BC₃)-09, UFU-F1-(BC₁)-10, UFU-F1-(BC₁)-12, UFU-F1-(BC₃)-14, UFU-F1-(BC₁)-15, UFU-F1-(BC₂)-16 e UFU-F1-(BC₃)-17 apresentaram as menores alturas em relação à testemunha Bento nas respectivas proporções de 13,94%; 18,27%; 16,83%; 17,79%; 14,42%; 19,23%; 22,12%; 14,42% e 22,12%, respectivamente. Plantas mais compactas permitem uma redução de tratos culturais referentes ao manejo de poda apical, possibilitando uma poda mais tardia em relação aos híbridos comerciais.

Os híbridos apresentaram satisfatória redução na distância entre internódio (IL) quando comparados com as cultivares comerciais Bento e Vivacy. A menor IL foi observada no híbrido UFU-F1-(BC₁)-15, o qual apresentou redução de internódio de 19,84% em relação à testemunha Vivacy e 27,38% em relação à testemunha Bento.

Os híbridos mais produtivos UFU-F1-(BC₁)-01, UFU-F1-(BC₂)-02, UFU-F1-(BC₂)-08 e UFU-F1-(BC₂)-11 apresentaram redução da distância entre internódios de 6,57%; 10,38%; 9,86%; 8,94% respectivamente, em relação à cv. Vivacy. Esses resultados corroboram com o

trabalho desenvolvido por Finzi et al. (2017), em que foi observada a redução na distância entre internódios em híbridos de minitomate provenientes de linhagens obtidos a partir de parental anão.

Neste trabalho foi possível observar que as alterações na arquitetura das plantas proporcionaram um maior NBLM. Os híbridos UFU-F1-(BC₁)-01 (4,53), UFU-F1-(BC₂)-02 (4,4), UFU-F1-(BC₃)-03 (4,56), UFU-F1-(BC₂)-05 (4,64), UFU-F1-(BC₂)-08 (4,72), UFU-F1-(BC₂)-11 (4,74), UFU-F1-(BC₃)-14 (4,44), UFU-F1-(BC₂)-16 (4,64) e UFU-F1-(BC₃)-17 (4,5) apresentaram NBLM superior em relação às cultivares comerciais Bento (3,73) e Vivacy (4,36). Vale ressaltar que o híbrido UFU-F1-(BC₂)-08 e UFU-F1-(BC₂)-11 apresentaram superioridade de 26,54% e 8,26% em relação à cv. Bento. Esta característica pode estar relacionada com a IL, visto que a redução dos internódios ocasiona em um maior NBLM e uma maior produtividade (PROD) (FINZI et al., 2017).

Considerando a altura de poda apical do tomateiro em torno de 1,8m (SILVA et al., 2019), os híbridos UFU-F1-(BC₂)-11 e UFU-F1-(BC₂)-08 apresentam 8,53 e 8,50 pencas, respectivamente, enquanto a cv. Bento nesta mesma altura de poda apical apresentou 6,71 pencas. Este comparativo evidencia o importante incremento no número de pencas.

Para verificar o impacto da redução da distância entre internódios (IL) e o incremento do número de pencas, sugere-se considerar a situação de plantio de um hectare de tomate no espaçamento 1,25 m x 0,80 m, obtendo-se 10 mil plantas ha⁻¹. Em média, cada fruto de tomate Saladete apresenta peso médio de 120 g e aproximadamente cinco frutos por penca, resultando numa produção de 0,6 kg por penca produzida. Uma caixa de tomate de 22 kg é comercializada em média por US\$ 11,07 dólares (ZAYAT et al., 2022). O incremento de uma penca por hectare resultaria em uma produção adicional de 6000 kg, gerando incremento no faturamento de US\$ 3.019,09 dólares. Neste presente trabalho foi possível observar o incremento superior a uma penca por planta, evidenciando a otimização da produção. Sugere-se que este incremento foi possível devido à utilização de técnicas de modificação estrutural das plantas por meio da hibridação com uma linhagem de porte anão.

Vale ressaltar que os híbridos provenientes de plantas anãs, possuem morfologia diferenciada, internódios curtos o que proporciona maior NBLM (Figura 4B). Diante disso, sugere-se que apesar de possuir uma arquitetura de planta com maior potencial produtivo, é preciso reconhecer uma possível necessidade de ajuste do manejo nutricional. O incremento em relação ao número de pencas aliado à nutrição diferenciada proporciona um maior teto

produtivo dos híbridos avaliados quando comparados às testemunhas comerciais, evidenciando uma vantagem adicional de produtividade.

3.4 Correlação entre descritores morfoagronômicos e qualidade de frutos

O gráfico de correlação entre as características morfoagronômicas PROD, FS, NL, MW, NFP, TPH, IL e NBLM e de qualidade de frutos referentes à SSC, C β C, LC, pH, TA e SSC/TA avaliadas (Figura 5) evidenciou a presença de correlações positivas e negativas.

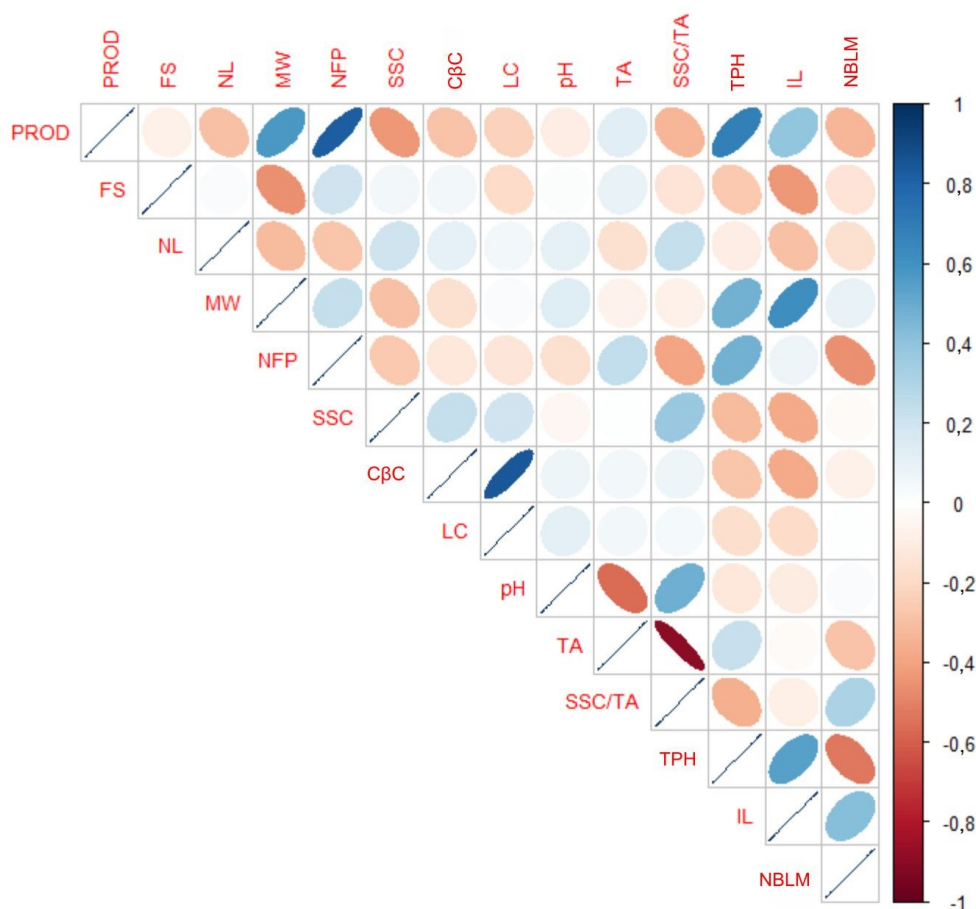


FIGURA 5: Gráfico de correlação para as características relacionadas à produtividade (PROD), formato de fruto (FS), número de lóculos (NL), peso médio de fruto (MW), número de frutos por planta (NFP), Concentração de sólidos solúveis (SSC), teor de betacaroteno (C β C), teor de licopeno (LC), acidez dos frutos (pH), acidez titulável (TA) e relação SSC/TA (SSC/TA), altura total de planta (TPH), comprimento de internódio (IL) e número de pencas por metro linear (NBML). Correlações positivas são exibidas em tons de azul e correlação negativas expressas em tons de vermelho a 5% pelo coeficiente de correlação de Pearson.

A produtividade apresentou alta correlação positiva com o NFP (0,82). Na Figura 2 foi possível evidenciar essa correlação, onde os híbridos mais produtivos apresentaram um maior NFP. Correlações positivas e significativas para estas características corroboram com as informações elucidadas no trabalho de Diel et al. (2019). Estratégias que visem o aumento de PROD devem possuir o objetivo de aumentar o número de frutos por planta, maximizando a produção total.

O aumento do número de frutos pode ser obtido por meio do incremento no número de pencas por planta. O incremento ocorre devido à redução da distância entre internódios, resultando em uma maior capacidade de produzir pencas adicionais, conforme foi observado na utilização de linhagens anãs para a obtenção de híbridos de minitomate (FINZI et al., 2017).

Foi observada correlação positiva entre produtividade e peso médio de fruto (0.57). A correlação entre essas características é um bom indicador por estarem relacionadas a altas produções (ROSA et al., 2011). Valores mais elevados de MW foram identificados nos híbridos mais produtivos, comprovando a relação entre as variáveis (Figura 2). Mahapatra et al. (2013) verificaram que a PROD apresenta correlação positiva e significativa com as características altura total de planta, número de frutos por planta e número de pencas e cachos florais. Estes autores também verificaram correlações positivas de PROD em relação ao MW.

Sugere-se que o uso de linhagens com parental anão proporcione plantas mais compactas devido à redução dos internódios. No presente trabalho a TPH apresentou correlação positiva com a IL (0,55), corroborando com as alterações estruturais de plantas observadas por Finzi et al. (2017), onde plantas com menor IL promoveram menor altura de plantas. Plantas mais compactas devido ao encurtamento dos internódios proporcionam uma menor incidência de luz sobre os frutos devido à maior cobertura dos frutos pelas folhas, reduzindo problemas de escaldaduras (THAXTON; HOCHMUTH, 2018). Diante disso, sugere-se investigações neste sentido.

Correlações positivas foram observadas entre o MW e as características IL (0,61) e TPH (0,47). Sugere-se que plantas mais compactas permitam uma melhor distribuição de fotoassimilados e nutrientes para a formação e desenvolvimento de frutos devido a alterações de distribuição entre a parte vegetativa e reprodutiva. O menor crescimento vegetativo proporciona melhores condições de nutrição para o desenvolvimento dos frutos (RASHID et al., 2016). Estratégias que proporcionem uma redução na competição entre a parte vegetativa

e reprodutiva ocasionam em aumento do tamanho dos frutos e melhoria nos quesitos de qualidade (FILGUEIRA, 2012).

Em relação à qualidade de frutos, observou-se uma alta correlação positiva entre os teores de betacaroteno (C β C) e licopeno (LC) (0,84). Os programas de melhoramento genético de tomateiro buscam aumentar a produtividade e garantir frutos de boa qualidade nutricional (FINZI et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2022). Frutos com elevados teores de C β C e LC proporcionam melhor dieta nutricional, possibilitando redução de problemas de saúde relacionada à má alimentação, como prevenção contra o desenvolvimento de diabetes, doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer (TCHONKOUANG; ANTUNES; VIEIRA, 2022).

As características TA e a relação entre SSC/TA apresentaram a maior correlação negativa em relação às demais (0,90). Ambas as características estão relacionadas com o sabor dos frutos, mas verifica-se que quanto maior a TA, menor será a relação SSC/TA, influenciando negativamente no sabor do fruto. É desejável que os frutos apresentem alta relação SSC/TA, indicando frutos de melhor sabor (SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, 2019). Verificou-se também uma correlação negativa entre as características pH e TA (0,56), visto que as mesmas são inversamente proporcionais, corroborando com o trabalho de Causse et al. (2003).

3.5 Seleção de híbridos superiores por meio da utilização de SOM

Os 19 tratamentos avaliados foram classificados e distribuídos em três grupos distintos (Figura 6) devido à definição de três neurônios, resultado nestes grupos.

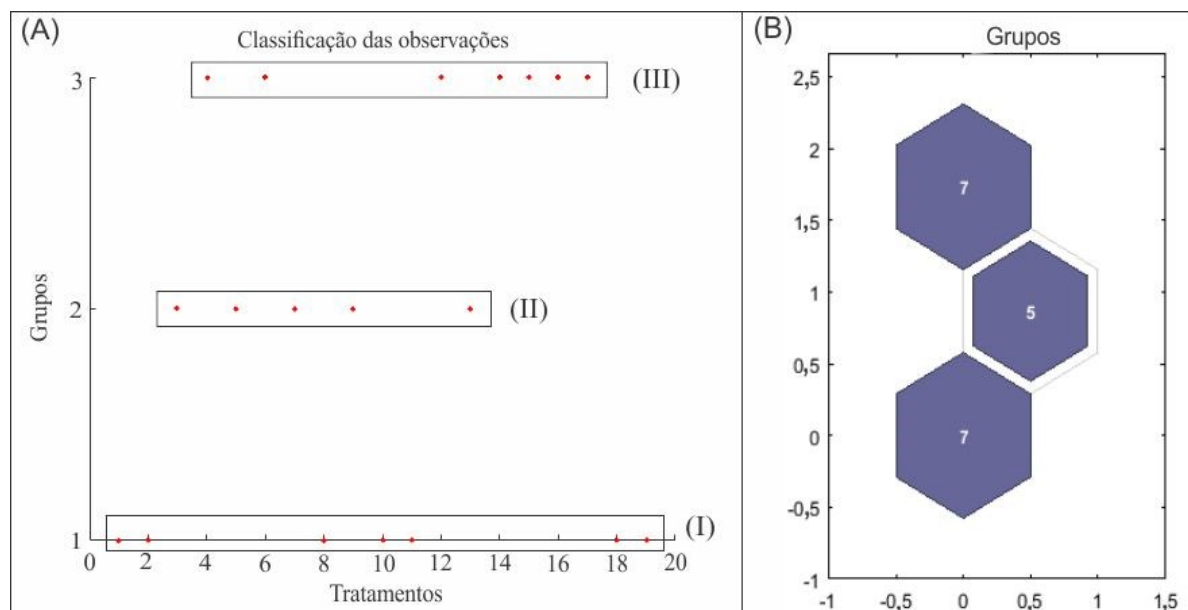


FIGURA 6 (A) e (B): Mapa auto-organizável de Kohonen (SOM), com o número de tratamentos classificados em cada neurônio, agrupamentos (3x1 de raio 1) utilizando uma rede neural artificial. Fonte: (O Autor, 2022). Legenda: 1: UFU-F1-(BC₁)-01; 2: UFU-F1-(BC₂)-02; 3: UFU-F1-(BC₃)-03; 4: UFU-F1-(BC₁)-04; 5: UFU-F1-(BC₂)-05; 6: UFU-F1-(BC₃)-06; 7: UFU-F1-(BC₁)-07; 8: UFU-F1-(BC₂)-08; 9: UFU-F1-(BC₃)-09; 10: UFU-F1-(BC₁)-10; 11: UFU-F1-(BC₂)-11; 12: UFU-F1-(BC₁)-12; 13: UFU-F1-(BC₂)-13; 14: UFU-F1-(BC₃)-14; 15: UFU-F1-(BC₁)-15; 16: UFU-F1-(BC₂)-16; 17: UFU-F1-(BC₃)-17; 18: Bento; 19: Vivacy.

O grupo I foi constituído pelos híbridos UFU-F1-(BC₁)-01, UFU-F1-(BC₂)-02, UFU-F1-(BC₂)-08, UFU-F1-(BC₁)-10, UFU-F1-(BC₂)-11 e as testemunhas Bento e Vivacy, totalizando 35% dos tratamentos. O grupo II foi constituído pelos híbridos UFU-F1-(BC₃)-03, UFU-F1-(BC₂)-05, UFU-F1-(BC₁)-07, UFU-F1-(BC₃)-09 e UFU-F1-(BC₂)-13 (30%). O terceiro grupo foi composto pelos demais híbridos, UFU-F1-(BC₁)-04, UFU-F1-(BC₃)-06, UFU-F1-(BC₁)-12, UFU-F1-(BC₃)-14, UFU-F1-(BC₁)-15, UFU-F1-(BC₂)-16 e UFU-F1-(BC₃)-17 (35%).

Na Figura 6(A) é possível visualizar que os grupos I e III apresentam a maior dissimilaridade entre si, visto que estão localizados nos extremos da região de classificação. O grupo III foi classificado por apresentar diferenças contrastantes inferiores a este grupo, segundo o método de classificação. O grupo II pode ser considerado como intermediário por estar localizado na posição central da região.

As variáveis de entrada representam um fator importante para a organização dos padrões de similaridade a partir das conexões criadas entre os neurônios mais próximos,

resultando na classificação dos grupos (CRUZ; NASCIMENTO, 2018). As variáveis utilizadas neste trabalho influenciaram significativamente a classificação dos grupos (Figura 7).

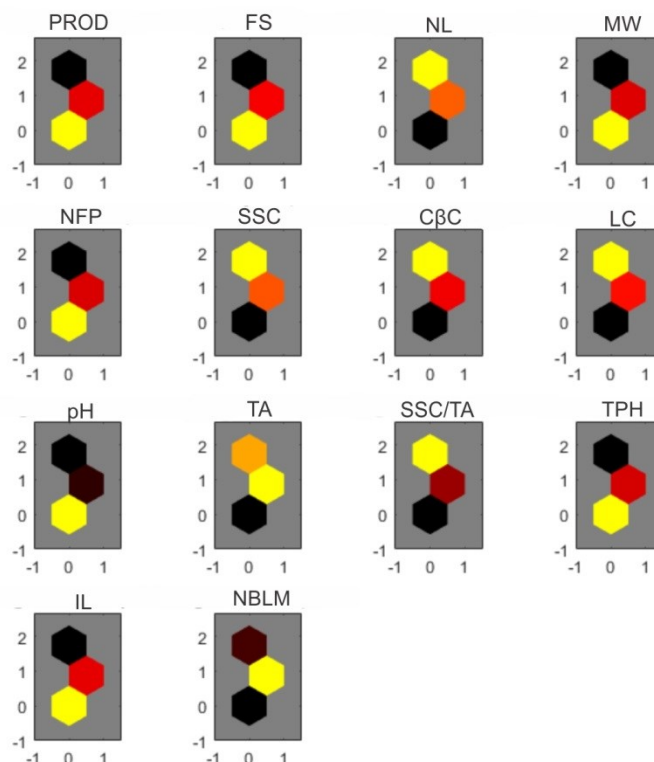


FIGURA 7: Influência dos pesos das variáveis de entrada na rede neural artificial para a definição dos agrupamentos. PROD: produtividade, FS: formato de fruto, NL: número de lóculo, MW: peso médio de fruto, NFP: número de frutos por planta, SSC: concentração de sólidos solúveis, CβC: teor de betacaroteno, LC: teor de licopeno, pH: acidez dos frutos, TA: acidez titulável, SSC/TA: relação entre SSC e TA, TPH: altura total de planta, IL: distância entre internódios, NBLM: número de pencas por metro linear. Fonte: (O Autor, 2022).

Em função de cada variável de entrada foi estimada a influência da mesma sobre os agrupamentos. As cores mais claras indicam que a variável de entrada em análise apresentou uma maior influência para a determinação do grupo. As cores mais escuras indicam uma menor importância nesta classificação em função do grupo (OLIVEIRA et al., 2021).

Com base nas diferenças na escala de cor, foram observadas correlações entre PROD, FS, MW, NFP, TPH e IL, sendo possível observar padrão de similaridade entre os tratamentos. A utilização de SOM permite a visualização de correlações entre as características testadas pelo método (GOMES et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2021).

No grupo I foi possível observar que as variáveis de entrada PROD, FS, MW, NFP, TPH e IL possuem o mesmo padrão de distância, contribuindo para a ativação do neurônio e ocorrendo a classificação dos indivíduos neste grupo (Figura 6 e 7). Os híbridos e as testemunhas deste grupo compartilham pesos semelhantes de classificação. Inversamente, estas variáveis menos contribuíram para a formação dos indivíduos presentes no grupo III (Figura 6B). Indivíduos do grupo I apresentaram valores superiores em relação à PROD, MW, NFP, TPH e IL.

Os híbridos classificados no grupo I apresentaram boas características agronômicas e qualidade de frutos. A técnica de redes neurais artificiais baseadas em SOM's apresentou resultados satisfatórios em trabalhos que realizaram a classificação e agrupamento de populações de plantas de tomate anão dos tipos Salada e Saladete (GOMES et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2021).

Ficou evidente a capacidade do parental anão resultar plantas mais compactas nos híbridos (Figuras 2 e 4). Adicionalmente, é possível afirmar que os híbridos apresentaram maior qualidade de frutos podendo ser considerados biofortificados (Figura 2). De fato, o uso de parental anão como genitor masculino transmite vantagens adicionais aos híbridos, como redução da distância entre os internódios, incremento do número de pencas por metro linear de planta e frutos biofortificados. Importante relatar que no final desta pesquisa foi realizado a autofecundação de todos os híbridos e observado segregação 3:1 conforme relato por Maciel et al. (2015b).

Apesar dos resultados satisfatórios obtidos, sugere-se selecionar as plantas anãs após autofecundação dos melhores híbridos provenientes do terceiro retrocruzamento visando obter novo germoplasma de plantas anãs em diferentes backgrounds genéticos. Isso permitirá ampliar a dissimilaridade genética em plantas anãs para fomentar futuros programas de melhoramento genético.

4 CONCLUSÕES

Os híbridos obtidos a partir de parental masculino anão proporcionaram alterações morfológicas nas plantas promovendo vantagens adicionais como redução de internódios; maior número de pencas por metro linear de planta e biofortificação dos frutos.

Há indicativos que no segundo retrocruzamento já é possível obter potenciais parentais anãos para a obtenção de híbridos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-HAMMED, M. et al. Quality parameters, empirical and kinetic models of lycopene and beta-carotene bioformation in tomatoes (*Solanum lycopersicum*). **Physical Chemistry Research**, v. 10, n. 1, p. 151-162, 2022. <https://doi.org/10.22036/pcr.2021.283758.1916>
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2ª ed. Lavras: Editora Universitaria UFLA, 2013
- ANDRADE, M.C. et al. Capacidade combinatória de linhagens de tomateiro em híbridos do tipo italiano. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 237-245, 2014. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0039>
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. Gaithersburg: AOAC, 21 st, 2019.
- ARAÚJO, J. C. et al. Physicochemical and sensory parameters of tomato cultivars grown in organic systems. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 205-209, 2014. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362014000200015>
- ARIIZUMI, T., SHINOZAKI, Y., EZURA, H. (2013). Genes that influence yield in tomato. **Breeding Science**, 63(1), 3-13. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.63.3>
- ASRI, F. O.; DEMIRTAS, E. I.; ARI, N. Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 21, n. 3, p. 585-591, 2015.
- ASSUNÇÃO, N. S. et al. Novos híbridos de tomateiro com potenciais para uso agrícola. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 29–35, 2018.
- AYENAN, M. A. et al. **Accelerating Breeding for Heat Tolerance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.): An Integrated Approach**. *Agronomy*, v. 9, n. 11, p. 720, 2019. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110720>
- BEZERRA, C. S. et al. Caracterização físico-química de tomate italiano produzidos na região oeste do Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 37-49, 2018. <https://doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5182>
- BORBA, M. E. A. et al. Genetic diversity and selection in tomato genotypes under water stress induced by mannitol. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 3, p. 592-600, 2017. <https://doi.org/10.14393/bj-v33n3-37165>
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba, FEALQ, 1984. 92p.
- CAUSSE, M. et al. Inheritance of nutritional and sensory quality traits in fresh market tomato and relation to consumer preferences. **Journal of food science**, v. 68, n. 7, p. 2342-2350, 2003. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05770.x>
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Série Histórica - Custos - Tomate - 2007 a 2021**. 2021. 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/827-tomate>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i4.32629>

CRUZ, C. D.; NASCIMENTO, M. **Inteligência computacional aplicada ao melhoramento genético**. 1th ed. Viçosa: UFV, 2018.

DALASTRA et al. CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DE CULTIVARES DE TOMATEIRO ITALIANO EM FUNÇÃO DE TIPOS DE PODA. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 4, p. 398-404, 2018.

DELEO, J. P. B.; TANUS, T. C. T.; BOTEON, M. Gestão sustentável – Tomate. **Hortifruti Brasil**, v. 14, n. 146, p. 29, 2015.

DIEL, M. I. et al. Relationship between morpho-agronomic traits in tomato hybrids. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 13, n. 1, e7967, 2019. <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13il.7967>

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A Cultura do Tomate**. 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalicas/tomate-de-mesa/cultivares2>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

FAOSTAT. **FAO**, 2022. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura**. Viçosa: UFV, 2012. 421p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV. 2013. 421p.

FINZI, R. R. et al. Agronomic performance of mini-tomato hybrids from dwarf lines. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 41, n. 1, p. 15-21, 2017. <https://doi.org/10.1590/1413-70542017411021416>

FINZI, R. R. et al. Agronomic potential of BC1F2 dwarf round tomato populations. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, p. 1-8, 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044028819>

GOMES, D. A. et al. Selection of BC1F3populations of Santa Cruz type dwarf tomato plant by computational intelligence techniques. **Bragantia**, v. 80, e4821, 2021. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210046>

HEINE, A. J. M. et al. Número de hastes e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia Plena**, v. 11, n. 9, p. 1-7, 2015. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2015.090202>

KADER, A. A. et al. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 113, n. 5, p. 742- 745, 1978. <https://doi.org/10.21273/jashs.103.1.6>

MACIEL, G. M. et al. Ocorrência de nanismo em planta de tomateiro do tipo grape. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 259-264, 2015a. <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n429rc>

MACIEL, G. M. et al. Influência da época de colheita no teor de sólidos solúveis em frutos de minitomate. **Scientia Plena**, v. 11, n. 12, p. 1-6, 2015b. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2015.120203>

- MAHAPATRA, A. S. et al. Inter-relationship for various components and path coefficient analysis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **International Journal of current Microbiology and Applied Sciences**, v. 2, n. 9, p. 147-152, 2013.
- MARQUES, M. J. et al. Tomato progenies selection in Rondônia, Brazil. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 106-111, 2019. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620190117>
- MUELLER, S. et al. Parcelamento de adubação fosfatada no plantio e em cobertura do tomateiro. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, n. 2, p. 52-57, 2018. <https://doi.org/10.22491/rac.2018.v31n2.6>
- NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish**, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992. <https://doi.org/10.3136/nskkk1962.39.925>
- NASCIMENTO, A. R. et al. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 628-635, 2013. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362013000400020>
- OLIVEIRA, C. S. et al. Artificial neural networks and genetic dissimilarity among saladette type. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, v. 3, 100056, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100056>
- OLIVEIRA, C. S. et al. Selection of F2RC1 saladette-type dwarf tomato plant populations for fruit quality and whitefly resistance. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 1, p. 28-35, 2022. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n1p28-35>
- PEIXOTO, J. V. M., et al. Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 1, p. 96-117, 2017.
- R Core Team, 2022. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- RASHID, A. et al. Effect of row spacing and nitrogen levels on the growth and yield of tomato under walk-in polythene tunnel condition. **Pure and Applied Biology**, v. 5, n. 3, p. 426-438, 2016. <https://doi.org/10.19045/bspab.2016.50055>
- RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B. **Um guia para análise de carotenóides em alimentos**. Washington: ILSI. 2001.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Manual HarvestPlus para análise de carotenóides**. Washington: Harvest Plus. 2004.
- ROSA, C. L. S. et al. Caracterização físico-química, nutricional e instrumental de quatro acessos de tomate italiano (*Lycopersicum esculentum* mill) do tipo ‘Heirloom’ produzido sob manejo orgânico para elaboração de polpa concentrada. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 649-656, 2011.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, L. et al. Flavors and Aromas. **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetable**, v. 18, p. 385- 404, 2019. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813278-4.00019-1>

- SANTOS I. G, et al. Self-organizing maps in the study of genetic diversity among irrigated rice genotypes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 41, e39803, 2019.
<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.39803>
- SEABRA-JUNIOR, S. et al. Selection of thermotolerant Italian tomato cultivars with high fruit yield and nutritional quality for the consumer taste grown under protected cultivation. **Scientia Horticulturae**, v. 291, 110559, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110559>
- SILVA, A. O. et al. Eficiência do uso da água em cultivares de tomate irrigados no semiárido. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 10, n. 13, p. 25-37, 2021.
<https://doi.org/10.19149/wrim.v10i1-3.2404>.
- SILVA, R. V. et al. Production of tomato Santa Cruz in function of organic fertilization in Nova Xavantina-MT. **Campo Digit@l: Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, p. 10-21, 2019.
- SISMET – SISTEMA DE MONITORAMENTO METEOROLÓGICO COOXUPÉ. 2022. Disponível em: <<https://sismet.cooxupe.com.br:9000/dados/estacao/>>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- SOARES, B. B.; RANGEL, R. **Aspectos industriais da cultura**. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Eds.). Produção de tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 311–344.
- STINCO, C.M. et al. Bioaccessibility of carotenoids, vitamin A and α -tocopherol, from commercial milk-fruit juice beverages: contribution to the recommended daily intake. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 78, p. 24–32, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.01.019>
- TCHONKOUANG, R. D. N.; ANTUNES, M. D. C.; VIEIRA, M. M. C. Potential of Carotenoids from Fresh Tomatoes and Their Availability in Processed Tomato-Based Products. Carotenoids - **New Perspectives and Application**. 2022.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.103933>
- THAXTON, B. R.; HOCHMUTH, R. C. **Tomato Cultivar Selection Considerations for Open-Field and Protected Culture in North Florida**. 2018. <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1273>.
- VICENTE, M. H. et al. Semideterminate growth habit adjusts the vegetative-to-reproductive balance and increases productivity and water-use efficiency in tomato (*Solanum lycopersicum*). **Journal of Plant Physiology**, v. 177, p. 11–19, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.01.003>
- ZAYAT, J. Z. M. et al. VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE TOMATE DO TIPO SALADETE NO SUL DO ESTADO DE GOIÁS. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 6, p. 1455- 1486, 2022.
<https://doi.org/10.51891/rease.v8i6.6076>