

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CAMILA SOARES DE OLIVEIRA

**OBTENÇÃO E SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE TOMATEIRO ANÃO DO TIPO
SALADETE PARA O DESENVOLVIMENTO DE LINHAS DE INTROGRESSÃO**

**UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS
2023**

CAMILA SOARES DE OLIVEIRA

**OBTENÇÃO E SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE TOMATEIRO ANÃO DO TIPO
SALADETE PARA O DESENVOLVIMENTO DE LINHAS DE INTROGRESSÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Doutorado, área de concentração em Produção vegetal, para obtenção do título de “Doutora”.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel

**UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O48o
2023 Oliveira, Camila Soares de, 1993-
 Obtenção e seleção de populações de tomateiro anão do tipo saladete
 para o desenvolvimento de linhas de introgressão [recurso eletrônico] /
 Camila Soares de Oliveira. - 2023.

 Orientador: Gabriel Mascarenhas Maciel.
 Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa
 de Pós-Graduação em Agronomia.

 Modo de acesso: Internet.

 Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.7027>

 Inclui bibliografia.

 Inclui ilustrações.

 1. Agronomia. I. Maciel, Gabriel Mascarenhas, 1982-, (Orient.). II.
 Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
 Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Glória Aparecida
Bibliotecária Documentalista - CRB-6/2047

CAMILA SOARES DE OLIVEIRA

**OBTENÇÃO E SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE TOMATEIRO ANÃO DO TIPO
SALADÊTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE LINHAS DE INTROGRESSÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Doutorado, área de concentração em Produção vegetal, para obtenção do título de “Doutora”.

Uberlândia, 20 de janeiro de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Álvaro Carlos Gonçalves Neto (UFRPE)

Dra. Joicy Vitória Miranda Peixoto (IF Goiano-Morrinhos)

Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho (UFU)

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz (UFU)

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel (UFU)
(Orientador)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia
 Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 2512-6715/6716 - www.ppga.iciag.ufu.br - posagro@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Tese, 001/2023, PPGAGRO				
Data:	Vinte de janeiro de dois mil e vinte e três	Hora de início:	08:30	Hora de encerramento:	11:45
Matrícula do Discente:	11913AGR003				
Nome do Discente:	Camila Soares de Oliveira				
Título do Trabalho:	Obtenção e seleção de populações de tomateiro anão do tipo saladete para o desenvolvimento de linhas de introgressão				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Melhoramento de Plantas				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Vanessa Andaló Mendes de Carvalho - UFU; José Magno Queiroz Luz - UFU; Álvaro Carlos Gonçalves Neto - UFRPE; Joicy Vitória Miranda Peixoto - IF Goiano; Gabriel Mascarenhas Maciel - UFU orientador(a) do(a) candidato(a).

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):

Aprovada com "distinção e louvor"

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

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 **Vanessa Andalo Mendes de Carvalho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/01/2023, às 11:47, 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 **Gabriel Mascarenhas Maciel, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/01/2023, às 11:47, 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 23/01/2023, às 15:51, 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 **Alvaro Calos Gonçalves Neto, Usuário Externo**, em 23/01/2023, às 18:23, 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 **Joicy Vitória Miranda Peixoto, Usuário Externo**, em 24/01/2023, às 08:42, 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 **4181166** e o código CRC **46AE239A**.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha vida, por todas as bênçãos recebidas e pelas pessoas que Ele colocou em meu caminho.

À minha família, em especial meus pais, irmãos e esposo, pelo incentivo, carinho, apoio e compreensão em todos os momentos dessa trajetória.

Ao professor Gabriel Mascarenhas Maciel pela confiança e orientação em mais um trabalho. Foi uma honra trabalhar com um profissional tão competente, que não mede esforços para repassar seus conhecimentos e experiências

A professora Ana Carolina Silva Siquieroli, pela coorientação neste trabalho e por todos os ensinamentos.

Aos amigos do Grupo de Estudos em Melhoramento Genético de Hortaliças (GEN-HORT) em especial a Ana Luísa Ribeiro, Danilo Araújo, Rafael Resende Finzi, Lucas Medeiros, Marcos Paulo Martins e Thúlio Mattos, pela parceria de sempre e pela ajuda em todas as etapas dos experimentos.

Ao senhor José Marques Vilela, por auxiliar nos tratos culturais dos experimentos.

Ao colega de pós-graduação Daniel Bonifácio, que contribuiu auxiliando nas análises relacionadas a inteligência computacional, tendo a paciência de explicar e ensinar cada passo da análise.

As alunas de graduação Nádia Diniz e Mariana Mendes, e a todas as pessoas que contribuíram diretamente ou indiretamente para a elaboração desse trabalho meu sincero agradecimento.

Aos colegas de pós-graduação Renan Zampiroli, Gustavo Mundim, Morgana Mamede, Luciana Gontijo, Matheus Gregório, Roxanna Palma Léon, Raquel Pinheiro, Morais Carneiro, Ana Carolina Pires, Jéssica Borges e Matheus Medeiros pelo convívio e por fazerem dessa caminhada mais leve.

Aos integrantes da banca examinadora, por aceitarem o convite e disponibilizarem parte de seu tempo para avaliação desse trabalho. Meu muito obrigada de coração!

Aos docentes do programa de pós-graduação em Agronomia da UFU pelos ensinamentos e contribuição científica

À Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade em realizar o doutorado.

À Capes pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
1- INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERENCIAS	2
CAPÍTULO I	6
RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
1- INTRODUÇÃO	8
2- MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3- RESULTADO E DISCUSSÃO	12
4- CONCLUSÃO	22
REFERENCIAS	22
CAPÍTULO II.....	27
RESUMO.....	27
ABSTRACT	28
1- INTRODUÇÃO	29
2- MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3- RESULTADOS.....	33
4- DISCUSSÃO.....	43
5- CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49
CAPÍTULO III	56
RESUMO.....	56
ABSTRACT	57
1- INTRODUÇÃO	58
2- MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4- CONCLUSÃO	75
REFERENCIAS	75

RESUMO GERAL

A utilização de linhagens de tomateiro anão na obtenção de híbridos pode ser uma excelente alternativa para aumentar a produtividade em tomateiro. Entretanto, ainda não existem linhas de introgressão com essa tecnologia para tomateiro do tipo saladete. Através do método de retrocruzamento são obtidas populações de tomateiro anão, e a partir da caracterização e estudo da dissimilaridade genética entre as populações, é possível selecionar aquelas mais promissoras para o desenvolvimento de linhagens. Portanto, o objetivo do trabalho foi obter populações de tomateiro anão do tipo saladete utilizando o método de retrocruzamento, e selecionar aquelas com melhor potencial agrônomo, melhor qualidade de fruto e amplo espectro de resistência a pragas para o desenvolvimento de linhas de introgressão. O trabalho foi realizado em três etapas: caracterização de populações de tomateiro anão obtidas após um retrocruzamento (F_2RC_1); avaliação do potencial e a dissimilaridade genética de populações anãs obtidas após uma autofecundação (F_3RC_1) e caracterização de populações de tomateiro anão obtidas após o primeiro (RC_1) e segundo retrocruzamento (RC_2), com o objetivo de verificar os incrementos proporcionados em cada retrocruzamento, bem como selecionar os melhores genótipos para o desenvolvimento de linhas de introgressão. Ambos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Monte Carmelo-MG. As populações de tomateiro anão foram caracterizadas quanto ao potencial agrônomo, qualidade de frutos e resistência a pragas. Os dados foram analisados por meio de teste de médias, análises multivariadas e índices de seleção. No primeiro experimento verificou-se que o primeiro retrocruzamento proporcionou aumento no tamanho de frutos das populações tomateiro, e as populações UFU SDi 7, UFU SDi 9 e UFU-SDi 17 foram selecionadas por dois índices de seleção. No segundo experimento verificou-se que o mapa de Kohonen foi mais coerente na distinção da dissimilaridade genética entre as populações de tomateiro F_3RC_1 . No terceiro experimento, as populações: UFU_13_1, UFU_SDi _17_1, UFU_10_1, UFU_11_3, UFU_10_3 e UFU _11_2 provenientes do segundo retrocruzamento foram consideradas promissoras para o desenvolvimento de linhagens de introgressão.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum*; nanismo; melhoramento de plantas; retrocruzamentos; redução de internódio.

GENERAL ABSTRACT

The use of dwarf tomato strains to obtain hybrids can be an excellent alternative to increase productivity in tomato plants. However, there are still no introgression strains with this technology for saladette-type tomato. Through the backcrossing method, populations of dwarf tomato are obtained, and from the characterization and study of genetic dissimilarity between populations, it is possible to select the most promising ones for the development of lineages. Therefore, the objective of this work was to obtain populations of saladette-type dwarf tomato using the backcrossing method, and to select those with better agronomic potential, higher fruit quality and broad spectrum of pest resistance for the development of introgression lines. The work was carried out in three stages: characterization of dwarf tomato populations obtained after backcrossing (F_2RC_1); evaluation of the potential and genetic dissimilarity of dwarf populations obtained after self fecundation (F_3RC_1) and characterization of dwarf tomato populations obtained after the first (RC_1) and second backcrossing (RC_2), with the objective of verifying the increments provided in each backcrossing, as well as selecting the best genotypes for the development of introgression lines. Both experiments were conducted in a greenhouse at the Vegetable Experiment Station of the Federal University of Uberlândia (UFU), Monte Carmelo-MG. Dwarf tomato populations were characterized for agronomic potential, fruit quality, and pest resistance. The data were analyzed using test of means, multivariate analysis, and selection indices. In the first experiment it was found that the first backcrossing provided increased fruit size in the tomato populations, and the UFU SDi 7, UFU SDi 9 and UFU-SDi 17 populations were selected by two selection indices. In the second experiment it was found that the Kohonen map was more coherent in distinguishing the genetic dissimilarity between the F_3RC_1 tomato populations. In the third experiment, the populations : UFU_13_1, UFU_SDi _17_1, UFU_10_1, UFU_11_3, UFU_10_3 and UFU _11_2 from the second backcross were considered promising for the development of introgression lines.

Key words: *Solanum lycopersicum*; dwarfism; plant breeding; backcrossing; internode reduction.

1- INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma cultura economicamente relevante no setor agrícola mundial, sendo a segunda hortaliça de maior importância em termos de produção e área cultivada (FAOSTAT, 2020). Por ser facilmente incorporado na dieta humana na forma *in natura* ou processado, o tomate é responsável por grande parte do aporte de nutrientes para a população global (EGEA et al., 2022).

As características e destinação dos frutos são critérios para a diferenciação das cultivares, que apresentam hábito de crescimento indeterminado e determinado, configurando em cadeias produtivas distintas dessa hortaliça (FURQUIM et al., 2020). De maneira geral os frutos produzidos para o consumo *in natura*, também denominados tomates de mesa, apresentam hábito de crescimento indeterminado e são classificados em cinco grupos comerciais: Caqui, Salada, Saladete, Santa Cruz e Minitomate (ALVARENGA, 2013).

A preferência dos consumidores por frutos com melhor qualidade gustativa e versatilidade na culinária tem estimulado a expansão do cultivo de tomateiro do tipo saladete no Brasil (SHIRAHIGE et al., 2010; ZAYAT et al., 2022). Além dessas exigências, o mercado consumidor tem dado preferência a produtos provenientes de uma agricultura mais sustentável e ricos em bioativos que proporcionam benefícios à saúde (GARCIA-MIER et al., 2013; SEABRA JUNIOR et al., 2022).

O cultivo de tomate destinado ao consumo *in natura* é mais oneroso em função dos tratamentos culturais empregados por consequência do contínuo desenvolvimento vegetativo das plantas (FURQUIM et al., 2021). Além disso, a produtividade e a qualidade dos frutos de tomate são severamente prejudicadas por danos ocasionados pelo ataque de artrópodes pragas (MUSTAPHA; MUSA; ALIYU., 2020; NORD et al., 2020; SILVA et al., 2022). Diante da importância tomaticultura, diversas pesquisas têm sido realizadas para maximizar a produtividade, melhorar a qualidade de frutos e introduzir genes de resistência a pragas (DAS et al., 2019; FINZI et al., 2017; LONDOÑO-GIRALDO et al., 2020; NORD et al., 2020; ZANIN et al., 2021).

Assim como ocorreu na década de 1960 na revolução verde com grandes culturas (arroz e trigo), o uso de plantas anãs pode ser uma tecnologia promissora para obter plantas de tomate de mesa de arquitetura compacta, proporcionando maiores produtividades e facilidade

na execução de tratos culturais e colheita, por meio da redução do comprimento de internódios (FINZI et al., 2017; FRASCA et al., 2014 ; LIU et al., 2020; RAJENDRAN et al., 2022).

Embora as vantagens proporcionadas pelos nanismos em plantas, ainda seja uma tecnologia pouco explorada no tomateiro (SUN et al., 2019), resultados satisfatórios foram alcançados por Finzi et al. (2017) que obtiveram híbridos provenientes do cruzamento entre duas linhagens de minitomate (♂ porte anão vs ♀ porte normal) com vantagens agrônômicas.

A inexistência de um germoplasma avançado de tomateiro anão do tipo saladete faz com que essa tecnologia ainda não seja explorada para este segmento. Para obter híbridos de tomateiro do tipo saladete provenientes de parental masculino anão faz-se necessário obter inicialmente linhagens de introgressão anãs, com frutos do tipo saladete. A introgressão de genes de nanismo em tomateiro pode ser realizada a partir do uso da linhagem anã UFU MC TOM1 (MACIEL et al., 2015) porém, com a necessidade de realizar retrocruzamentos, visando *background* de interesse. (CAVASIN et al., 2021; FINZI et al., 2020; GOMES et al., 2021).

Portanto, a obtenção do germoplasma de tomateiro anão do tipo saladete, e a caracterização desse germoplasma quanto ao potencial agrônômico, qualidade dos frutos e resistência a pragas, fornece informações para a seleção de genótipos promissores para o desenvolvimento de linhagens de introgressão, que fomentarão futuros programas de melhoramento genético da cultura.

Objetivou-se com este trabalho obter populações de tomateiro anão do tipo saladete utilizando o método de retrocruzamento, e selecionar aquelas que apresentam potencial agrônômico, melhor qualidade de fruto e amplo espectro de resistência a pragas para o desenvolvimento de linhagens de introgressão.

REFERENCIAS

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. 2.ed.. Lavras: Editora UFLA, 2013. 455 p.

CAVASIN, P. Y.; FUMES, L. A. A.; FONSECA, A. R.; SILVA, D. J. H. D. Evaluation of families derived from backcrosses of processed tomato with dwarfism gene. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.21, n.1, e362221113, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332021v21n1n13>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/76DvzbpTwy4w3X8hWvLbFLM/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

DAS, I.; HAZRA, P.; LONGJAM, M.; BHATTACHARJEE, T; MAURYA, P. K.; BANERJEE, S.; CHATTOPADHYAY, A. Characterization of induced mutants and their hybrids of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for growth, yield and fruit quality traits to explore the feasibility in future breeding. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 66, n. 7, p. 1421-1441, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00806-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-019-00806-5>. Acesso em: 04 out. 2022.

EGEA, I.; ESTRADA, Y.; FLORES, F.B.; BOLARIN, M.C. Improving production and fruit quality of tomato under abiotic stress: Genes for the future of tomato breeding for a sustainable agriculture. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v.204, 105086 2022, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.105086>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847222003082>. Acesso em: 07 nov. 2022.

FAOSTAT . **Estatísticas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**. 2020. Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en>> Acesso em 15 dez. 2022.

FINZI, R. R; MACIEL, G. M., PEREZ, H.G., SILLVA, M.F., PEIXOTO, J.V.M., GOMES, D.A. Agronomic potential of BC1 F2 dwarf round tomato populations. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.44, e028819, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044028819>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/dgx6WGNmS3nfdLCnXmJBc5j/?lang=en>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FINZI, R.R.; MACIEL, G.M.; SILVA, E.C.; LUZ, J.M.Q; BORBA, M.E.A. 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> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/WzcCCjqPyrxY6ysVrBS4XXQ/?lang=en>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FRASCA, A.C.; OZORES-HAMPTON, M.; SCOTT,J.; MCAVOY, E. Effect of plant population and breeding lines on fresh-market, compact growth habit tomatoes growth, flowering pattern, yield, and postharvest quality. **HortScience**, Alexandria Va, v.49, n.12, p.1529-1536, 2014. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.12.1529>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/49/12/article-p1529.xml>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FURQUIM, M. G. D.; REIS. N. A.; CORCIOLI, G. Aspectos gerais sobre a tomaticultura de mesa: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju-SE, v.12, n.9, p. 598-610, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0046>. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/6266>. Acesso em: 30 nov. 2022.

FURQUIM, M. G. D.; REIS N. A., SOUZA, C. B. General overview of tomaticulture in the State in Goiás: a descriptive analysis from a bibliographic survey. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v.9, n.7, e955974310, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4310>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4310>. Acesso em: 30 nov. 2022.

GARCÍA-MIER, L.; GUEVARA-GONZÁLEZ, R.; MONDRAGÓN-OLGUÍN, V.; DEL ROCÍO VERDUZCO-CUELLAR, B.; TORRES-PACHECO, I. Agriculture and bioactives: Achieving both crop yield and phytochemicals. **International journal of molecular sciences**, Basel, v. 14, n. 2, p. 4203-4222, 2013 DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms14024203>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/14/2/4203>. Acesso: 20 dez. 2022.

GOMES, D. A.; MACIEL, G. M.; SIQUIEROLI, A. C. S.; OLIVEIRA, C. S.; FINZI, R. R.; MARQUES, D. J. Selection of BC 1 F 3 populations of Santa Cruz type dwarf tomato plant by computational intelligence techniques. **Bragantia**, Campinas, v.80, e4821, 2021 DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210046>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/LHhV5PFnhMsRrKP8dynzWqj/>. Acesso: 15 ago. 2021.

LIU, X.; YANG, W.; WANG, J.; YANG, M.; WEI, K.; LIU, X.; QIU, Z.; VAN GIANG, T.; WANG, X.; GUO, Y.; LI, J.; LIU, L.; SHU, J.; DU, Y.; HUANG, Z. SIGID1a Is a Putative Candidate Gene for qtph1. 1, a Major-Effect Quantitative Trait Locus Controlling Tomato Plant Height. **Frontiers in genetics**. Lausanne, v.11, n.881, p.1-13. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00881>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2020.00881/full>. Acesso em: 03 ago. 2020.

LONDOÑO-GIRALDO, L.M.; GONZALEZ, J.; BAENA, A.M.; TAPASCO, O.; CORPAS, E.J.; TABORDA G. Selection of promissory crops of wild cherry-type tomatoes using physicochemical parameters and antioxidant contents. **Bragantia**, Campinas, v.79, p. 169-179, 2020, DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20190276>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/f4ftfmPZKb6nSGqdmBHXQk/?lang=en>. Acesso em: 27 fev. 2021.

MACIEL, G.M.; SILVA, E.C.; FERNANDES, M.A.R. Ocorrência de nanismo em planta de tomateiro do tipo grape. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN v.28, p. 259-264, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n429rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/9y9NftVCZRZQvVkGMwnsZQw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 jul.2020.

MUSTAPHA, S.; MUSA, A. K.; ALIYU, A. S. Assessment of leaf miner *Liriomyza* spp (diptera: Agromyzidae) damage on tomato and the yield output in Ilorin, Southern Guinea Savannah, Nigeria. **Agrosearch**, [s.l.]v. 20, n. 2, p. 1-9, 2021. DOI:<https://dx.doi.org/10.4314/agrosh.v20i2.1> Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/agrosh/article/view/215729>. Acesso em: 01 dez. 2022.

NORD, R.; CORTEZ-MADRIGAL, H.; RODRÍGUEZ-GUSMÁN, E.; VILLAR-LUNA, E.; GUTIÉRREZ-CÁRDENAS, O.G. Grafting Wild Tomato Genotypes and Mexican Landraces Increases Trichome Density and Resistance Against Pests. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v.45, n.3, p. 649-662. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.045.0308>. Disponível em: <https://ipn.elsevierpure.com/es/publications/grafting-wild-tomato-genotypes-and-mexican-landraces-increases-tr/fingerprints/>. Acesso em: 30 out. 2022.

RAJENDRAN, S.; BAE, J. H.; PARK, M. W.; OH, J. H.; JEONG, H. W.; LEE, Y. K.; PARK, S. J. Tomato Yield Effects of Reciprocal Hybridization of *Solanum lycopersicum* Cultivars M82 and Micro-Tom. **Plant breeding and biotechnology**, Suwon, v.10 n.1, p.37-48, 2022. DOI: <https://doi.org/10.9787/PBB.2022.10.1.37>, Disponível em: <https://www.plantbreedbio.org/journal/view.html?uid=731&&vmd=Full>. Acesso em: 30 nov. 2022.

SEABRA JUNIOR, S.; CASAGRANDE, J. G.; TOLEDO, C. A. L.; PONCE, F. S.; FERREIRA, F. S., ZANUZO, M. R., LIMA, G. P. P.. Selection of thermotolerant Italian tomato cultivars with high fruit yield and nutritional quality for the consumer taste grown under protected cultivation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam , v.291, 110559, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110559>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442382100666X>, Acesso em: 04 jan. 2022.

SHIRAHIGE F.H.; MELO A.M.T.; PURQUERIO L.F.V.; CARVALHO C.R.L.; MELO P.C, T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 292-298, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300009> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/mLkcGxpMBLLJfQV35kfrnNR/?lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2020.

SILVA, T.L.; TERCENIANO, R.M.; CRUZ, C.G.; FERNANDES, F.L.; FERNANDES, M.E.S. Resistance, hybrid vigor, genetic diversity, and toxicity of chemical constituents of tomatoes to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Arthropod-Plant Interactions**, Dordrecht, v.16, p.677–689,2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11829-022-09926-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11829-022-09926-9>. Acesso em: 31 dez. 2022.

SUN, X.R.; LIU, L.; ZHI, X.N.; BAI, J.R.; CUI, Y.N.; SHU, J.S.; LI, J.M. Genetic analysis of tomato internode length via mixed major gene plus polygene inheritance model. **Scientia Horticulturae** Amsterdam ,v. 246, p. 759-764, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.044> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818308252>. Acesso em:12 ago. 2020.

ZANIN, D.S.; de RESENDE, J.T.V.; ZEIST, A.R.; LIMA FILHO,R.B.; GABRIEL,A.; DINIZ, F.C.P.; PERRUD, A.C.; MORALES,R.G.F. . Selection of F2BC1 tomato genotypes for processing containing high levels of zingiberene and resistant to tomato pinworms. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 49, p.265–274, v. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00852-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-020-00852-1>. Acesso em: 15 ago.2022.

ZAYAT, J.Z.M.; BERNARDES NETO, J.F.; GOLINSKY, A.; MARQUES, P.V.F.; GONÇALVES, G.P.; TOFOLES, T.A.M. Viabilidade econômica da produção de tomate do tipo saladete no sul do estado de Goiás.**Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 8, n.6, pág.1455-1486, 2022. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v8i6.6076>. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/6076>. Acesso em: 11 nov. 2022.

CAPÍTULO I

SELEÇÃO DE POPULAÇÕES F₂RC₁ DE TOMATEIRO ANÃO DO TIPO SALADETE PARA QUALIDADE DE FRUTOS E RESISTÊNCIA À MOSCA BRANCA

RESUMO

O objetivo do estudo foi selecionar populações F₂RC₁ de tomateiro anão do tipo saladete, promissoras para o desenvolvimento de linhagens baseado em características agronômicas, qualidade de fruto e resistência a mosca branca. O delineamento experimental foi em blocos casualizados contendo 13 tratamentos (10 populações F₂RC₁ de tomateiro anão, genitores e híbrido comercial) com quatro repetições. Foram avaliados: peso, comprimento, diâmetro, formato, espessura da polpa, número de lóculos, teores de sólidos solúveis, β-caroteno e licopeno dos frutos; comprimento do entrenó da planta; teores de açúcares, número de ovos, ninfas e adultos de mosca branca nos folíolos. Os dados foram analisados por ANOVA, índices de seleção e análise multivariada. O primeiro retrocruzamento aumentou as características agronômicas das populações em relação ao genitor doador, principalmente para peso de fruto (169,1%), comprimento do fruto (26,1%) e diâmetro do fruto (16,6%). As populações UFU SDi 7, UFU SDi 9 e UFU-SDi 17 foram selecionadas por dois índices de seleção e são consideradas promissoras.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; *Bemisia tabaci*; nanismo; retrocruzamento, melhoramento de plantas.

SELECTION OF F₂RC₁ SALADETTE-TYPE DWARF TOMATO PLANT POPULATIONS FOR FRUIT QUALITY AND WHITEFLY RESISTANCE

ABSTRACT

This study aimed to select promising F₂RC₁ populations of saladette-type dwarf tomato plants for the development of breeding lines based on agronomic characteristics, fruit quality, and whitefly resistance. The experimental design was randomized blocks containing 13 treatments (10 F₂RC₁ populations of dwarf tomato plants, both parents, and a commercial hybrid) with four replicates. The evaluations were performed included weight, length, diameter, shape, pulp thickness, number of locules, soluble solids, β -carotene, and lycopene concentration of the fruit; plant internode length; acylsugars concentration; and number of whitefly eggs, nymphs, and adults on the leaflets. The data were analyzed using ANOVA, selection indices, and multivariate analysis. The first backcross increased the agronomic characteristics of the populations in relation to the donor parent, especially for fruit weight (169.1%), fruit length (26.1%), and fruit diameter (16.6%). The UFU SDi 7, UFU SDi 9, and UFU-SDi 17 populations were selected using two selection indices and were therefore considered promising.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; *Bemisia tabaci*; dwarfism; backcrossing; plant breeding.

1- INTRODUÇÃO

A redução de internódios por melhoramento genético pode ser uma estratégia viável que possibilita o incremento de produtividade (WU et al. 2018), além de originar plantas de arquitetura compacta, facilitando a execução das práticas culturais, colheita e reduzindo os custos de produção (FRASCA et al., 2014). Embora essa tecnologia ainda seja pouco explorada no tomateiro (SUN et al., 2019), resultados satisfatórios foram alcançados por Finzi et al. (2017) que obtiveram híbridos provenientes do cruzamento entre duas linhagens de minitomate (porte anão *vs* porte normal) com vantagens agronômicas.

A utilização direta da linhagem minitomate de porte anão na obtenção de híbridos saladete é inviável, devido a mesma produzir frutos pequenos (MACIEL et al., 2015), tornando necessário o desenvolvimento de linhagens anãs do tipo saladete para posterior obtenção de híbridos com internódios reduzidos do referido segmento. Tais linhagens podem ser obtidas por meio de retrocruzamento, que é o método utilizado no desenvolvimento de linhagens provenientes de cruzamentos interespecíficos e na obtenção de plantas anãs em tomate do tipo salada (FINZI et al. 2020). Adicionalmente, os retrocruzamentos asseguram a obtenção de progênes agronomicamente superiores ao genitor doador com proporções da constituição genética do genitor recorrente (BORÉM, MIRANDA, 2013).

Além do potencial uso de linhagens anãs em programas de melhoramento de tomateiro, é importante considerar a suscetibilidade da lavoura às pragas e a demanda por melhor aparência e qualidade dos frutos (ANDRADE et al., 2014; FINZI et al., 2020). A caracterização do germoplasma quanto a variáveis agronômicas, qualidade dos frutos e resistência a pragas fornece informações importantes para a seleção de genótipos promissores (FINZI et al., 2020; LONDOÑO-GIRALDO et al., 2020; PEIXOTO et al., 2019).

A seleção de forma eficiente em programas de melhoramento genético exige uma adequada coleta de dados no campo e uso de técnicas estatísticas eficazes. O uso de técnicas multivariadas e os índices de seleção tem proporcionado maior eficiência durante o processo de seleção (LEITE et al., 2018).

Há relatos da obtenção de populações anãs de tomateiro do segmento salada (FINZI et al., 2020), porém não existe nenhum estudo para a introgressão desta tecnologia em tomates do tipo saladete, cujo consumo tem se intensificado (CONAB 2019).

Diante disso, o objetivo deste estudo foi selecionar populações F_2RC_1 de tomateiro anão do tipo saladete promissoras para o desenvolvimento de futuras linhagens com base em características agronômicas, qualidade de fruto e resistência à mosca branca.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças, Monte Carmelo, MG, Brasil (latitude $18^\circ 42' 43,19''$ S, longitude $47^\circ 29' 55,8''$ O, altitude 873m), entre 2017 a 2019.

As plantas foram cultivadas em casa de vegetação tipo arco (7×21 m) com pé-direito de 4 m, coberto com tela transparente filme de polietileno (150 microns) com aditivos para proteger contra radiação ultravioleta e com tela branca anti-pulgões nas cortinas laterais.

Inicialmente foi realizada hibridação entre uma linhagem anã do tipo minitomate UFU MC TOM 1 (MACIEL et al., 2015) *versus* UFU TOM 5 (linhagem pré-comercial do tipo saladete), ambas pertencentes ao banco de germoplasma da UFU. De posse das sementes F_1 foi realizado um retrocruzamento (F_1 *versus* UFU TOM 5), obtendo após colheita e semeadura, plantas F_1RC_1 . Todas as sementes F_1RC_1 obtidas foram semeadas, sendo em seguida colhidas sementes F_2RC_1 em plantas individuais.

Os genótipos foram semeados em bandejas de polietileno (200 células), preenchidas com substrato a base de fibra de coco. Populações F_2RC_1 que apresentaram 100% de plantas normais, isto é, não segregaram para porte anão, foram descartadas. Em contrapartida, populações F_2RC_1 que segregaram para porte anão foram identificadas e selecionadas para o experimento. A segregação (plantas anãs e plantas normais) ocorrida na geração F_2RC_1 já era esperada como relatado por Maciel et al. (2015) e Finzi et al. (2017), permitindo a identificação e seleção ainda na fase de mudas.

O experimento foi constituído por dez populações F_2RC_1 anãs previamente selecionadas (1-UFU SDi 4, 2-UFU SDi 5, 3-UFU SDi 7, 4-UFU SDi 8, 5-UFU SDi 9, 6-UFU SDi 10, 7-UFU SDi 11, 8-UFU SDi 13, 9-UFU SDi 16, 10-UFU SDi 17), genitor doador (UFU MC TOM 1), genitor recorrente (UFU TOM 5) e o híbrido comercial Pizzadoro como testemunha, totalizando treze tratamentos. O acesso silvestre *Solanum pennellii* foi utilizado somente para a comparação de variáveis relacionadas à resistência a mosca branca. .

Os genótipos foram transplantados aos 35 dias após a semeadura (DAS) em vasos plásticos de 5 L contendo o mesmo substrato de semeadura. As práticas de manejo da cultura foram realizadas de acordo às recomendações para a cultura do tomate (Alvarenga, 2013). A irrigação foi realizada manualmente de acordo com a demanda das plantas. Durante o experimento, as temperaturas máxima e mínima foram de 34,6 e 8,4 °C, respectivamente

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi representada por seis plantas. Os tratamentos foram avaliados quanto a parâmetros agrônômicos, qualidade de fruto e resistência à mosca branca.

Os frutos de cada parcela foram colhidos a partir de 80 DAS, contabilizados e pesados, para determinar o peso médio de fruto (g) (PM). Posteriormente, foram amostrados dez frutos e avaliados: comprimento do fruto (CF) - medido com uma régua graduada desde a cicatriz do pedicelo à terminação floral do fruto (cm); diâmetro do fruto (DF) - medido com régua graduada na seção transversal do fruto cortado (cm); formato do fruto (FF) - foi determinado pela razão entre o comprimento do fruto e o diâmetro do fruto; espessura da polpa (EP) - medida com régua graduada, sendo determinada pela maior distância do mesocarpo do fruto (cm); número de lóculos (NL) - determinado pela contagem direta dos lóculos no fruto (lóculo por fruto). A concentração de sólidos solúveis (SS) - expressa em °Brix (26°C), e quantificado usando o refratômetro digital portátil Atago PAL-1 3810 (FINZI et al., 2017).

O comprimento de internódio (CI) foi determinado pela razão entre a altura e o número de nós da planta medidos ao final do ciclo da cultura (135 DAS). O comprimento dos internódios foi mensurado com uma régua, avaliando as duas plantas centrais de cada parcela (cm).

A extração dos pigmentos do fruto foi realizada de acordo com metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992), com adaptações. Para avaliação dos carotenoides (β -caroteno e licopeno), o volume de 3 mL do solvente acetona 80% foi adicionado a 1,0 g de homogeneizado de polpa e casca de tomate, acondicionado em tubo de ensaio. As amostras foram colocadas no escuro em refrigerador a 4°C por 48 horas para evitar a oxidação dos carotenoides. Duas fases foram separadas e uma alíquota do sobrenadante foi retirada para a estimativa da densidade óptica em comprimento de onda de 450 e 470 nm usando um espectrofotômetro. As concentrações de β -caroteno (β C) e licopeno (LC) foram calculadas de acordo com Rodriguez-Amaya (2001) e Rodriguez-Amaya & Kimura (2004).

Os teores de acilaçúcares (AA) foram determinados aos 75 DAS, utilizando uma amostra composta por oito discos foliares (equivalente a 4,2 cm²) de cada planta da parcela. Os discos foram coletados de folíolos do terço superior das plantas e acondicionados em tubos de ensaio. A extração e quantificação desse aleloquímico foi realizada segundo a metodologia adaptada por Maciel e Silva (2014).

Para medir a resistência dos genótipos à mosca branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), uma população de insetos foi criada em plantas de tomate 'Santa Clara' (suscetível à mosca-branca), a partir de uma população adulta coletada em folhas de tomateiro (*S. lycopersicum*) cultivadas no campo. A criação dos insetos foi realizada em casa de vegetação tipo arco com dimensões de 6 X 4 m e pé-direito de 2 m, coberta com filme de polietileno transparente (150 microns), aditivo contra raios ultravioleta e cortinas laterais.

A resistência à mosca branca foi avaliada aos 130 DAS. Após a infestação dos insetos nas plantas, o número de ovos (O) e de ninfas (N) foi contado com o auxílio de uma lupa (aumento de 30X). Quatro folíolos foram coletados no terço superior das plantas, e os ovos e ninfas da mosca-branca foram contados em 2 cm² da área foliar (MALUF et al., 2010). Para avaliar o número de adultos de mosca branca (A), foi utilizado um espelho para contagem dos insetos na face abaxial das folhas, evitando o voo dos hemípteros (MACIEL et al., 2017).

Os dados obtidos foram submetidos à confirmação da normalidade dos resíduos por meio dos testes de Shapiro-Wilk ($p < 0,01$). A homogeneidade de variâncias foi realizada pelo teste de Oneill Mathew ($p < 0,01$) e, para aditividade de blocos, utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,01$). Foi realizada a transformação de dados ($\sqrt{x+1}$) para as variáveis número de ovos de mosca branca (O) e distância entre internódios (CI). Posteriormente, realizou-se a análise de variância pelo teste F ($\alpha = 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($\alpha = 0,05$) e pelo teste Dunnett ($\alpha = 0,05$), sendo a linhagem doadora anã (UFU MC TOM 1) considerada a testemunha, a fim de verificar os ganhos obtidos por meio do retrocruzamento. Além disso, foram analisados os seguintes parâmetros genéticos: (h^2): coeficientes de determinação genotípica e (CVg/CVe). a razão entre os coeficientes de variação genética e ambiental.

Para as estimativas de ganhos de seleção foram considerados apenas fenótipos anões, e a seleção com intensidade de 45,4 %. As metodologias utilizadas foram o índice de soma de ranks de Mulamba e Mock (1978), e o índice de distância genótipo-ideótipo (CRUZ, 2006). O critério de seleção foi a redução dos caracteres: comprimento de internódios, número de lóculos, ovos, ninfas e adultos de mosca branca. Para as demais características foi considerado

o acréscimo. O peso econômico utilizado nos índices de seleção foi igual ao coeficiente de variação genética (CVg), conforme recomendado por (CRUZ, REGAZZI, CARNEIRO, 2012). Para o índice de distância genótipo-ideotipo os valores ótimos e os limites inferior e superior foram determinados como os mais desejados dentre as avaliações.

A dissimilaridade genética entre os genótipos avaliados foi obtida por meio da matriz de distância generalizada de Mahalanobis. A divergência genética foi representada por dendrograma obtido pelo método hierárquico *Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages* (UPGMA). A validação do agrupamento pelo método UPGMA foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC). Todas as análises foram realizadas no software GENES integrado ao R (CRUZ, 2016).

3- RESULTADO E DISCUSSÃO

Diferenças significativas foram observadas entre os genótipos para todas as características avaliadas (agronômicas, qualidade do fruto e resistência à mosca branca), com exceção do teor de licopeno dos frutos (Teste F $\alpha = 0,05$). Conforme esperado, o genitor recorrente UFU TOM 5 e o híbrido comercial Pizzadoro destacaram-se, expressando as maiores médias para maioria dos parâmetros agrônômicos (Tabela 1)

Tabela 1- Características agronômicas avaliadas em dez populações de tomateiro F₂RC₁, genitor recorrente, genitor doador e testemunha comercial.

Genótipos	CI	PM	CF	DF	FF	EP	NL
UFU SDi 4	1,41 c	4,71 d *	3,19 d *	1,83 b	1,75 a	0,26 b *	2,17 c
UFU SDi 5	1,50 c	3,09 e	2,95 d *	1,69 b	1,75 a	0,20 c	2,31 c
UFU SDi 7	1,41 c	3,90 d	3,14 d *	1,76 b	1,80 a	0,21 c	2,47 b *
UFU SDi 8	1,55 c	2,87 e	2,53 e	1,45 c	1,75 a	0,18 c	2,38 b
UFU SDi 9	1,53 c	5,07 d *	3,21 d *	1,66 b	1,96 a *	0,21 c	2,23 c
UFU SDi 10	1,49 c	3,81 d	2,69 e	1,52 c	1,76 a	0,19 c	2,26 c
UFU SDi 11	1,57 c	3,27 e	2,57 e	1,48 c	1,74 a	0,19 c	2,27 c
UFU SDi 13	1,54 c	4,03 d *	2,92 d *	1,71 b	1,71 a	0,22 c	2,26 c
UFU SDi 16	1,37 c	3,39 e	2,59 e	1,53 c	1,70 a	0,22 c	2,21 c
UFU SDi 17	1,59 c	7,57 c *	3,60 c *	2,04 b *	1,76 a	0,30 b *	2,05 c
UFU TOM 5	6,23 a *	17,61 b *	6,28 a *	3,61 a *	1,64 a	0,52 a *	2,79 a *
PIZZADORO	5,36 b *	25,13 a *	5,86 b *	3,08 a *	1,63 a	0,52 a *	2,46 b *
UFU MC TOM 1	1,07 c	1,55 e	2,33 e	1,43 c	1,62 a	0,15 c	2,00 c
Média	2,7	6,65	3,37	1,95	1,74	0,26	2,29
CV (%)	5,25	14,23	7,56	10,14	6,06	15,54	8,08
DMS Dunnett	0,19	1,95	0,53	0,41	0,22	0,08	0,38
h ²	98,67	99,52	98,96	98,34	58,26	89,87	78,69
CVg/CVe	4,31	7,22	4,87	3,85	0,59	2,97	0,96

CI: comprimento de internódio (cm); PM: Peso médio de fruto (g); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); FF: formato de fruto; EP: espessura de polpa (cm); NL: (lôculo por fruto⁻¹); CV (%): Coeficiente de variação; h²: coeficientes de determinação genotípica; CVg/CVe: razão entre os coeficientes de variação genética e ambiental. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 0,05. * Médias na coluna diferem da testemunha linhagem doadora anã UFU MC TOM 1 pelo teste de Dunnett a nível de 0,05 de probabilidade.

Vale ressaltar que um dos principais objetivos do estudo foi verificar o incremento das características agrônomicas proporcionado nas populações F_2RC_1 , especialmente em comparação com o doador genitor após realizar um retrocruzamento.

O comprimento de internódio de plantas das populações F_2RC_1 equiparou-se ao genitor doador anão pelos testes de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$) e Dunnett ($\alpha = 0,05$). As populações de tomateiro anão apresentaram em média comprimento de internódio quatro vezes menores comparados as plantas normais (genitor recorrente UFU TOM 5 e Pizzadoro) (Tabela 1). A manutenção de internódios curtos é uma vantagem para a obtenção de tomateiros com estrutura mais compacta e de maior rendimento (FINZI et al., 2017; FRASCA et al., 2014).

As populações UFU SDi 4, UFU SDi 9, UFU SDi 13 e UFU SDi 17 diferiram do genitor doador quanto ao peso médio de frutos em ambos os testes estatísticos Scott Knott ($\alpha = 0,05$) e Dunnett ($\alpha = 0,05$). Essas populações produziram frutos que pesaram em média, três vezes mais que os produzidos por UFU MC TOM 1 (genitor doador).

Foram observados incrementos no comprimento e no diâmetro dos frutos em 60% das populações de tomateiro anão F_2RC_1 avaliadas (Scott-Knott $\alpha = 0,05$) (Tabela 1). Essas populações apresentam em média, comprimento e diâmetro de fruto 35,9% e 24,6% superiores ao genitor doador UFU MC TOM 1, respectivamente.

A superioridade das populações em relação ao genitor doador anão quanto ao peso médio, comprimento e diâmetro de fruto, evidencia a eficiência desse método de melhoramento. A recuperação de características de interesse no primeiro ciclo de retrocruzamento foi relatada na obtenção de populações de tomateiro anão do tipo salada (FINZI et al. 2020).

Os genitores: doador (UFU MC TOM 1) e recorrente (UFU TOM 5) pertencem, respectivamente, aos segmentos de minitomate e saladete, e ambos manifestaram frutos alongados, característica recessiva de herança monogênica (MACIEL, SILVA, 2008), fato que justifica a semelhança das populações com os genitores. Os frutos das populações apresentaram média de 1,77 para formato, que os caracteriza como alongado ($FF > 1,5$), podendo ser inseridos no segmento Italiano/Saladete (ANDRADE et al. 2014).

A população UFU SDi 17 destacou-se em relação às demais por expressar a maior média de peso médio do fruto (7,57 g), comprimento do fruto (3,60 cm), diâmetro do fruto (2,04 cm) espessura da polpa (0,30 cm), indicativo de potencial para o segmento saladete (Tabela 1).

Exceto as populações UFU SDi 4 e UFU SDi 17, que apresentaram espessura de polpa (73,3 e 100%, respectivamente) maior que o genitor doador UFU MC TOM 1, as demais populações apresentaram espessuras de polpa que variaram de apenas 0,18 a 0,22 cm.

A menor quantidade de lóculos foi observada nos frutos produzidos pelo genitor doador anão (dois lóculos). Entre as populações avaliadas, a UFU SDi 7 apresentou em média 2,47 lóculos e diferiu da linhagem doadora UFU MC TOM 1 (Scott-Knott, $\alpha = 0.05$). Frutos de tomate com maior espessura de polpa e menor número de lóculos apresentam maior firmeza, e conseqüentemente maior conservação pós-colheita (SIDDIQUI et al. 2015).

Em geral, com apenas um retrocruzamento, foi possível obter aumentos expressivos relacionados às características agrônômicas nas populações anãs F_2RC_1 , especialmente em relação ao genitor anão doador (Figura 1).

Figura 1- Comparação entre os fenótipos dos genitores doador e recorrente e populações F_2RC_1 quanto a parâmetros agrônômicos.



Fonte: A autora (2021).

O genitor doador UFU MC TOM1 produziu frutos que expressaram as maiores médias para os teores de sólidos solúveis e concentrações de β -caroteno, 9,91 °Brix e 3,55 mg por 100 g, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2- Características de qualidade do fruto avaliadas em dez populações de tomate F₂RC1, genitor recorrente, genitor doador e cultivar comercial

Genótipos	SS	β C	LI
UFU SDi 4	6,67 b *	2,66 b	2,55 a
UFU SDi 5	9,40 a	2,44 b	2,16 a
UFU SDi 7	9,38 a	2,49 b	2,75 a
UFU SDi 8	7,55 b *	3,02 a	2,47 a
UFU SDi 9	9,04 a	3,31 a	3,01 a
UFU SDi 10	8,69 a	2,95 a	2,18 a
UFU SDi 11	9,18 a	2,43 b	3,05 a
UFU SDi 13	8,73 a	2,16 b *	2,38 a
UFU SDi 16	8,22 a *	1,86 b *	1,78 a
UFU SDi 17	9,39 a	2,87 a	2,87 a
UFU TOM5	5,94 b *	2,01 b *	1,94 a
PIZZADORO	6,76 b *	2,28 b *	1,77 a
UFU MC TOM1	9,91 a	3,55 a	2,95 a
Média	8,37	2,62	2,45
CV (%)	9,03	21,08	30,95
DMS Dunnett	1,56	1,14	1,56
h ²	90,91	69,99	31,92
CVg/CVe	1,58	0,76	0,34

SS: teor de sólidos solúveis (°Brix). β C: teor de β -caroteno (mg/100mg); LI: teor de licopeno (mg/100mg); CV (%): Coeficiente de variação; h²: coeficientes de determinação genotípica; CVg/CVe: razão entre os coeficientes de variação genética e ambiental. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 0,05. *Médias na coluna diferem da testemunha linhagem doadora anã UFU MC TOM 1 pelo teste de Dunnett a nível de 0,05 de probabilidade.

As populações de tomateiro anão F₂RC₁, UFU SDi 5, UFU SDi 7, UFU SDi 9, UFU SDi 10 e UFU SDi 17, foram promissoras quanto aos parâmetros de qualidade dos frutos, pois não diferiram do genitor doador quanto aos teores de sólidos solúveis e β -caroteno (Dunnett α = 0,05) (Tabela 2).

Elevados teores de sólidos solúveis acentuam o sabor adocicado em tomate, e conseqüentemente, tem maior preferência pelo consumidor (SCHWARZ et al. 2013). Para tomates destinados ao consumo in natura, os teores de sólidos solúveis de 3 °Brix são considerados aceitáveis (SCHWARZ et al., 2013). Os frutos do tipo Saladete possuem sabor mais adocicado e de maneira geral apresentam teores de sólidos solúveis maior ou igual a 4 °Brix (ANDRADE et al., 2014).

Os teores de licopeno foram semelhantes entre as populações de tomateiro anão, genitores e o híbrido comercial Pizzadoro. As populações UFU SDi 8, UFU SDi 9, UFU SDi 10 e UFU SDi 17 destacaram-se entre as demais, por apresentarem maiores teores de β -caroteno que variaram de 2,87 a 3,31 mg por 100 g.

Os teores de β -caroteno e licopeno observados neste estudo foram superiores aos relatados por Avdikos et al. (2021), que avaliaram a qualidade dos frutos em híbridos de tomate e observaram teores de β -caroteno que variaram entre 0,78 e 1,57 mg por 100 g e teores de licopeno que variaram entre 1,50 e 2,74 mg por 100 g. Além do sabor, o enriquecimento das propriedades nutricionais e antioxidantes por meio do aumento dos teores de β -caroteno e licopeno em tomates para consumo in natura devem ser priorizado (LONDONÕ-GIRALDO et al., 2020)

O genitor recorrente UFU TOM 5 e o híbrido Pizzadoro apresentaram os menores teores de acilacúcares, 22,42 e 21,94 nmols/cm² por folíolo, respectivamente, assim como maior preferência da mosca branca para oviposição, e presença de ninfas e presença de adultos. Em contrapartida, o acesso silvestre *S. pennellii* expressou aproximadamente o dobro do conteúdo de acilacúcares comparado ao genitor recorrente e a testemunha comercial (híbrido Pizzadoro), e as menores médias para número de ovos, ninfas e adultos de mosca branca (Tabela 3).

Tabela 3- Características relacionadas à resistência à mosca branca (*Bemisia tabaci*) avaliadas em dez populações de tomate F2RC1, genitor recorrente, genitor doador, cultivar comercial e acesso silvestre *Solanum pennellii*

Genótipos	AA	O	N	A
UFU SDi 4	37,54 b	2,25 c	6,5 b	0,63 b
UFU SDi 5	32,35 c	2 c	6,81 b	1,94 b
UFU SDi 7	30,71 c	2,31 c	9,19 b	2,5 b
UFU SDi 8	32,96 c	3,44 b *	5,19 b	1,44 b
UFU SDi 9	32,64 c	2,06 c	5,94 b	1,19 b
UFU SDi 10	35,12 c	2,19 c	6,44 b	1 b
UFU SDi 11	32,81 c	2 c	6,63 b	1,81 b
UFU SDi 13	34,71 c	1,38 c	3,69 b	1,25 b
UFU SDi 16	35,26 c	1,88 c	7,44 b	1,81 b
UFU SDi 17	34,83 c	1,69 c	5 b	0,69 b
UFU TOM 5	22,42 d *	3,63 b *	11 b *	20,56 a *
PIZZADORO	21,94 d *	5,88 a *	19,75 a *	20 a *
UFU MC TOM 1	37,94 b	0,69 d	3,88 b	0,5 b

continua...

Tabela 3- cont.

Genótipos	AA	O	N	A
<i>Solanum pennellii</i>	43,96 a	0 d	0 b	0,25 b
Média	33,22	2,24	6,95	3,96
CV (%)	12,16	16,4	42,38	82,66
DMS Dunnett	8,3	0,59	6,06	6,74
h ²	87,37	85,01	89,22	94,41
CVg/Cve	1,31	1,19	1,43	2,06

AA: teor de açiaçúcar (nmols/cm² folha); O: n° de ovos de mosca branca (ovos/cm² folha); N: n° de ninfa de mosca branca (ninfa/cm²folha); A: n° de adultos de mosca branca (adultos/folha). Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05. *Médias na coluna diferem da testemunha *S. pennellii* pelo teste de Dunnett a nível de 0,05 de probabilidade.

Os acilaçúcares, metabólitos secundários presentes nos tricomas glandulares tipos IV nos folíolos do tomateiro, são responsáveis por conferir resistência à mosca branca e outros artrópodes praga pelo mecanismo antixenose (MACIEL et al. 2018; RODRIGUES-LOPEZ et al. 2012).

Dentre as populações F₂RC₁, apenas UFU SDi 4 equiparou-se ao genitor doador anão, em ambos os testes estatísticos, expressando teor de açiaçúcar de 37,54 nmols/cm² de folíolo. Ainda assim esse genótipo não diferiu do genitor doador quanto ao número de ovos, ninfas e adultos em suas folhas (Dunnett $\alpha = 0,05$) (Tabela 3).

Embora o genitor doador e as populações de tomateiro anão F₂RC₁ tenham apresentado teores de açiaçúcares inferiores ao encontrado em *S. pennellii*, esses genótipos foram superiores ao genitor recorrente e ao híbrido Pizzadoro em todos os parâmetros relacionados à resistência à mosca branca. Esses resultados são promissores para minimizar os danos causados pela ação dos insetos pragas, que ocasionam aumento nos custos e reduz significativamente a produção do tomateiro (MACIEL et al., 2017).

As análises univariadas mostraram que com apenas um retrocruzamento foi possível obter populações de tomateiro anão, superiores ao genitor doador anão. Entretanto, utilizar essas análises como método de seleção é uma estratégia pouco eficiente, pois além de permitir ganhos isolados, pode resultar em ganhos indesejáveis para caracteres de interesse (CRUZ, REGAZZI, CARNEIRO, 2012).

Dentre os atributos avaliados, a forma do fruto, teor de licopeno e teor de β -caroteno apresentaram coeficientes de determinação genotípica menores que 70% e relação CVg/CVe menor que 1 (Tabelas 1 e 2). Portanto, a seleção fenotípica com base nessas características não é favorável (LEITE et al., 2016).

Os índices de seleção são análises que permitem a combinação linear e simultânea das características agrônômicas, qualidade de frutos e resistência à mosca branca, além de

maximizar os ganhos da seleção em todos os atributos considerados (CRUZ, REGAZZI, CARNEIRO, 2012). Os índices de seleção de Mulamba e Mock (1978) e distância genótipo-ideótipo (CRUZ 2006) estimaram ganhos totais de 94,2% e 125%, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4- Estimativa dos ganhos de seleção (GS%) para 14 caracteres avaliados em dois índices de seleção

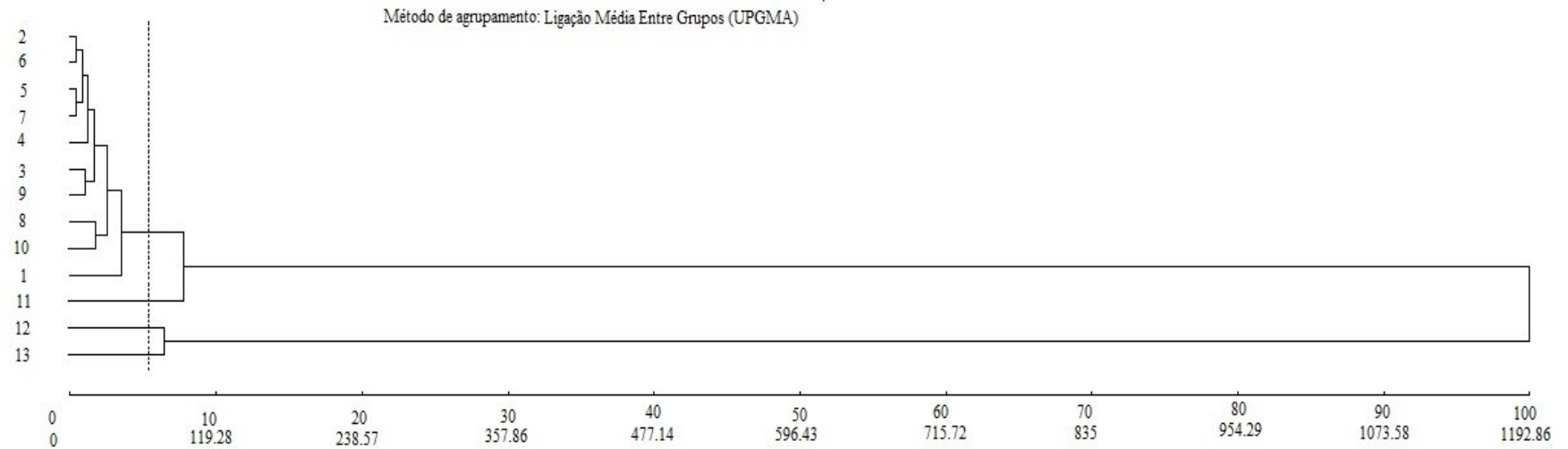
Variáveis	Índices de Seleção	
	Mulamba & Mock	Genótipo –ideótipo
CI	35,8	26,0
PM	71,3	70,3
CF	-40,7	-15,5
DF	6,8	17,7
FF	5,7	11,4
EP	1,6	-17,4
NL	-5,9	23,0
SS	35,2	32,1
βC	-39,2	-23,6
LI	-1,3	-1,2
AA	0,0	0,0
O	-13,1	-25,7
N	-11,9	-8,4
A	49,8	36,2
%GS	94,2	125,0
Genótipos selecionados	UFU TOM 1	UFU TOM 1
	UFU SDi 17	UFU SDi 17
	UFU SDi 9	UFU SDi 10
	UFU SDi 13	UFU SDi 7
	UFU SDi 7	UFU SDi 9

CI: comprimento de internódio (cm); PM: Peso médio de fruto (g); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); FF: formato de fruto; EP: espessura de polpa (cm); NL: (lôculo por fruto⁻¹); SS: teor de sólidos solúveis (°Brix). βC: teor de β-caroteno (mg/100mg); LI: teor de licopeno (mg/100mg); AA: teor de açiaçúcar (nmols/cm² folha); O: n° de ovos de mosca branca (ovos/cm² folha); N: n° de ninfa de mosca branca (ninfa/cm²folha); A: n° de adultos de mosca branca (adultos/folha).

Segundo Leite et al. (2018), a eficiência dos índices de seleção pode ser verificada por meio de ganhos genéticos previstos ou coincidência na seleção de genótipos superiores. Portanto, a coincidência das populações UFU SDi 7, UFU 9 e UFU 17 serem selecionadas pelos índices baseados na soma de ranking Mulamba e Mock (1978) e a distância genótipo-ideótipo (Cruz 2006), mostram a eficiência de aplicação desses métodos na seleção de populações promissoras para obtenção de linhagens de tomateiro anão tipo saladete.

Com base no conhecimento dos genótipos e análise visual do dendrograma foi estabelecido ponto de corte a 6%, região em que ocorreu mudança abrupta na representação, e obtiveram-se quatro grupos distintos. O grupo I foi formado por todas as populações F_2RC_1 , o grupo II pelo genitor doador UFU MC TOM 1, o grupo III pelo genitor recorrente UFU TOM 5 e o grupo IV pelo híbrido Pizzadoro. O fato das populações anãs F_2RC_1 não se agruparem com o genitor doador UFU MC TOM1 reafirma que o primeiro retrocruzamento proporcionou incrementos nas populações anãs, ao ponto de distingui-las (Figura 2).

Figura 2- Dendrograma referente a dissimilaridade divergência genética obtido pelo Método Hierárquico de ligação média UPGMA como medida de dissimilaridade.



Legenda: 1-UFU SDi 4; 2-UFU SDi 5; 3-UFU SDi 7; 4- UFU SDi 8; 5- UFU SDi 9; 6-UFU SDi 10; 7-UFU SDi 11; 8-UFU SDi 13; 9-UFU SDi 16; 10- UFU SDi 17; 11-UFU MC TOM1; 12- UFU TOM5; 13- Híbrido Pizzadoro.

A dissimilaridade genética entre os genótipos avaliados foi bem representada pelo método de agrupamento UPGMA, que apresentou um coeficiente de correlação cofenética de 0,96. Em outros estudos com a cultura do tomate, a variabilidade dos genótipos também foi representada de forma eficiente por este mesmo método (PEIXOTO et al. 2019, FINZI et al. 2020).

4- CONCLUSÃO

Com um retrocruzamento foi possível obter aumentos expressivos nas populações de tomateiro anão para o segmento saladete.

As populações UFU SDi 7, UFU SDi 9 e UFU SDi 17 são as mais promissoras para a obtenção de linhagens de tomateiros de tamanho anão do tipo saladete.

REFERENCIAS

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2.ed.. Lavras: Editora UFLA, 2013. 455 p.

ANDRADE, M. C.; SILVA, A. A. da; CONRADO, T.V.; MALUF, W. R.; ANDRADE, T. M.; OLIVEIRA C. D. de. Combining ability of tomato lines in saladette-type hybrids. **Bragantia**, Campinas, v.73, p.237-245, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0039>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/ztVqwzymwNYzJCw7pMVcVqs/?lang=en>. Acesso em 27 dez 2020

AVDIKOS, I. D.; TAGIAKAS, R.; TSOUVALTZIS, P.; MYLONAS, I.; XYNIAS, I. N.; MAVROMATIS, A. G. Comparative evaluation of tomato hybrids and inbred lines for fruit quality traits. **Agronomy**, Basel, v.11, p.1-14, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11030609>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/3/609>. Acesso em: 22 nov 2020

BORÉM, A.; MIRANDA G. V. **Melhoramento de plantas**. 6.ed. Viçosa, Editora UFV, 2013. 523p.

CONAB - Companhia Brasileira de Abastecimento. **Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense**. Compêndio de Estudos Conab. Brasília, DF, 2019 21p. Disponível em < <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab/item/12529-compendio-de-estudos-da-conab-v-21-tomate-analise-dos-indicadores-da-producao-e-comercializacao-no-mercado-mundial-brasileiro-e-catarinense>> Acesso em: 05 jan 2021.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: biometria**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C. D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.38, p.547-552, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.32629>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/32629>. Acesso em: 21 out 2020

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012, v.2, 514p.

FINZI, R. R.; MACIEL, G. M., PEREZ, H.G., SILLVA, M.F., PEIXOTO, J.V.M., GOMES, D.A. Agronomic potential of BC1 F2 dwarf round tomato populations. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.44, e028819, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044028819>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/dgx6WGNmS3nfdLCnXmJBc5j/?lang=en>. Acesso em: 15 dez 2020

FINZI, R.R.; MACIEL, G.M.; SILVA, E.C.; LUZ, J.M.Q; BORBA, M.E.A. 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> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/WzcCCjqPyrxY6ysVrBS4XXQ/?lang=en>. Acesso em: 15 dez 2020.

FRASCA, A.C.; OZORES-HAMPTON, M.; SCOTT,J.; MCAVOY, E. Effect of plant population and breeding lines on fresh-market, compact growth habit tomatoes growth, flowering pattern, yield, and postharvest quality. **HortScience**, Alexandria Va, v.49, n.12, p.1529-1536, 2014. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.12.1529>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/49/12/article-p1529.xml>. Acesso em: 15 dez 2020

LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; ALCANTARA NETO, F. de; OLIVEIRA, C. B. de; FEITOSA, F. S. Estimativas de parâmetros genéticos, correlações e índices de seleção para seis caracteres agrônômicos em linhagens F8 de soja. **Comunicata Scientiae**, Piauí, v.7, p.302-310, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v7i3.1176>. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/1176>. Acesso em: 16 fev. 2021

LEITE, W. de S.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; SILVA, F. M. da; SILVA, A. J. da; DI MAURO, A. O. Identification of superior genotypes and soybean traits by multivariate analysis and selection index. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.49, p.491-500, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180056> . Disponível em : <https://www.scielo.br/j/rca/a/xTq3J59Skz7kDBFv6s4cRMz/?lang=en>. Acesso em : 16 fev. 2021

LONDOÑO-GIRALDO, L.M.; GONZALEZ, J.; BAENA, A.M.; TAPASCO, O.; CORPAS, E.J.; TABORDA G. Selection of promissory crops of wild cherry-type tomatoes using physicochemical parameters and antioxidant contents. **Bragantia**, Campinas, v.79, p. 169-179, 2020, DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20190276> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/f4ftfmPZKb6nSGqdmTBHXQk/?lang=en>. Acesso em: 27 fev. 2021

MACIEL, G. M.; ALMEIDA, R. S.; ROCHA, J. P. da; ANDALÓ, V.; MARQUEZ, G. R.; SANTOS, N. C.; FINZI, R. R. Mini tomato genotypes resistant to the silverleaf whitefly and to two-spotted spider mites. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto v.16, p.1-9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr16019539> . Disponível em: <https://www.geneticsmr.org/articles/mini-tomato-genotypes-resistant-to-the-silverleaf-whitefly-and-to-twospotted-spider-mites>. Acesso em: 26 jan. 2021

MACIEL, G. M.; MARQUEZ, G. R.; SILVA, E. C. da; ANDALÓ, V.; BELOTTI, I. F. Tomato genotypes with determinate growth and high acylsugar content presenting resistance to spider mite. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.18, p.1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1a1>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/QJddTRwgcLHvQsBQryHp6Ds/?lang=en>. Acesso em 29 dez. 2020.

MACIEL, G. M.; SILVA, E. C. da. Herança do formato do fruto em tomateiro do grupo cereja. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.26, p.495- 498, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000400014> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/K8j6RQ6RdTxZttkmCFTYMDg/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2021

MACIEL, G. M.; SILVA, E. C. da. Proposta metodológica para quantificação de acilaçúcares em folíolos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.32, p.174-177, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000200009> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/XsyhwMYtRsLN8PkRGXfV3c/?lang=pt>. Acesso em: 23 ago. 2020

MACIEL, G.M.; SILVA, E.C.; FERNANDES, M.A.R. Ocorrência de nanismo em planta de tomateiro do tipo grape. **Revista Caatinga**, Mossoró v.28, p. 259-264, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n429rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/9y9NftVCZRZQvVkgMwnsZQw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 jul.2020

MALUF, W. R.; SILVA, V. de F.; CARDOSO, M. das G.; GOMES, L. A. A.; GONÇALVES NETO, Á. C.; MACIEL, G. M.; NÍZIO, D. A. C. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingibereno tomato genotypes. **Euphytica**, Dordrecht , v.176, p.113-123, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-010-0234-8> . Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-010-0234-8>. Acesso em: 17 jul.2020

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EG19790388853>. Acesso em: 17 jan. 2021

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tsukuba, Ibaraki, v.39, p.925-928, 1992. DOI: <https://doi.org/10.3136/nskkk1962.39.925>. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/browse/nskkk1962/_pubinfo/-char/en. Acesso em : 17 out. 2020

PEIXOTO, J. V. M.; ALMEIDA, R. S. de; ROCHA, J. P. R. DA; MACIEL, G. M.; SANTOS, N. C.; PEREIRA, L. M. Hierarchical and optimization methods for the characterization of tomato genotypes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, São Paulo, v.23, p.27-32, 2019. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n1p27-32>. Disponível em : <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/KGK6nmk8bHwwS3jhvG6jMNf/?lang=en>. Acesso em: 11 jan. 2021

RODRIGUEZ-AMAYA D. B. **A Guide to Carotenoids Analysis in Food**. Washington, ILSI Press, 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. IFPRI and CIAT. Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT, 2004. 58p.

RODRÍGUEZ-LÓPEZ, M. J.; GARZO, E.; BONANI, J. P.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R.; MORIONES, E.; FERERES, A. Acylsucrose-producing tomato plants forces *Bemisia tabaci* to shift its preferred settling and feeding site. **PLoS ONE**, San Francisco v.7, p.1-9, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033064>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0033064>. Acesso em: 15 fev. 2021

SCHWARZ, K.; RESENDE, J. T. V. de; PRECZENHAK, A. P.; PAULA, J. T. de; FARIA, M. V.; DIAS, D. M. Desempenho agrônomico e qualidade físicoquímica de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.31, p.410-418, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300011> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/8Rg3VstjBT3S96F9jTVdXsh/abstract/?lang=pt>. Acesso em : 15 fev. 2021

SIDDIQUI, M. W.; AYALA-ZAVALA, J. F.; DHUA, R. S. Genotypic Variation in Tomatoes Affecting Processing and Antioxidant Attributes. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia. v.55 p.1819-1835, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.710278>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2012.710278>. Acesso em: 23 mar. 2021

SUN, X.R.; LIU, L.; ZHI, X.N.; BAI, J.R.; CUI, Y.N.; SHU, J.S.; LI, J.M. Genetic analysis of tomato internode length via mixed major gene plus polygene inheritance model. **Scientia Horticulturae** Amsterdam, v. 246, p. 759-764, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.044> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818308252>. Acesso em: 12 ago. 2020

WU, Z.; TANG, D.; LIU, K.; MIAO, C.; ZHUO, X.; LI, Y.; TAN, X.; SUN, M.; LUO, Q.; CHENG, Z. Characterization of a new semidominant dwarf allele of SLR1 and its potential application in hybrid rice breeding. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.69, p.4703-4713, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/ery243>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29955878/>. Acesso em: 23 mar. 2021

CAPÍTULO II

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE POPULAÇÕES DE TOMATEIRO ANÃO TIPO SALADETE

RESUMO

Pesquisas têm mostrado que plantas anãs apresentam potencial para uso na obtenção de híbridos de tomateiro. Um dos entraves tem sido a dificuldade em avaliar dissimilaridade genética em germoplasma de tomateiro anão apenas por meio das técnicas univariadas e multivariadas convencionais. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial agrônomico e a dissimilaridade genética de populações de tomateiro anão tipo saladete por meio do uso de redes neurais artificiais (RNAs). As seguintes características foram analisadas: peso médio do fruto, diâmetro e comprimento do fruto, formato do fruto, espessura da polpa, número de lóculos, comprimento entre internódios, teores de sólidos solúveis, β -caroteno, licopeno e teores foliares de zingibereno. Os dados foram analisados por meio de teste de médias e a dissimilaridade genética foi mensurada utilizando a Distância generalizada de Mahalanobis representada pelo método hierárquico (UPGMA) e por meio das RNAs através do Mapa Auto Organizável de Kohonen (SOM). Ambas as metodologias corroboraram na distinção das populações F_3RC_1 do genitor doador anão. O SOM foi mais coerente na distinção da similaridade genética entre as populações F_3RC_1 de tomateiro anão e permitiu a determinação dos pesos de cada variável na formação dos grupos. A população F_3RC_1 UFU SDi 13-1 é promissora para a obtenção de linhagens de tomateiro anão do tipo saladete.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum*; nanismo; retrocruzamento; inteligência computacional; dissimilaridade genética.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND GENETIC DISSIMILARITY AMONG SALADETTE TYPE DWARF TOMATO PLANT POPULATIONS

ABSTRACT

Studies have shown that dwarf plants have the potential for use in obtaining hybrids. One of the hindrances has been the difficulty in assessing genetic dissimilarity in dwarf tomato germplasm by conventional univariate and multivariate techniques alone. The aim of this study was to evaluate the agronomic potential and genetic dissimilarity of saladette type dwarf tomato plant populations through the use of artificial neural networks (ANNs). The following traits were analyzed: mean fruit weight, transverse and longitudinal fruit diameter, fruit shape, pulp thickness, locule number, internode length, soluble solids content, and β -carotene, lycopene, and leaf zingiberene contents. A dendrogram obtained by the unweighted pair-group method with arithmetic mean (UPGMA) and Kohonen self-organizing maps (SOM) agreed in the distinction of the BC_1F_3 populations from the dwarf donor parent. SOM was more consistent in identifying the genetic similarities among the BC_1F_3 dwarf tomato plant populations and allowed for the determination of weights of each variable in the cluster formation. The UFU SDi 13-1 BC_1F_3 population was revealed to be a promising option for obtaining saladette type dwarf tomato plant lines.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; dwarfism; backcrossing; computational intelligence; genetic dissimilarity.

1- INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma das principais hortaliças produzidas e consumidas no mundo (MAHAM et al., 2020). A exigência do mercado por tomates de mesa com melhor qualidade gustativa e versatilidade culinária tem estimulado a expansão do cultivo de tomateiro do segmento saladete (SHIRAHIGE et al., 2010). Todavia, os elevados custos de produção associados à alta suscetibilidade da cultura aos diferentes tipos de estresses bióticos e abióticos tem incentivado também a busca por alternativas que tornem a tomaticultura mais viável ao produtor (ALMEIDA et al., 2015; WANSER et al., 2012).

O melhoramento genético de plantas tem sido uma importante estratégia para aumentar a produtividade das culturas de forma rentável e sustentável (BARBOSA et al., 2011). Em minitomate, a redução dos internódios por meio do melhoramento genético a partir de um parental de porte anão (MACIEL et al., 2015) possibilitou resultados promissores na obtenção de híbridos mais produtivos e de arquitetura compacta (FINZI et al., 2017). Para o segmento do tipo salada, destinados ao consumo in natura, a obtenção de populações de tomateiro anão também é uma realidade (FINZI et al., 2020). Já para tomate do tipo saladete, são escassas informações sobre a obtenção e uso de plantas anãs.

A caracterização e análise da dissimilaridade genética entre as populações são essenciais para distinguir genótipos mais divergentes e promissores (MACIEL et al., 2018). Tradicionalmente, tem-se utilizado técnicas multivariadas como dendrogramas, agrupamento de Tocher, variáveis canônicas e componentes principais para caracterizar germoplasma de tomateiro normal (ALSAMIR et al., 2019; MACIEL et al., 2018; PEIXOTO et al., 2020) e germoplasma de tomateiro anão (FINZI et al., 2020).

Maiores dificuldades surgem na caracterização e análise de germoplasma de tomateiro anão, pois as plantas possuem morfologias consideravelmente diferentes dos tomateiros de tamanho normal (FINZI et al., 2017, FINZI et al., 2020), o que requer o refinamento de métodos e o uso de novas técnicas de otimização. As redes neurais artificiais (RNAs) têm sido utilizadas para obtenção de mapas auto-organizados (SOMs), e pode ser uma alternativa no estudo da dissimilaridade genética em tomateiro anão do tipo saladete.

As RNAs apresentam vantagens comparativas em relação às metodologias tradicionalmente utilizadas, como a possibilidade de abordagem não paramétrica, tolerância à perda de dados e eficácia quando se deseja reconhecer padrões e estabelecer

agrupamentos (KAVZOGLU, MATHER, 2003). Os SOMs são uma classe de RNAs, que utilizam um mecanismo de aprendizado competitivo por meio da distância, como função de ativação para reconhecer semelhanças entre padrões de entrada e estabelecer agrupamentos (CRUZ, NASCIMENTO, 2018). Isso permite o estudo da dissimilaridade genética em diferentes germoplasmas, como arroz (SANTOS et al., 2019), alfafa (SANTOS et al., 2020) e algodão (CARDOSO et al., 2021).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial agrônomo e a dissimilaridade genética de populações de tomateiro anão tipo saladete usando inteligência computacional.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2019 a março de 2020 na estação experimental de hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Monte Carmelo, MG, Brasil (18°42'43,19" S, 47°29'55,8" O; altitude de 873 m) em estufa tipo arco (7 × 21 m) coberta com filme de polietileno transparente de 150 µm com proteção contra radiação ultravioleta e cortinas laterais de tela branca anti-afídio.

As populações anãs de tomateiro (F₃RC₁) utilizadas no estudo são pertencentes ao Banco de Germoplasma de Tomateiro da UFU. Foram obtidas a partir de duas autofecundações de um primeiro retrocruzamento, após hibridação de uma linhagem pré-comercial homocigota (UFU TOM 5) com padrão de fruto do tipo Saladete (genitor recorrente) *versus* linhagem anã (UFU MC TOM1) com padrão de fruto tipo minitomate (Maciel; Silva; Fernandes, 2015).

Dessa forma, foram avaliadas dezenove populações (1: UFU SDi 11-4; 2: UFU SDi 17-8; 3: UFU SDi 7-4; 4: UFU SDi 17-5; 5: UFU SDi 4-3; 6: UFU SDi 5-4; 7: UFU SDi 17-7; 8: UFU SDi 13-1; 9:UFU SDi 13-2; 10: UFU SDi 17-1; 11:UFU SDi 13-3; 12:UFU SDi 7-2; 13:UFU SDi 11-5; 14: UFU SDi 10-5; 15: UFU SDi 4-6; 16: UFU SDi 17-9; 17: UFU SDi 17-6; 18: UFU SDi 18-1; 19: UFU SDi 6-1), genitor doador (UFU MC TOM 1), genitor recorrente (UFU TOM 5) e o híbrido comercial Pizzadoro, totalizando 22 tratamentos.

Os genótipos foram semeados em bandejas de poliestireno (200 células) preenchidas com substrato a base de fibra de coco. O transplante ocorreu aos 40 dias

após a semeadura (DAS) em vasos plásticos de 5L contendo o mesmo substrato da semeadura. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendações para a cultura do tomateiro em cultivo protegido (ALVARENGA, 2013).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, sendo cada parcela experimental composta por seis plantas distribuídas em fileiras duplas no espaçamento de 0,3 x 0,3 m. Entre as linhas duplas foi utilizado espaçamento de 0,8 m.

Os frutos de cada parcela foram colhidos a partir de 90 DAS, e foram contabilizados e pesados para determinar o peso médio de fruto (PM). Posteriormente, foram amostrados quinze frutos por parcela e avaliados: o comprimento do fruto (CF) - mensurado a partir da cicatriz de inserção do pedúnculo à terminação floral do fruto; diâmetro do fruto (DF) - mensurado no sentido transversal do fruto cortado; formato de fruto (FF) - determinado pela razão entre o comprimento e diâmetro de fruto; e espessura de polpa (EP) - determinada pela maior distância do mesocarpo do fruto. O número de lóculos (NL) foi determinado através da contagem direta dos lóculos no fruto.

O comprimento de internódio (CI) foi calculado como a razão entre a altura e o número de nós da planta medidos no final do ciclo da cultura (155 DAS). O teor de sólidos solúveis (SS) foi medido em °Brix usando um refratômetro portátil digital (Atago PAL-1 3810).

A extração e quantificação de β -caroteno (β C) e licopeno (LI) foram realizadas de acordo com a metodologia adaptada de Rodriguez-Amaya (2001). A polpa de tomate foi triturada e 1 g do material foi colocado em tubo de ensaio, contendo 3 mL de acetona 100%. As amostras foram mantidas no escuro a temperatura de 8 °C por 48 horas. O sobrenadante foi então avaliado por espectrofotometria, e os valores de absorbância foram obtidos para β C e LI nos comprimentos de onda de 450 nm e 470 nm, respectivamente. Os pigmentos foram quantificados de acordo com os protocolos descritos por Rodriguez-Amaya, 2001, Rodriguez-Amaya e Kimura, 2004.

O teor foliar de zingibereno (ZGB) foi determinado aos 80 DAS, utilizando uma amostra composta por oito discos foliares (equivalentes a 4,2 cm²) de cada planta da parcela. Os discos foram coletados de folíolos do terço superior das plantas e colocados em tubos de ensaio. O aleloquímico zingibereno foi extraído e quantificado seguindo a metodologia descrita por Freitas et al. (2000).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($\alpha = 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($\alpha = 0,05$) e pelo teste Dunnett ($\alpha = 0,05$), sendo a linhagem doadora anã (UFU MC TOM1) considerada a testemunha, para fins de determinação dos ganhos obtidos pelo retrocruzamento. Também foram analisados os seguintes parâmetros genéticos: coeficiente de variação genotípica (h^2), coeficiente de variação genética (CV_g) e razão entre o coeficiente de variação genética e ambiental (CV_g/CV_e).

A dissimilaridade genética entre as populações de tomateiro anão foi estudada pelo método convencional, realizado a partir da obtenção da matriz de distância generalizada de Mahalanobis. A diversidade genética foi representada por dendrograma obtido pelo método hierárquico *Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages* (UPGMA) validado pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC). Adicionalmente, foi realizada a análise a partir do uso da inteligência computacional por RNA.

O mapa auto-organizável (SOM) foi obtido pela aplicação de uma abordagem tradicional não supervisionada de acordo com as características avaliadas e os requisitos do estudo. O treinamento da rede para obtenção do SOM foi realizado em 5000 épocas (igual ao número total de comparações realizadas), com quatro neurônios em cada dimensão e um padrão de raio vizinho = 1.

O modelo foi validado usando diferentes configurações para o número de neurônios. As combinações foram testadas variando o número de linhas (2 a 5) e colunas (2 a 5). Para selecionar a melhor arquitetura, foram realizadas 5000 sessões de treinamento para cada combinação. Assim, observou-se que a combinação que melhor representou a dissimilaridade genética do germoplasma de tomate anão do tipo saladete foi a de quatro linhas e quatro colunas (16 neurônios) com padrão de raio vizinho de 1, topologia vizinha hexagonal, arquitetura de rede feedforward com uma camada de entrada (meios) e um neurônio de saída, e uma função de ativação do tipo distância euclidiana.

Todas as análises foram realizadas por meio do software GENES, integrado aos softwares R e MATLAB (CRUZ, 2016).

3- RESULTADOS

Os genótipos em estudo diferiram para todas as características agronômicas, qualidade de fruto e teores foliares de zingibereno (Teste F $\alpha = 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1- Características agronômicas avaliadas em dezenove populações de tomateiro F₃RC₁, genitor recorrente, genitor doador e testemunha comercial. Monte Carmelo, MG, 2020

Genótipos	PM		CF		DF		FF		EP		NL		IL		ZGB	
UFU SDi 11-4	17,38	i *	4,59	e *	2,75	e *	1,67	b *	0,46	e *	2,28	d	2,36	b *	0,10	c *
UFU SDi 17-8	21,62	g *	4,86	e *	2,98	e *	1,63	b *	0,51	e *	2,34	d	2,16	c *	0,08	c *
UFU SDi 7-4	25,50	f *	4,78	e *	3,08	d *	1,56	c *	0,55	d *	2,45	c *	1,66	d	0,17	b *
UFU SDi 17-5	20,39	h *	4,85	e *	3,00	e *	1,62	c *	0,49	e *	2,45	c *	2,07	c *	0,06	d *
UFU SDi 4-3	23,35	g *	4,84	e *	3,05	d *	1,59	c *	0,54	d *	2,44	c *	1,73	d	0,06	d *
UFU SDi 5-4	26,31	f *	5,18	d *	3,15	d *	1,65	b *	0,57	d *	2,47	c *	1,94	d	0,16	b *
UFU SDi 17-7	18,54	h *	4,88	e *	2,96	e *	1,65	b *	0,52	d *	2,57	c *	2,03	c *	0,09	c *
UFU SDi 13-1	41,89	c *	5,49	c *	3,75	b *	1,46	d *	0,76	b *	2,65	b *	2,02	c *	0,13	b *
UFU SDi 13-2	19,33	h *	4,81	e *	2,79	e *	1,73	b *	0,46	e *	2,53	c *	1,96	d	0,11	c *
UFU SDi 17-1	30,22	e *	5,49	c *	3,43	c *	1,60	c *	0,60	c *	2,47	c *	1,96	d	0,10	c *
UFU SDi 13-3	22,73	g *	4,79	e *	3,00	e *	1,60	c *	0,45	e *	2,74	b *	1,71	d	0,05	d *
UFU SDi 7-2	25,20	f *	4,66	e *	3,08	d *	1,52	d *	0,51	e *	2,85	b *	1,91	d	0,16	b *
UFU SDi 11-5	16,46	i *	4,53	e *	2,86	e *	1,59	c *	0,46	e *	2,45	c *	2,08	c	0,05	d *
UFU SDi 10-5	22,71	g *	4,05	f *	2,82	e *	1,44	d *	0,44	e *	2,58	c *	1,89	d	0,14	b *
UFU SDi 4-6	26,37	f *	4,81	e *	3,10	d *	1,56	c *	0,50	e *	2,82	b *	1,82	d	0,10	c *
UFU SDi 17-9	19,36	h *	5,14	d *	2,90	e *	1,78	a	0,49	e *	2,30	d	2,44	b *	0,12	b *
UFU SDi 17-6	22,03	g *	5,00	e *	3,02	d *	1,66	b *	0,48	e *	2,47	c *	2,40	b	0,04	d *
UFU SDi 18-1	33,86	d *	5,75	c *	3,22	d *	1,79	a	0,62	c *	2,73	b *	2,18	c	0,08	c *
UFU SDi 6-1	25,68	f *	4,66	e *	3,08	d *	1,51	d *	0,56	d *	2,48	c *	2,31	b	0,07	d *
UFU TOM 5	74,34	a *	7,53	a *	4,48	a *	1,69	b *	0,94	a *	3,38	a *	6,93	a *	0,05	d *

...continua...

Tabela 1. Cont.

Genótipos	PM		CF		DF		FF		EP		NL		IL		ZGB	
Pizzadoro	55,43	b *	6,33	b *	4,30	a *	1,50	d *	0,95	a *	2,78	b *	6,79	a *	0,03	d *
UFU MC TOM 1	5,00	j	3,44	g	1,85	f	1,87	a	0,21	f	2,00	e	1,31	e	0,22	a
Média	26,98		5,01		3,12		1,62		0,55		2,55		9,35		0,10	
CV (%)	4,38		4,86		5,57		4,57		6,92		6,15		2,44		28,23	
h^2	99,32		97,67		97,31		88,13		98,63		91,58		97,66		91,87	
CV_g	53,35		15,76		16,76		6,24		29,41		10,14		59,51		47,98	
CV_g/CV_e	12,36		3,24		3,00		1,36		4,24		1,64		6,36		1,68	

PM: Peso médio de fruto (g); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); FF: formato de fruto; EP: espessura de polpa (cm); NL: (lôculo por fruto); CI: comprimento de internódio (cm); ZGB: teor de zingibereno (270 nm). Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05. *Médias na coluna diferem da testemunha linhagem doadora anã UFU MC TOM 1 pelo teste de Dunnett a nível de 0,05 de probabilidade. h^2 : coeficientes de determinação genotípica; CV_g : coeficientes de variação genética; CV_g/CV_e : razão entre os coeficientes de variação genética e ambiental.

As populações anãs F_3RC_1 produziram frutos de maior tamanho comparados aos produzidos pelo genitor doador UFU MC TOM 1 (Scott-Knott e Dunnett, $\alpha = 0,05$). As populações UFU-SDi 13-1, UFU-SDi 17-1 e UFU-SDi 18-1 se destacaram pela produção de frutos com peso médio superior a 30 g. As populações UFU-13-1 e UFU-17-1 foram superiores as demais populações expressando comprimento de fruto igual a 5,49 cm e diâmetro de fruto de 3,43 e 3,75 cm, respectivamente.

O genitor recorrente apresentou em média 3,38 lóculos por frutos, enquanto o genitor doador apresentou em média duas unidades por fruto. Os frutos das populações expressaram número de lóculos intermediários aos genitores, que variaram de 2,28 a 2,85 unidades. No entanto, as populações UFU SDi 11-4, UFU SDi 17-8 e UFU SDi 17-9 não diferiram estatisticamente do genitor doador pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$), expressando os menores números de lóculos entre as populações.

A espessura de polpa dos frutos das populações anãs apresentou-se 155% superior aos frutos do genitor doador. De maneira geral, 42,1 % das populações apresentaram espessuras de polpa superiores a 0,55 cm.

O formato de fruto alongado foi predominante entre as populações F_3RC_1 , genitores e testemunha comercial. Apesar das diferenças estatísticas, todos os genótipos apresentaram índice de formato de fruto superior a 1.

As plantas de fenótipo normal apresentaram internódios com comprimentos superiores a 6,5 cm, enquanto o comprimento de internódio das populações anãs F_3RC_1 variou de 1,66 a 2,44 cm. Comprimentos de internódios inferiores a 2 cm foram verificados em 47,4% das populações. Se destacaram as populações UFU SDi 7-4, UFU SDi 4-3, e UFU SDi 13-3 que não diferiram estatisticamente do genitor doador que apresentou internódios com comprimento igual a 1,31 cm (Dunnett $\alpha = 0,05$).

O genitor doador UFU MC TOM1 apresentou maior teor de zingibereno (0,22 nm) diferindo dos demais genótipos em ambos os testes (Scott Knott e Dunett $\alpha = 0,05$). Os menores teores deste aleloquímico foram observados no híbrido Pizzadoro (0,03 nm), genitor recorrente e nas populações UFU SDi 17-5, UFU SDi 4-3, UFU SDi 13-3, UFU SDi 11-5, UFU SDi 17-6 e UFU SDi 6-1. As populações UFU SDi 7-4, UFU SDi 5-4, UFU SDi 13-1, UFU SDi 7-2, UFU SDi 10-5 e UFU SDi 17-9 apresentaram teores intermediários deste aleloquímico.

Os incrementos expressivos obtidos pelas populações F_3RC_1 quando comparados ao genitor doador com relação às características agrônômicas evidenciam a eficiência do primeiro retrocruzamento (Figura 1).

Figura 1- Comparação entre plantas de fenótipo anão



Legenda: GD= genitor doador; 1= UFU SDi 11-4; 2= UFU SDi 17-8; 3= UFU SDi 7-4; 4= UFU SDi 17-5; 5= UFU SDi 4-3; 6= UFU SDi 5-4; 7= UFU SDi 17-7; 8= UFU SDi 13-1; 9= UFU SDi 13-2; 10=UFU SDi 17-1; 11=UFU SDi 13-3; 12= UFU SDi 7-2; 13= UFU SDi 11-5; 14= UFU SDi 10-5; 15=UFU SDi 4-6; 16= UFU SDi 17-9; 17= UFU SDi 17-6; 18=UFU SDi 18-1; 19=UFU SDi 6-1. Fonte: A autora (2021).

Quanto aos parâmetros de qualidade dos frutos as populações anãs F_3RC_1 , genitores e a cultivar comercial se diferenciaram para todas as características avaliadas, pelo teste de Scott Knott ($\alpha = 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2- Características de qualidade do fruto avaliadas em 19 populações de tomateiro anão F₃RC₁, genitor recorrente, genitor doador e testemunha comercial. Monte Carmelo, MG, Brasil, 2020

Genótipos	SS		LI		βC	
UFU SDi 11-4	5,01	c *	2,77	a	1,61	b
UFU SDi 17-8	5,18	c *	3,55	a	2,24	a
UFU SDi 7-4	4,50	d *	3,52	a	1,72	b
UFU SDi 17-5	5,26	c *	2,34	b	1,41	b *
UFU SDi 4-3	6,28	b *	2,91	a	1,61	b
UFU SDi 5-4	5,05	c *	2,75	a	1,75	b
UF SDi 17-7	5,10	c *	3,07	a	2,25	a
UFU SDi 13-1	5,40	c *	3,34	a	2,32	a
UFU SDi 13-2	4,82	d *	1,89	b	1,99	a
UFU SDi 17-1	4,64	d *	2,87	a	1,61	b
UFU SDi 13-3	4,32	d *	2,27	b	1,20	b *
UFU SDi 7-2	5,25	c *	1,88	b	1,49	b *
UFU SDi 11-5	5,18	c *	2,88	a	1,88	a
UFU SDi 10-5	5,32	c *	2,79	a	1,59	b
UFU SDi 4-6	5,45	c *	2,41	b	1,37	b *
UFU SDi 17-9	5,85	b *	2,60	b	1,84	a
UFU SDi 17-6	5,10	c *	3,09	a	1,98	a
UFU SDi 18-1	5,55	c *	3,12	a	2,05	a
UFU SDi 6-1	4,93	c *	3,38	a	1,91	a
UFU TOM 5	5,21	c *	2,43	b	1,65	b
Pizzadoro	5,73	b *	2,63	b	1,49	b *
UFU MC TOM1	7,10	a	2,71	a	2,39	a
Média	5,28		2,77		1,78	
CV (%)	6,86		22,57		28,53	
h ²	90,73		54,06		51,87	
CV _g	10,74		12,54		13,15	
CV _g /CV _e	1,56		0,54		0,51	

SS: teor de sólidos solúveis (°Brix); LI: teor de licopeno (mg/100 g); βC: teor de β-caroteno (mg/100 g). Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 0,05. *Médias na coluna diferem da testemunha linhagem doadora anã UFU MC TOM 1 pelo teste de Dunnett a nível de 0,05 de probabilidade. h²: coeficientes de determinação genotípica; CV_g: coeficientes de variação genética; CV_g/CV_e: razão entre o coeficiente de variação genética e ambiental.

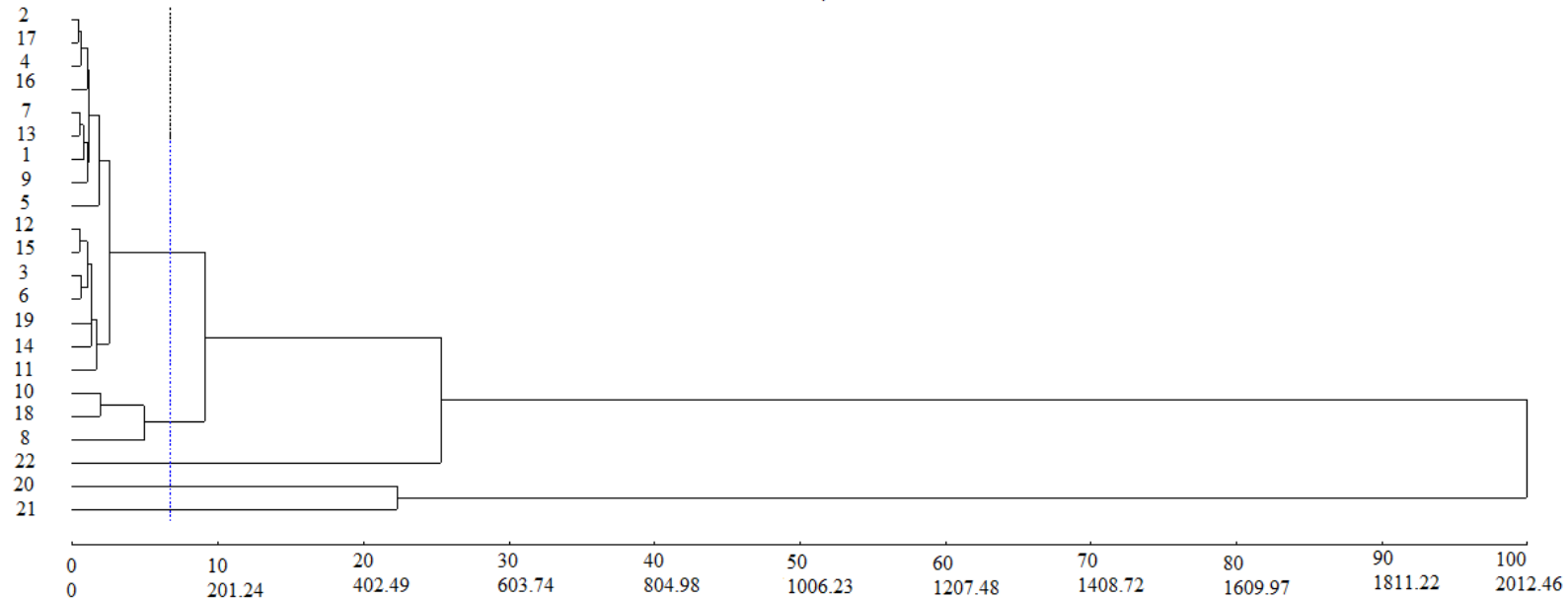
O maior teor de sólidos solúveis (7,10 °Brix) foi observado nos frutos produzidos pelo genitor doador UFU MC TOM 1. As populações UFU SDi 4-3 e UFU SDi 17-9 juntamente com o híbrido Pizzadoro, se destacaram entre os demais genótipos expressando teores de sólidos solúveis superiores a 5,70 °Brix. As populações UFU SDi 7-4, UFU SDi 13-2, UFU SDi 17-1 e UFU SDi 13-3 expressarem teores de sólidos solúveis inferiores a 5,0 °Brix.

Os frutos do genitor doador UFU MC TOM 1 além de apresentarem elevado teor de sólidos solúveis, expressaram maior teor de betacaroteno (2,39 mg/100g). Teores de betacaroteno similares ao do genitor doador foram observados em 76,2% das populações anãs F₃RC₁. Ademais, 68,4 % das populações F₃RC₁ produziram frutos com teores de licopeno superior a 2,71 mg/100g e equipararam ao genitor doador UFU TOM1 em ambos os testes (Dunnett e Scott-Knott $\alpha = 0,05$). As populações UFU SDi 6-1, UFU SDi 11-5, UFU SDi 13-1, UFU SDi 17-8, UFU SDi 17-7, UFU SDi 17-6 e UFU SDi 18-1 se destacaram por apresentarem elevados teores destes carotenoides.

Com exceção dos teores de licopeno e betacaroteno, as demais variáveis apresentaram coeficientes de determinação genotípica (h^2) e razão CV_g/CV_e superiores a 0,70 e 1, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

O dendrograma obtido pelo método de agrupamento de ligação média entre os grupos UPGMA (Figura 2) apresentou coeficiente de correlação cofenética (CCC) igual a 0,88 e distorção de 16,67.

Figura 2- Dendrograma da divergência genética obtido pelo Método Hierárquico de ligação média “UPGMA” com base na distância generalizada de Mahalanobis

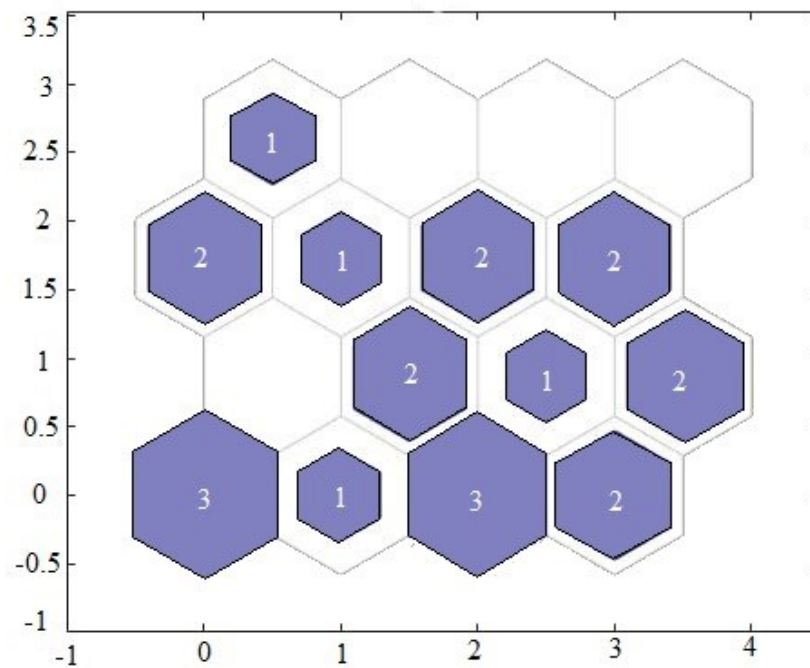


Legenda: 1=UFU SDi 11-4; 2= UFU SDi 17-8; 3= UFU SDi 7-4; 4= UFU SDi 17-5; 5= UFU SDi 4-3; 6= UFU SDi 5-4; 7= UFU SDi 17-7; 8= UFU SDi 13-1; 9= UFU SDi 13-2; 10=UFU SDi 17-1; 11=UFU SDi 13-3; 12= UFU SDi 7-2; 13= UFU SDi 11-5; 14= UFU SDi 10-5; 15=UFU SDi 4-6; 16= UFU SDi 17-9; 17= UFU SDi 17-6; 18=UFU SDi 18-1; 19=UFU SDi 6-1 20: UFU TOM 5; 21:Pizzadoro; 22: UFU MC TOM 1.

O ponto de corte do dendrograma foi estabelecido de acordo com a mudança abrupta de nível no dendrograma em 8% de dissimilaridade, e assim, foram obtidos cinco grupos. O genitor doador UFU MC TOM 1, o genitor recorrente UFU TOM 5 e híbrido Pizzadoro formaram três grupos distintos. As populações anãs se dividiram em dois grupos, um formado por 84,2% das populações F_3RC_1 e o outro pelos genótipos UFU SDi 17-1, UFU SDi 18-1 e UFU SDi 13-1 (Figura 2).

Empregando o método de SOM, dos dezesseis neurônios estabelecidos com 4 linhas e 4 grades para o comando, os 22 genótipos foram classificados e doze classes foram preenchidas (Figura 3).

Figura 3- Mapa auto-organizável de Kohonen para doze classes de classificação, formadas por meio de rede neural artificial



Legenda: Classe 1: linha 1 coluna 1; Classe 2: linha 1 coluna 2; Classe 3: linha 1 coluna 3; Classe 4: linha 1 coluna 4; Classe 5: linha 2 coluna 1; Classe 6: linha 2 coluna 2; Classe 7: linha 2 coluna 3; Classe 8: linha 2 coluna 4; Classe 9: linha 3 coluna 1; Classe 10: linha 3 coluna 2; Classe 11: linha 3 coluna 3; Classe 12: linha 3 coluna 4; Classe 13: linha 4 coluna 1; Classe 14: linha 4 coluna 2; Classe 15: linha 4 coluna 3; Classe 16: linha 4 coluna 4.

As classes 1 e 3 foram constituídas por três genótipos e classificaram maior quantidade de acessos. As classes 2, 7, 10 e 13 classificaram apenas um genótipo evidenciando a dissimilaridade genética desses acessos em relação aos demais. As classes 4,

6, 8, 9 11 e 12 foram constituídas por dois genótipos. Nenhum genótipo ficou alocado na classe 5 evidenciando a existência de baixa similaridade entre os genótipos agrupados nas classes 1 e 10, assim como as classes 2 e 10. Similar ao comportamento ocorrido na classe 5, as classes 14, 15 e 16 também não alocaram nenhum genótipo.

As populações UFU SDi 13-3, UFU SDi 11-5, UFU SDi 13-1 e o genitor doador UFU TOM 1 formaram grupos isolados de baixa similaridade com as demais populações pelo método de SOM (Tabela 3).

Tabela 3- Agrupamentos obtidos pela classificação das observações dos agrupamentos (4x4 de raio 1) dos genótipos nas classes formadas por meio de rede neural artificial pelo (SOM).

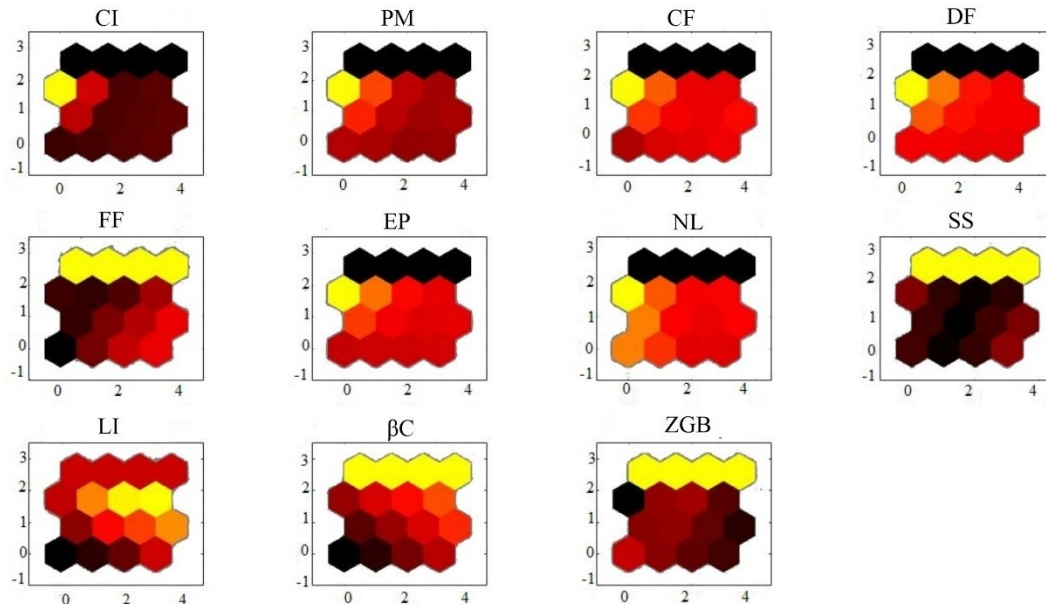
Grupo	Classe	Grupos
I	1	UFU SDi 7-2; UFU SDi 10-5; UFU SDi-4-6
II	2	UFU SDi 13-3
III	3	UFU SDi 11-4; UFU SDi 17-5; UFU SDi 13-2
IV	4	UFU SDi 17-9; UFU SDi 4-3
VII	6	UFU SDi 17-6; UFU SDi 18-1
VI	7	UFU SDi 11-5
V	8	UFU SDi 5-4; UFU SDi 17-1
VIII	9	UFU MC TOM 5; cv. Pizzadoro
IX	10	UFU SDi 13-1
X	11	UFU SDi 6-1; UFU SDi 7-4
XI	12	UFU SDi 17-8; UFU SDi 17-7
XII	13	UFU TOM 1

Os grupos que reuniram maior número de populações na representação de SOM foram I e III, sendo constituídos pelas populações F₃RC₁: UFU SDi 7-2; UFU SDi 10-5; UFU SDi-4-6 e UFU SDi 11-4; UFU SDi 17-5; UFU SDi 13-2, respectivamente. Entre os doze agrupamentos formados no método de SOM, apenas o agrupamento que constitui o genitor doador corroborou com a representação do dendrograma pelo método UPGMA.

Foi possível verificar a maior dissimilaridade genética da população UFU SDi 13-1 em relação às demais, uma vez que esse genótipo ficou alocado em um grupo isolado correspondente a classe 10 no SOM (Figura 3) e no grupo com menor quantidade de populações anãs no dendrograma obtido pelo método UPGMA (Figura 2).

A influência que cada variável exerceu sobre cada grupo formado no SOM foi apresentada na representação da topologia dos neurônios da rede gerada por meio dos pesos e a associação de cada variável de entrada com o neurônio de saída (Figura 4).

Figura 4- Características e pesos na ativação de cada neurônio do SOM. Cores mais claras representam maior influência de uma variável sobre o grupo determinado pelo neurônio.



CI: comprimento de internódio (cm); PM: Peso médio de fruto (g); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); FF: formato de fruto; EP: espessura de polpa (cm); NL: (lôculo por fruto⁻¹); SS: teor de sólidos solúveis (°Brix); LI: teor de licopeno (mg/100 g); βC: teor de β-caroteno (mg/100 g); ZGB: teor de zingibereno (270 nm).

As características determinantes na distinção do genitor doador UFU MC TOM 1 foi o formato de fruto, e os teores de sólidos solúveis, β-caroteno e zingibereno. O teor de licopeno foi uma característica importante na distinção dos agrupamentos correspondentes as classes 11 e 12 em que foram alocadas as populações UFU SDi 6-1, UFU SDi 7-4, UFU SDi 17-8 e UFU SDi 17-7. O peso médio, comprimento e diâmetro de fruto, assim como a espessura de polpa, número de lóculos e teor de licopeno foram características de importância na distinção do grupo formado pela população UFU SDi 13-1.

4- DISCUSSÃO

Em tomateiro algumas prioridades devem ser buscadas, com urgência, na obtenção de futuras cultivares, especialmente para os diferentes tipos de estresse biótico (FERRERO et al., 2020; ZANIN et al., 2021) e abiótico (OLIVEIRA et al., 2021; WEN et al., 2021), aliado a qualidade nutricional do fruto (GOMES et al., 2021; LONDOÑO-GIRALDO et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2022) e visando uma alimentação saudável (ANSESIO et al., 2018).

Em contrapartida, um dos grandes entraves tem sido a estreita base genética encontrada em germoplasmas de tomateiro (HASSAN et al., 2021).

Diante disso, diversas pesquisas têm buscado aumentar a variabilidade genética, e introgressão de genes a partir do uso de espécies selvagens por cruzamentos interespecíficos (PEIXOTO et al., 2020; ZANIN et al., 2021). No entanto, o maior desafio tem sido recuperar o potencial agrônomico e qualidade nutricional dos frutos após cada cruzamento com espécies selvagens (DARIVA et al., 2021; PEIXOTO et al., 2020).

Com intuito de realizar a introgressão de genes de interesse para os diferentes tipos de estresse biótico e qualidade nutricional dos frutos aliado a maior produtividade tem-se intensificado pesquisas com plantas anãs de tomateiro (CAVASIN et al., 2021; FINZI et al., 2020; FINZI et al., 2017; GOMES et al., 2021; MACIEL et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2022). De fato, o uso de plantas anãs tem proporcionado múltiplas vantagens tornando-se uma importante técnica.

Neste contexto, a obtenção de populações anãs de tomate saladete é uma tecnologia promissora para o futuro desenvolvimento de híbridos mais produtivos deste segmento, assim como já é possível em minitomate (FINZI et al., 2017). Por meio do método de retrocruzamento foi possível obter populações anãs superiores ao genitor doador, com características determinantes para o segmento saladete.

O potencial das plantas anãs é evidente, e pode proporcionar a introgressão de genes visando várias vantagens agrônomicas, morfológicas, nutricionais e amplo espectro de resistência a pragas (Tabela 1 e 2). Plantas com internódios reduzidos têm sido exploradas em programas de melhoramento de diversas culturas, que relatam melhorias no rendimento e na arquitetura de planta, quando se utiliza um genitor de porte anão (CHO et al., 2021, FINZI et al., 2017, WU et al., 2018). As populações de tomateiro anão obtidas nesta pesquisa apresentaram internódios curtos e podem ser uma alternativa viável para o aumento da produtividade de futuros híbridos de tomateiro, além de viabilizar a obtenção de plantas de arquitetura mais compacta facilitando as atividades de manejo e colheita (FRASCA et al., 2014, SUN et al., 2019).

A superioridade no tamanho dos frutos das populações anãs F_3RC_1 em relação aos produzidos pelo genitor doador evidencia o sucesso do método de melhoramento utilizado nesta pesquisa. O aumento no tamanho dos frutos está associado aos incrementos obtidos para peso médio, comprimento, diâmetro, espessura de polpa e número de lóculos dos frutos (MARQUES et al., 2019; TIJSKENS et al., 2020). Resultados semelhantes aos encontrados

neste trabalho foram observados por Finzi et al. (2020) que avaliando essas mesmas variáveis agronômicas, relataram a superioridade das populações anãs F₂RC₁ de tomate tipo salada em relação ao genitor doador anão pertencente ao segmento de minitomate.

O formato de fruto alongado foi predominante entre as populações anãs F₃RC₁, genitores e testemunha comercial uma vez que todos os genótipos apresentaram índice de formato de fruto superior a 1. O aumento no tamanho de fruto associado ao índice de formato de fruto (CF/DF > 1,5) corroboram com o padrão apresentado pelos frutos de tomateiro do tipo saladete (ANDRADE et al., 2014).

A firmeza de fruto geralmente está relacionada ao menor número de lóculos e maior espessura de polpa (AMARAL JÚNIOR et al., 2017; RODRIGUES et al., 2010). Dessa forma, a população UFU SDi 13-1 se mostrou promissora para obtenção de frutos de maior firmeza.

A resistência aos artrópodes pragas pelos mecanismos de antixenose e antibiose tem sido correlacionada a altos teores de zingibereno presentes nos folíolos do tomateiro (REZENDE et al., 2020; ZANIN et al., 2020). O genitor doador utilizado nesta pesquisa se destacou por apresentar elevados teores desse aleloquímico, e pode ser considerado como uma importante fonte de resistência para os programas de melhoramento genético visando resistência a pragas. As populações F₃RC₁ apresentaram teores de zingibereno intermediários aos dos genitores. Segundo Oliveira et al. (2020a) esse comportamento é indicativo da ação gênica de dominância incompleta para essa característica.

A superioridade nos teores de zingibereno em 68,4% das populações F₃RC₁ de tomateiro anão em relação ao híbrido Pizzadoro evidencia o potencial desse germoplasma para amplo espectro de resistência a pragas. Há um grande interesse na introgressão de genes relacionados a presença desse aleloquímico em tomate cultivado (REZENDE et al., 2020), com isso as plantas das populações obtidas nesta pesquisa podem ser consideradas uma excelente alternativa para proporcionar incremento na produtividade (FINZI et al., 2017), resistência a pragas (ZANIN et al., 2021) e minimizar o período do programa de melhoramento genético da cultura.

Dentre os segmentos tradicionalmente destinados a mesa, o tomate saladete se destaca por apresentar teores de sólidos solúveis que variam de 4 a 5 °Brix, condicionando a melhor qualidade gustativa e sabor mais adocicado dos frutos (IKEDA et al., 2013; SCHWARZ et al., 2013). Nesta pesquisa teores de sólidos solúveis dos frutos produzidos pelas populações anãs F₃RC₁ foram similares aos do genitor recorrente e ao híbrido Pizzadoro que pertencem ao

segmento saladete. Além disso, as médias expressas para essa característica corroboram com teores de sólidos solúveis encontrados em híbridos de tomate saladete, evidenciando que as populações são promissoras para esse segmento (ANDRADE et al., 2014).

O aumento dos conteúdos de licopeno e betacaroteno em frutos de tomateiro é um dos objetivos de programas de melhoramento da cultura (HAZRA et al., 2018; LONDONÕ-GIRALDO et al., 2020; LONDONÕ-GIRALDO et al., 2021). Diante disso a caracterização do germoplasma quanto aos teores desses carotenoides pode fornecer informações relevantes para atingir esse objetivo. Nesta pesquisa os teores de licopeno e betacaroteno foram expressivos e consistentes corroborando com os valores obtidos por Bhandari et al. (2022) e Ansesio et al. (2019), respectivamente.

A mudança nos hábitos alimentares em busca de ingestão calórica adequada e um esquema nutricional eficiente, tem estimulado pesquisas para o desenvolvimento de alimentos biofuncionais, a fim de proporcionar melhoria na saúde e prevenir risco de doenças (ASENIO et al., 2019; ATHINODOROU et al., 2021; STAJČIĆ et al., 2015). As populações F₃RC₁: UFU SDi 6-1, UFU SDi 11-5, UFU SDi 13-1, UFU SDi 17-8, UFU SDi 17-7, UFU SDi 17-6 e UFU SDi 18-1 avaliadas neste estudo são promissoras para agregar essas características em programa de melhoramento de plantas de tomateiro anão tipo saladete visando obter um alimento funcional rico em antioxidantes, dada sua superioridade sobre o genitor recorrente e a cultivar comercial Pizzadoro.

As cultivares de tomate saladete tem ganhado seu espaço no mercado de consumo de mesa, pelo alto teor de sólidos solúveis, aroma agradável, espessura de polpa e textura (ANDRADE et al., 2014; SHIRAHIGE et al., 2010). Entretanto, existem poucas pesquisas sobre os teores de licopeno e betacaroteno para frutos desse segmento. As populações que se destacaram com teores desses compostos superiores ao híbrido Pizzadoro expressaram em média 2,09 e 3,20 mg/100 g de betacaroteno e licopeno respectivamente. Seabra Junior et al. (2022) avaliando seis cultivares comerciais de tomate italiano relataram teores de betacaroteno e licopeno inferiores a 1,33 mg/100g e 2,73 mg/100g respectivamente. Isso demonstra que as plantas de tomateiro anão do tipo saladete além de apresentarem potencial para aumentar a produtividade da cultura (FINZI et al., 2017), podem melhorar a qualidade de frutos de futuros híbridos e cultivares.

As análises univariadas foram importantes na comparação do desempenho individual de cada genótipo avaliado neste trabalho. A alta magnitude dos parâmetros genéticos: coeficientes de determinação genotípica (h^2) e razão CV_g/CV_e para a maioria das

características avaliadas reforça a existência de variabilidade genética entre os genótipos (LAVIOLA et al., 2014).

A dissimilaridade genética entre os genótipos avaliados foi bem representada pelo método de agrupamento UPGMA, que demonstrou relação adequada entre a representação e a matriz de distância de Mahalanobis D^2 (CRUZ, REGAZZI, CARNEIRO, 2012). Por esse método foi possível verificar a existência de dissimilaridade genética entre as populações F_3RC_1 , genitores e o híbrido comercial, pela formação de cinco grupos. Essa metodologia é tradicionalmente empregada na representação da dissimilaridade genética entre populações de tomateiro de diversos segmentos (FINZI et al., 2020; MACIEL et al., 2018; PEIXOTO et al., 2020).

Os SOMs são obtidos por ferramentas da inteligência computacional por meio de redes neurais, sendo uma metodologia promissora no estudo da dissimilaridade genética entre populações (SANTOS et al., 2019). Tais mapas possibilitam a visualização de padrões semelhantes e classificação de dados com base nas distâncias entre eles (OLIVEIRA et al., 2020b). A topologia hexagonal, que foi utilizada nesta pesquisa, permitiu melhores arranjos dos neurônios, além de minimizar possíveis erros no processo de classificação (KONHONEN et al., 2014). A organização da estrutura topológica reflete a similaridade entre os genótipos em estudo permitindo classificá-los por aproximação (GOMES et al., 2021; SANTOS et al., 2019).

O SOM apresentou maior poder discriminante entre os genótipos quando comparados ao método UPGMA. Enquanto o método de agrupamento UPGMA alocou as populações F_3RC_1 em dois grupos, pelo SOM as mesmas populações F_3RC_1 foram distribuídas entre dez grupos. A melhor capacidade do SOM em discriminar os genótipos em relação ao método UPGMA também foi relatada por Cardoso et al. (2021) que compararam os dois métodos na avaliação da dissimilaridade genética de genótipos de algodão colorido. Gomes et al. (2021) classificando populações de tomateiro anão do tipo salada também observaram maior número de grupos pelo método SOM, comparado ao método UPGMA, e constataram que essa metodologia é mais eficiente para estudar a dissimilaridade genética em germoplasmas de tomateiro anão.

As diferenças encontradas nos agrupamentos apresentados pelas duas metodologias utilizadas neste trabalho podem ser justificadas pelo fato de que o dendrograma obtido pela distância de Mahalanobis (D^2) leva em consideração, no processo de agrupamento, as médias e variâncias das características em estudo (CRUZ, REGAZZI, CARNEIRO, 2012). Já no

método de Kohonen os agrupamentos não são afetados por erros experimentais. Além disso, esse método apresenta a alta capacidade de simulação das redes neurais, que ampliam os dados de entrada e estimam novos valores com diferentes pesos sinápticos para cada neurônio, organizando os grupos por ordem de proximidade com base na distância euclidiana (OLIVEIRA et al., 2020b).

Uma das vantagens do uso do mapa de Kohonen em relação a outras técnicas multivariadas é a possibilidade de verificar os pesos das variáveis na formação dos grupos e a visualização das correlações existentes entre elas (CARDOSO et al., 2021; GOMES et al., 2021). A similaridade nos padrões de cores observada para as características: peso médio, diâmetro longitudinal e transversal de fruto e a espessura de polpa ressalta a existência de correlação entre esses caracteres, demonstrando que essas características estão de fato intimamente relacionadas ao tamanho dos frutos (TJSKENS et al., 2020).

As características determinantes na distinção do genitor doador (UFU MC TOM 1) foram o formato de fruto, os teores de sólidos solúveis, betacaroteno e zingibereno. Nos testes de comparação de média esse genótipo se destacou expressando resultados superiores para essas características. A associação entre as análises univariadas e o SOM demonstra que UFU MC TOM 1 é uma linhagem promissora para melhorar a qualidade de frutos e resistência a pragas em programas de melhoramento genético de tomateiro.

A distinção do grupo formado pela população UFU SDi 13-1 foi importante ao evidenciar a superioridade desta população em relação as demais para características relacionadas ao tamanho e qualidade dos frutos.

5- CONCLUSÃO

O SOM foi mais coerente na distinção da similaridade genética entre as populações F₃RC₁ de tomateiro anão do tipo saladete, resultando em maior número de agrupamentos.

A população anã F₃RC₁ UFU SDi 13-1 apresenta potencial agrônômico e de qualidade de fruto, sendo uma população promissora para o programa de melhoramento de tomateiro anão do tipo saladete.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V.S.; SILVA, D.J.H.; GOMES, C.N.; ANTONIO, A.C., MOURA, A.D., LIMA, A.L.R. Sistema Viçosa para o cultivo de tomateiro. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.33, p.74-79, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000100012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/D7fqS8yZTWy8H9J5cDxqPsg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 mai. 2021.
- ALSAMIR, M.; AHMAD, N.; ARIEF, V.; MAHMOOD, T.; TRETOWAN, R. Phenotypic diversity and marker-trait association studies under heat stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Australian Journal of Crop Science**. Lismore, v. 13, p. 578-587, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.04.p1581>. Disponível em: https://www.cropj.com/alsamir_13_4_2019_578_587.pdf. Acesso em 16 mai. 2021.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2.ed.. Lavras: Editora UFLA, 2013. 455 p.
- AMARAL JÚNIOR, A.T.; GRAÇA, A.J.; VIVAS, M.; VIANA, A.P.; RODRIGUES, R. Prospecting of tomato hybrids for table and industry via mixed modeling and multivariate analysis. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.35, p. 20-25, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620170104>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/npLvKkYL7sTnhwYL7Fkk7Cd/?lang=en>. Acesso em: 16 abr.2021.
- ANDRADE, M. C.; SILVA, A. A. da; CONRADO, T.V.; MALUF, W. R.; ANDRADE, T. M.; OLIVEIRA C. D. de. Combining ability of tomato lines in saladette-type hybrids. **Bragantia**, Campinas, v.73, p.237-245, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0039>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/ztVqwzymwNYzJCw7pMVcVqs/?lang=en>. Acesso em: 27 dez. 2020.
- ASENSIO, E.; SANVICENTE, I.; MALLOR, C.; MENAL-PUEY, S. Spanish traditional tomato. Effects of genotype, location and agronomic conditions on the nutritional quality and evaluation of consumer preferences. **Food and Chemistry**, Barking, v. 270, p. 452– 458, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.131>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814618312779?via%3Dihub>. Acesso em: 21 jan. 2021.
- ATHINODOROU, F.; FOUKAS, P.; TSANIKLIDIS, G.; KOTSIRAS, A.; CHRYSARGYRIS, A.; DELIS, C.; KYRATZIS, AC; TZORTZAKIS, N.; NIKOLOUDAKIS, N. Morphological Diversity, Genetic Characterization and Phytochemical Evaluation of Cypriot Tomato Germplasm. **Plants**, Basel, v.10, 1698, p.1-24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10081698>. Disponível em : <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/8/1698>. Acesso em: 21 ago. 2021.
- BHANDARI, H. R.; SRIVASTAVA, K.; TRIPATHI, M. K.; CHAUDHARY, B.; BISWAS, S. Genotype-Environment Interaction for Quality Traits in Tomato Hybrids. **Agricultural Research**, New Delhi, v.11, p. 382–389 2022 . DOI: [doi:10.1007/s40003-021-00579-3](https://doi.org/10.1007/s40003-021-00579-3). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40003-021-00579-3>. Acesso em: 30 jul.2021.

CARDOSO, D.B.O.; MEDEIROS, L.A.; CARVALHO, G.O.; PIMENTEL, I.M.; ROJAS, G.X.; SOUZA, L.A.; SOUZA, G.M.; SOUSA, L.B. Use of computational intelligence in the genetic divergence of colored cotton plants. **Bioscience Journal**. Uberlândia v.37, p.1-9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJv37n0a202153634>. Disponível em : <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/53634>. Acesso em: 22 jan. 2021.

CAVASIN, P. Y.; FUMES, L. A. A.; FONSECA, A. R.; SILVA, D. J. H. D. Evaluation of families derived from backcrosses of processed tomato with dwarfism gene. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.21, n.1, e362221113, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332021v21n1n13>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/76DvzbpTwy4w3X8hWvLbfLM/>. Acesso em: 10 jun 2021.

CHO, Y.; LEE, S.; PARK, J.; KWON, S.; PARK, G.; KIM, H.; PARK, Y. Identification of a candidate gene controlling semi-dwarfism in watermelon, *Citrullus lanatus*, using a combination of genetic linkage mapping and QTL-seq. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**. Suwon, v. 62, p.447–459, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00330-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13580-020-00330-x#citeas>. Acesso em : 03 mar. 2021.

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

CRUZ, C. D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.38, p.547-552, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.32629>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/32629>. Acesso em: 21 out. 2020.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012, v.2, 514p.

DARIVA, F. D.; PESSOA, H. P.; COPATI, M. G. F.; ALMEIDA, G. Q., de; CASTRO FILHO, M. N.; PICOLI, E. A. de T.; NICK, C. Yield and fruit quality attributes of selected tomato introgression lines subjected to long-term deficit irrigation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.289, p.1-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110426>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423821005331>. Acesso em: 21 jul.2021.

FINZI, R. R.; MACIEL, G. M., PEREZ, H.G., SILVA, M.F., PEIXOTO, J.V.M., GOMES, D.A. Agronomic potential of BC1 F2 dwarf round tomato populations. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.44, e028819, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044028819>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/dgx6WGNmS3nfdLCnXmJBc5j/?lang=en>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FINZI, R.R.; MACIEL, G.M.; SILVA, E.C.; LUZ, J.M.Q; BORBA, M.E.A. 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> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/WzcCCjqPyxY6ysVrBS4XXQ/?lang=en>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FRASCA, A.C.; OZORES-HAMPTON, M.; SCOTT, J.; MCAVOY, E. Effect of plant population and breeding lines on fresh-market, compact growth habit tomatoes growth, flowering pattern, yield, and postharvest quality. **HortScience**, Estados Unidos, v.49, n.12, p.1529-1536, 2014. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.12.1529>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/49/12/article-p1529.xml>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FERRERO, V.; BAETEN, L.; BLANCO-SÁNCHEZ, L.; PLANELLÓ, R.; DÍAZ-PENDÓN, J. A.; RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, S.; HAEGEMAN, A.; LA PENÑA, E. Complex patterns in tolerance and resistance to pests and diseases underpin the domestication of tomato. **New Phytologist**, London, v. 226, p.254–266. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.16353>. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nph.16353>. Acesso em: 05 jan. 2021.

FREITAS, J.A.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; BENITES, F.R.G. Métodos para quantificação do zingibereno em tomateiro, visando à seleção indireta de plantas resistentes aos artrópodes-praga. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.22, p. 943-949, 2000. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v22i0.2823>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277162930_Metodos_para_quantificacao_do_zingibereno_em_tomateiro_visando_a_selecao_indireta_de_plantas_resistentes_aos_artropodes-praga. Acesso em: 01 out. 2020.

GOMES, D. A.; MACIEL, G. M.; SIQUIEROLI, A. C. S.; OLIVEIRA, C. S.; FINZI, R. R.; MARQUES, D. J. Selection of BC 1 F 3 populations of Santa Cruz type dwarf tomato plant by computational intelligence techniques. **Bragantia**, Campinas, v.80, e4821, 2021 DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210046>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/LHhV5PFnhMsRrKP8dynzWqj/>. Acesso: 15 ago. 2021.

HASSAN, Z.; UL-ALLAH, S.; KHAN, A.A.; SHAHZAD, U.; KHURSHID, M.; BAKHSH, A.; AMIN, H.; JAHAN, M. S., REHIM, A., MANZOOR, Z. Phenotypic characterization of exotic tomato germplasm: An excellent breeding resource. **PLOS ONE**, San Francisco, v.16, p. 1-12. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253557>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0253557>. Acesso em 19 jul. 2021.

HAZRA, P.; LONGJAM, M.; CHATTOPADHYAY, A. Stacking of mutant genes in the development of “purple tomato” rich in both lycopene and anthocyanin contents. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.239, p.253–258, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.039>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423818303728>. Acesso em: 17 abr. 2021.

IKEDA, H.; HIRAGA, M.; SHIRASAWA, K.; NISHIYAMA, M.; KANAHAMA, K.; KANAYAMA, Y. Analysis of a tomato introgression line, IL8-3, with increased Brix content. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam v.153, p.103–108, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.02.006>. Disponível em : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423813000691>. Acesso em: 18 abr. 2021.

KAVZOGLU, T.; MATHER, P.M. The use of back propagating artificial neural networks in land cover classification. **International Journal of Remote Sensing**, London, v.24, p. 4907-4938, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/0143116031000114851>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0143116031000114851>. Acesso em: 18 abr. 2021.

LAVIOLA, B.G.; SILVA, S.D.A.; JUHÁSZ, A.C.P.; ROCHA, R.B.; OLIVEIRA, R.J.B.; ALBRECHT, J.C.; ALVES, A.A.; ROSADO, T.B. Desempenho agrônômico e ganho genético pela seleção de pinhão-mansão em três regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, p.356-363. 2014. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000500005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/7WHDSsyvmggTbvnY4V5yYjq/?lang=pt>. Acesso em : 24 mar. 2021.

LONDOÑO-GIRALDO, L.M.; BAENA-PEDROZA, A.M.; MARTINEZ-SEIDEL, F., CORPAS-IGUARÁN E.; TABORDA-OCAMPO, G. Gone wild: Integration of antioxidative, physicochemical, volatiliomic and sensorial profiles ratify rustic relatives of cherry tomato as ideal mating partners. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.277, p.1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109814>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423820306427>. Acesso em: 27 fev. 2021.

LONDOÑO-GIRALDO, L.M.; GONZALEZ, J.; BAENA, A.M.; TAPASCO, O.; CORPAS, E.J.; TABORDA G. Selection of promissory crops of wild cherry-type tomatoes using physicochemical parameters and antioxidant contents. **Bragantia**, Campinas, v.79, p. 169-179, 2020, DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20190276>. Disponível em : <https://www.scielo.br/j/brag/a/f4ftfmPZKb6nSGqdmTbHXQk/?lang=en>. Acesso em: 27 fev. 2021.

MACIEL, G.M.; SILVA, E.C.; FERNANDES, M.A.R. Ocorrência de nanismo em planta de tomateiro do tipo grape. **Revista Caatinga**, Mossoró v.28, p. 259-264, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n429rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/9y9NftVCZRZQvVkGMwnsZQw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 jul. 2020.

MACIEL, G.M.; FINZI, R.R.; CARVALHO, F.J.; MARQUEZ, G.R.; CLEMENTE, A.A. Agronomic performance and genetic dissimilarity among cherry tomato genotypes. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.36, p.167-172, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180203> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/jMY6mRgMHym938GkCfqGx6R/?lang=en>. Acesso em: 24 mar. 2021.

MAHAM, S.G.; RAHIMI, A.; SUBRAMANIAN, S.; SMITH, D.L. The environmental impacts of organic greenhouse tomato production based on the nitrogen-fixing plant (Azolla). **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v.245, 118679, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118679>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619335498>. Acesso em 04 mar. 2021.

MARQUES, M.J.; VIZÚ, J.F.; SILVA FILHO, D.F.; TICONA-BENAVENTE, C.A. Tomato progenies selection in Rondônia, Brazil. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.37, p.106-111, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190117>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/rZTKw7HRffHc7jPyGhTDKDR/?lang=en> Acesso em 04 mar. 2021.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tsukuba, Ibaraki, v.39, p.925-928, 1992. DOI: <https://doi.org/10.3136/nskkk1962.39.925>. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/browse/nskkk1962/_pubinfo/-char/en. Acesso em : 17 out. 2020

OLIVEIRA, C.S.; MACIEL, G.M.; SIQUIEROLI, A, C, S.; GOMES, D.A.; MARTINS, M.P.C.; FINZI, R.R. Selection of F2 RC1 saladette-type dwarf tomato plant populations for fruit quality and whitefly resistance. 2022. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.26, n.1, p.28-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n1p28-35>. Disponível em : <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/XMLgLSr8Rp3JJSXrVwnhn8R/>. Acesso em: 12 ago. 2021.

OLIVEIRA, C.S.; MACIEL, G.M.; FRAGA JÚNIOR, E.F.; PEIXOTO, J.V.M.; ASSUNÇÃO, V.B.; MARQUES, D.J. Selection of tomato genotypes for drought tolerance and agronomic potential through different selection indexes. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.39, p. 102-111, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-0536-20210115>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/tgR5PZyQcM3BZBDh7BnJM3H/abstract/?lang=en>. Acesso em: 25 abr. 2021.

OLIVEIRA, J.R.F.; RESENDE, J.T.V.; FILHO, R.B.L.; ROBERTO, S.R., SILVA, P.R., RECH, C.; NARDI, C. Tomato Breeding for Sustainable Crop Systems: High Levels of Zingiberene Providing Resistance to Multiple Arthropods. **Horticulturae**, Basel, v.6, n.34, p. 1-14 2020a DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae6020034>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/6/2/34>. Acesso em: 26 dez. 2020.

OLIVEIRA, M.S.; SANTOS, I.G.; CRUZ, C.D. Self-organizing maps: a powerful tool for capturing genetic diversity patterns of populations. **Euphytica**. v.216, 49, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-020-2569-0>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-020-2569-0>. Acesso em 01 fev.2021

PEIXOTO, J.V.M.; RIBEIRO, A.L.A.; MACIEL, G.M.; OLIVEIRA, C.S.; FINZI, R. R.; MORAES, E. R. Productivity, acylsugar concentrations and resistance to the two-spotted spider mite in genotypes of salad tomatoes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.24, p.596-602, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n9p596-602>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Pr6DSFSP5Dr9wkVPr5Yft7C/abstract/?lang=en>, Acesso em:06 abr. 2021.

REZENDE, J.F.; AOUN, C.A.; OLIVEIRA, A.M.S.; NOMURA, J.V.; CONRADO, T.V.; GOUVEIA, B.T.; MALUF, W.R. The reaction of tomato genotypes to whitefly-transmitted ToYVSV influenced by allelochemicals and the genes Mi, Ty-1, Ty-2, and Ty-3/Ty-4. **Scientia Horticulturae**. 270, 109428, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109428> Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423820302569>. Acesso em: 06 abr. 2021.

RODRIGUES, G.B.; MARIM, B.G.; SILVA, D.J.H.D.; MATTEDI, A. P.; ALMEIDA, V.D.S. Análise de trilha de componentes de produção primários e secundários em tomateiro do grupo Salada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 155-162, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200006>. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/2221>. Acesso em: 08 abr. 2021.

RODRIGUEZ-AMAYA D. B. **A Guide to Carotenoids Analysis in Food**. Washington, ILSI Press, 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. IFPRI and CIAT. Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT, 2004. 58p.

SANTOS, I.G.; CARNEIRO, V.Q.; SILVA JUNIOR, A.C.; CRUZ, C.D.; SOARES, P.C. Self-organizing maps in the study of genetic diversity among irrigated rice genotypes. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 41, e39803, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.39803>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/H3dq9qt9NSFdFsPpwbvFJRw/?lang=en>. Acesso em: 24 mar. 2021

SANTOS, I.G.; ROCHA, J.D.; VIGNA, B.B.; CRUZ, C.D.; FERREIRA, R.P; BASIGALUP D.H.; MARCHINI, R.M.S. Exploring the diversity of alfalfa within Brazil for tropical production. **Euphytica**. v.216, n.72, p.1-15, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02606-w> . Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-020-02606-w>. Acesso em: 07 mar. 2021.

SCHWARZ, K.; RESENDE, J. T. V. de; PRECZENHAK, A. P.; PAULA, J. T. de; FARIA, M. V.; DIAS, D. M. Desempenho agrônomo e qualidade físicoquímica de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.31, p.410-418, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300011> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/8Rg3VstjBT3S96F9jTVdXsh/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 fev 2021

SHIRAHIGE F.H.; MELO A.M.T.; PURQUERIO L.F.V.; CARVALHO C.R.L.; MELO P.C, T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 292-298, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/mLkcGxpMBLLJfQV35kfrnNR/?lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2020.

STAJČIĆ, S.; ČETKOVIĆ, G.; ČANADANOVIĆ-BRUNET, J.; DJILAS, S.; MANDIĆ, A.; ČETOJEVIĆ-SIMIN, D. 2015. Tomato waste: Carotenoids content, antioxidant and cell growth activities. **Food Chemistry**, Barking v. 172, p. 225-232, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.069>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614014368>. Acesso em: 10 out. 2020.

SEABRA JUNIOR, S.; CASAGRANDE, J. G.; TOLEDO, C. A. L.; PONCE, F. S.; FERREIRA, F. S., ZANUZO, M. R., LIMA, G. P. P.. Selection of thermotolerant Italian tomato cultivars with high fruit yield and nutritional quality for the consumer taste grown under protected cultivation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam , v.291, 110559, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110559>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442382100666X>, Acesso em: 04 jan 2021.

SUN, X.R.; LIU, L.; ZHI, X.N.; BAI, J.R.; CUI, Y.N.; SHU, J.S.; LI, J.M. Genetic analysis of tomato internode length via mixed major gene plus polygene inheritance model. **Scientia Horticulturae** Amsterdam ,v. 246, p. 759-764, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.044> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818308252>. Acesso em: 12 ago. 2020

TIJSKENS L.L.; MOURIK S.V.; DIELEMAN J.A.; SCHOUTEN R.E. Size development of tomatoes growing in trusses: linking time of fruit set to diameter. **J. Sci Food Agric**. London, v.100, p.4020–4028. 2020 DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10447>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsfa.10447>. Acesso em: 15 set. 2020.

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P. Produtividade de híbridos de tomate submetidos ao cultivo superadensado. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.30, p.168-174, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000100028>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/MBJ9n6v4XDbwkCGFnp6pM8P/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 jan. 2021.

WEN, J.; JIANG, F.; LIU, M.; ZHOU, R.; SUN, M.; SHI, X.; ZHU, Z.; WU, Z. Identification and expression analysis of Cathepsin B-like protease 2 genes in tomato at abiotic stresses especially at High temperature. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam v. 277, p.1-11, 2021 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109799>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423820306270>. Acesso em 02 jan. 2021

WU, Z.; TANG, D.; LIU, K.; MIAO, C.; ZHUO, X.; LI, Y.; TAN, X.; SUN, M.; LUO, Q.; CHENG, Z. Characterization of a new semidominant dwarf allele of SLR1 and its potential application in hybrid rice breeding. **Journal of Experimental Botany**, Oxford , v.69, p.4703-4713. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/ery243>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29955878/>. Acesso em 27 fev. 2021

ZANIN, D.S.; de RESENDE, J.T.V.; ZEIST, A.R.; LIMA FILHO, R.B.; GABRIEL, A.; DINIZ, F.C.P.; PERRUD, A.C.; MORALES, R.G.F. . Selection of F2BC1 tomato genotypes for processing containing high levels of zingiberene and resistant to tomato pinworms. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 49, p.265–274, v. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00852-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-020-00852-1>. Acesso em: 15 ago. 2022

CAPÍTULO III

LINHAS DE INTROGRESSÃO DE TOMATEIRO ANÃO DO TIPO SALADETE COM POTENCIAL AGRONÔMICO, QUALIDADE DE FRUTOS E TOLERANTE A ESTRESSE BIÓTICO

RESUMO

O uso de plantas de tomateiro anão na obtenção de híbridos é uma tecnologia promissora, que proporciona diversas vantagens além do aumento de produtividade. No entanto, não existem linhas de introgressão de tomateiro anão do tipo saladete. O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial agronômico, qualidade de fruto e resistência a pragas em populações anãs provenientes do primeiro e segundo retrocruzamento, e selecionar as mais promissoras para desenvolvimento de linhagens de introgressão. O experimento foi realizado com 23 tratamentos, sendo 5 populações provenientes do primeiro retrocruzamento, 15 populações provenientes do segundo retrocruzamento, genitor doador UFU MC TOM 1, genitor recorrente UFU TOM 5 e o híbrido Pizzadoro. Foram avaliadas características agronômicas, nutricionais dos frutos e teor de açúcares nos folíolos. Os dados foram submetidos ao teste de Scott-Knott. A dissimilaridade genética foi calculada por meio da distância generalizada de Mahalanobis D^2 . As estimativas de ganhos genéticos e seleção foram realizadas a partir do uso dos índices de soma de ranks de Mulamba e Mock e de distância genótipo-ideótipo. O germoplasma de tomateiro anão avaliado possui variabilidade genética. Pelos índices de seleção é possível afirmar a importância de se obter o segundo retrocruzamento. As populações UFU_13_1, UFU_17_1, UFU_10_1, UFUi_11_3, UFUi_10_3 e UFU_11_2 foram selecionadas pelos dois índices. Sugere-se que as populações de tomateiro anão selecionadas pelos dois índices são promissoras para o desenvolvimento de linhas de introgressão e, posteriormente, híbridos com vantagens adicionais.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum*, linhas de introgressão, nanismo

**SALADETTE-TYPE DWARF TOMATO INTROGRESSION LINES WITH
AGRONOMIC POTENTIAL, FRUIT QUALITY AND TOLERANT TO BIOTIC
STRESS**

ABSTRACT

The use of dwarf tomato plants to obtain hybrids is a promising technology, which provides several advantages in addition to increasing productivity. However, there are no introgression strains of dwarf saladette-type tomato plants. The objective of this work was to evaluate the agronomic potential, fruit quality and resistance to pests in dwarf populations from the first and second backcrosses, and to select the most promising ones for the development of introgression lines. The experiment was carried out with 23 treatments, 5 populations from the first backcross, 15 populations from the second backcross, donor parent UFU MC TOM 1, recurrent parent UFU TOM 5 and the hybrid Pizzadoro. Agronomic and nutritional characteristics of the fruits and acyl sugar content in the leaflets were evaluated. Data were submitted to the Scott-Knott test. Genetic dissimilarity was calculated using the generalized Mahalanobis distance D^2 . Estimates of genetic gains and selection were performed using Mulamba and Mock rank sum indices and genotype-ideotype distance. The evaluated dwarf tomato germplasm has genetic variability. By the selection indices it is possible to affirm the importance of obtaining the second backcross. Populations UFU_13_1, UFU_17_1, UFU_10_1, UFUi_11_3, UFUi_10_3 and UFU_11_2 were selected by the two indices. It is suggested that dwarf tomato populations selected by the two indices are promising for the development of introgression lines and, subsequently, hybrids with additional advantages.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, introgression lines, dwarfism

1- INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça considerada de importância no setor agrícola global (RONGA et al., 2020). A versatilidade no uso culinário e as propriedades nutricionais do tomate tem estimulado o consumo deste vegetal, pois os frutos além de saborosos são ricos em minerais, fibras, carotenoides, vitamina C e propriedades antioxidantes (SILVA et al., 2021). Em 2021 o cultivo de tomate no Brasil ocupou mais de 54 mil hectares (IBGE, 2022) gerando relevante contribuição para a criação de empregos diretos e indiretos no país.

A preferência pelo consumo do tomate do tipo saladete tem aumentado consideravelmente no Brasil (ZAYAT et al., 2022), resultando em maior demanda por pesquisas que contribuam com novas tecnologias para este segmento. Com intuito de reduzir o número de aplicações de defensivos, deve-se buscar nas novas cultivares, com resistência aos principais tipos de estresse biótico, especialmente a pragas (SMITH, 2020). Em tomateiro a presença de açúcares nos folíolos confere amplo espectro de resistência a pragas, sendo uma importante característica para a seleção de genótipos resistentes a esse tipo de estresse biótico (MALUF et al., 2010).

Para atender a demanda do mercado consumidor aliado à necessidade dos produtores, diversas pesquisas têm sido realizadas para maximizar a produtividade, melhorar a qualidade de frutos e introduzir genes de resistência a pragas em tomateiro (DAS et al., 2019; FINZI et al., 2017; ZANIN et al., 2021). Com intuito de aumentar a produtividade e obter plantas compactas, o uso de plantas anãs em programas de melhoramento genético tem sido explorado com sucesso em diversas culturas (JOBSON et al., 2019; LU et al., 2021; ZHANG et al., 2020). Em tomateiro, há relatos do uso de plantas anãs apenas na obtenção de híbridos de minitomate (FINZI et al., 2017), não existindo germoplasma avançado de tomateiro anão do tipo saladete.

Para obter híbridos de tomateiro do tipo saladete provenientes de parental masculino anão faz-se necessário obter inicialmente linhagens de introgressão anãs, com frutos do tipo saladete. A introgressão de genes de nanismo em tomateiro pode ser realizada a partir do uso da linhagem anã UFU MC TOM1 (MACIEL et al., 2015) porém, com a necessidade de realizar retrocruzamentos visando background de interesse (CAVASIN et al., 2021; FINZI et al., 2020; GOMES et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2022).

O retrocruzamento é uma técnica viável e eficiente, uma vez que possibilita a obtenção de progênes agronomicamente superiores ao genitor doador com características da constituição genética do genitor recorrente (FINZI et al., 2020). A obtenção, seleção e caracterização de germoplasma de tomateiro anão do tipo saladete é importante para fomentar futuros programas de melhoramento genético.

O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial agrônômico, qualidade de fruto e teores de açúcares em folíolos de populações anãs provenientes do primeiro e segundo retrocruzamento e selecionar as mais promissoras para o desenvolvimento de linhas de introgressão.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre outubro de 2020 a março de 2021, em casa de vegetação do tipo arco (7 x 21 m), com pé direito de 4 metros, coberta com filme de polietileno transparente de 150 micra aditivado contra raios ultravioleta e cortinas laterais de tela branca antiafídeo, localizada na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Monte Carmelo, MG (18°42'43,19" S, 47°29'55,8" O e altitude de 873 m).

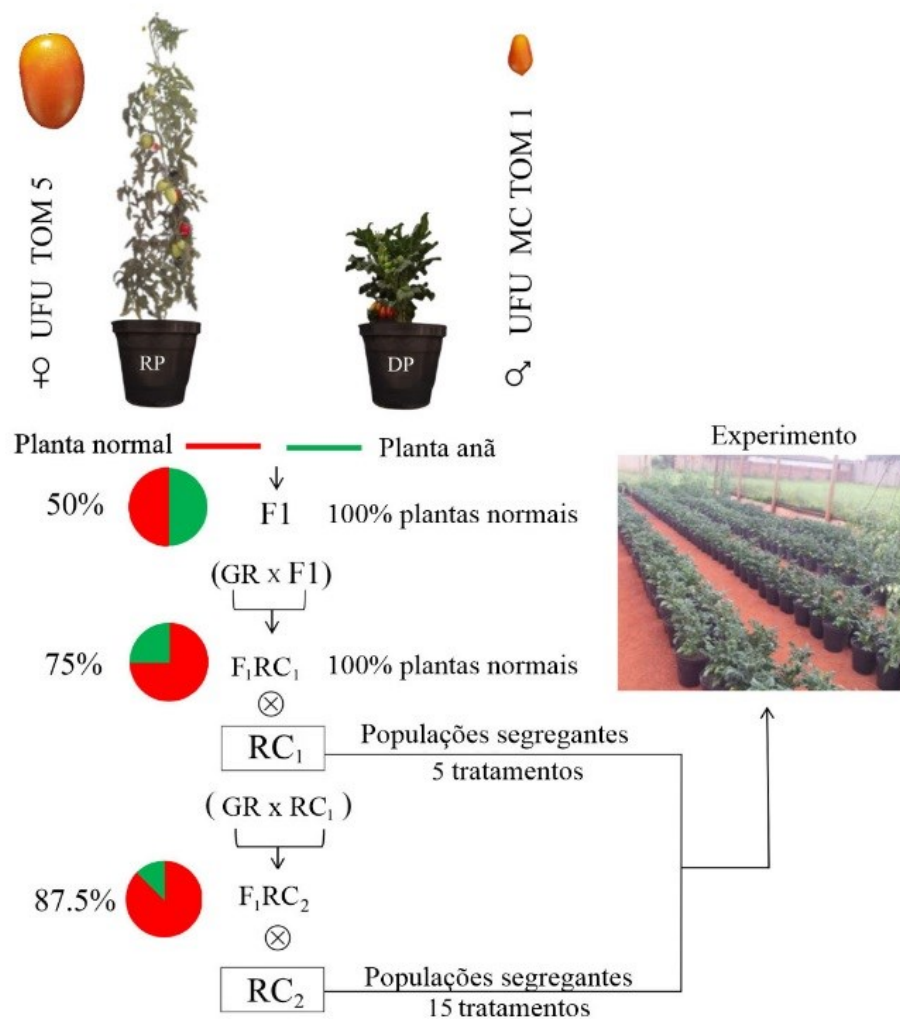
O experimento foi realizado com 23 tratamentos, sendo cinco populações provenientes do primeiro retrocruzamento $RC_1 =$ UFU _17, UFU _4, UFU _13, UFU _10 e UFU _11; 15 populações provenientes do segundo retrocruzamento $RC_2 =$ UFU_17_1, UFU_10_1, UFU_4_1, UFU_11_1, UFU_10_2, UFU_4_2, UFU_10_3, UFU_17_2, UFU_17_3, UFU_13_1, UFU_13_2, UFU_11_2, UFU_4_3, UFU_10_4, UFU_11_3; genitor doador UFU MC TOM 1; genitor recorrente UFU TOM 5 e cultivar comercial Pizzadoro (testemunha).

As populações de tomateiro anão do tipo saladete são provenientes do cruzamento entre a linhagem pré-comercial homocigota com padrões de fruto do tipo saladete e plantas normais indeterminadas (UFU TOM 5) ♀ *versus* linhagem anã minitomate (UFU MC TOM1) ♂ (MACIEL et al., 2015). Para a obtenção das populações do primeiro retrocruzamento (RC_1) foi realizado o cruzamento da geração F_1 (UFU TOM 5 ♀ *versus* UFU MC TOM1 ♂) *versus* UFU TOM 5 (genitor recorrente) seguido de autofecundação.

O segundo retrocruzamento (RC_2) foi obtido a partir do cruzamento de plantas anãs previamente selecionadas da geração segregante RC_1 *versus* UFU TOM 5 (Genitor recorrente)

seguido de autofecundação. Posteriormente, foi selecionado na geração segregante apenas plantas anãs e descartadas as plantas normais. Vale ressaltar que a seleção de plantas anãs realizada nas populações segregantes, obtidas após autofecundação natural das gerações RC_1 e RC_2 (Figura 1), foi possível a partir do conhecimento prévio do tipo de herança para o porte anão em tomateiro (MACIEL et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2022).

Figura 1- Obtenção de populações de tomateiro anão do primeiro (RC_1) e segundo (RC_2) retrocruzamento utilizados no experimento



RP= genitor recorrente, DP= genitor doador, ⊗=autofecundação. Fonte: A autora (2022).

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno (200 células) preenchidas com substrato a base de fibra de coco. Aos 40 dias após a semeadura (DAS), as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de cinco litros contendo o mesmo substrato da semeadura. A condução do experimento e os tratos culturais foram realizados conforme preconizado para a cultura do tomateiro cultivado em ambiente protegido

(ALVARENGA, 2013). O genitor recorrente e o híbrido Pizzadoro foram conduzidos verticalmente com duas hastes no sistema de tutoramento por filhinhos.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi representada por seis plantas, distribuídas em fileiras duplas no espaçamento de 0,3 x 0,3 m. Entre as linhas duplas foi utilizado espaçamento de 0,8 m. Foram avaliados parâmetros agrônômicos, nutricionais e de resistência a pragas.

A colheita dos frutos iniciou a partir de 90 DAS. Os frutos maduros foram colhidos, contabilizados e pesados, determinando o peso médio de fruto (PM) (g). Posteriormente, foram amostrados quinze frutos por parcela e avaliados: o comprimento do fruto (CF) - mensurado a partir da cicatriz de inserção do pedúnculo à terminação floral do fruto; diâmetro do fruto (DF) - mensurado no sentido transversal do fruto cortado; formato de fruto (FF) - determinado pela razão entre o comprimento e diâmetro de fruto; e espessura de polpa (EP) - determinada pela maior distância do mesocarpo do fruto. O número de lóculo (NL) foi determinado por meio da contagem direta dos lóculos no fruto.

A altura de plantas (AP) foi mensurada através do comprimento vertical de toda a planta, utilizando uma fita métrica graduada em cm. O comprimento de internódio (CI) foi calculado como a razão entre a altura e o número de nós da planta medidos no final do ciclo da cultura (155 DAS).

O conteúdo do aleloquímico acilaçúcar (AA) (nmol por cm² de área foliar) foi determinado aos 75 DAS, utilizando uma amostra composta por oito discos foliares (equivalente a 4,2 cm²) de cada planta da parcela. Os discos foram coletados de folíolos do terço superior das plantas e acondicionados em tubos de ensaio. A extração e quantificação do aleloquímico seguiu a metodologia descrita por Maciel e Silva (2014).

O teor de sólidos solúveis dos frutos (SS) foi mensurado utilizando refratômetro digital Portátil (Atago PAL-1 3810). A leitura foi realizada em °Brix, considerando uma amostra de 15 frutos por parcela.

A extração e quantificação de β -caroteno (β C) e licopeno (LI) foi realizada de acordo com a metodologia adaptada de Nagata e Yamashita (1992), Rodrigues - Amaya (2001), e Rodrigues Amaya; Kimura (2004). A polpa e casca de tomate foram trituradas, e posteriormente, 1g do homogeneizado foi acondicionada em frasco de vidro contendo 3 mL de acetona P.A. As amostras foram mantidas em ausência de luz em geladeira a temperatura de 8 °C pelo período de 48 horas. Pelo método de espectrofotometria foram obtidas as

absorbâncias do sobrenadante para β -caroteno e licopeno utilizando o comprimento de onda e 450 nm e 470 nm, respectivamente. A quantificação dos pigmentos foi determinada segundo os protocolos de Rodriguez-Amaya, (2001); Rodriguez-Amaya & Kimura (2004).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de pressuposição pela análise de normalidade dos resíduos (Teste de Kolmogorov-Smirnov), homogeneidade das variâncias (Teste de Oneill e Mathews) e aditividade de blocos (Tukey). Posteriormente, foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($\alpha = 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($\alpha = 0,05$) e pelo teste Dunnett ($\alpha = 0,05$), sendo o genitor doador anão (UFU MC TOM1) considerado a testemunha com o objetivo de verificar os ganhos obtidos por meio dos retrocruzamentos.

Os contrastes de interesse foram realizados aplicando o teste de Scheffé ($\alpha = 0,01$ e $0,05$) com o objetivo de comparar: populações anãs do primeiro retrocruzamento RC_1 *versus* genitor doador (UFU MC TOM1), populações anãs do segundo retrocruzamento RC_2 *versus* genitor doador (UFU MC TOM1), populações de tomateiro anão RC_2 *versus* RC_1 , genitor recorrente *versus* populações RC_1 e genitor recorrente *versus* populações RC_2 . As análises foram realizadas nos softwares estatísticos Genes integrado ao R (CRUZ, 2016).

A distância genética entre as populações de plantas anãs do primeiro e segundo retrocruzamento (RC_1 e RC_2) e o genitor doador (UFU MC TOM1) foi calculada por meio da distância generalizada de Mahalanobis D^2 no software Genes integrado ao R (CRUZ, 2016). A representação da dissimilaridade genética entre os genótipos foi representada através do mapa de calor das distâncias máximas e mínimas obtidas na matriz de distância de Mahalanobis utilizando o software R e o pacote ggplot.

Para as estimativas de ganhos de seleção foram considerados apenas fenótipos anões e a seleção com intensidade de 33,3%. As metodologias utilizadas foram: índice de soma de ranks de Mulamba e Mock (1978) e de distância genótipo-ideótipo (DGI) (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). O critério de seleção foi a redução dos caracteres: comprimento internódio e altura de plantas e o acréscimo para as demais características. O peso econômico utilizado nos índices de seleção foi igual ao coeficiente de variação genética (CVg), conforme recomendado por Cruz; Regazzi; Carneiro (2012). Para o índice de distância genótipo-ideótipo os valores ótimos e os limites inferior e superior foram determinados como os mais desejados dentre as avaliações.

As análises de estimativas de ganhos de seleção pelos dois índices foram realizadas no software Genes integrado ao R (CRUZ, 2016).

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

As populações RC₁ e RC₂ de tomateiro anão do tipo saladete, o genitor doador anão UFU MC TOM 1, o genitor recorrente UFU TOM 5 e o híbrido Pizzadoro diferiram estatisticamente para todas as variáveis, evidenciando a existência de variabilidade entre os tratamentos (teste de F $\alpha = 0,05$).

Em relação ao genitor doador, foi possível observar importante incremento no primeiro (RC₁) e segundo retrocruzamento (RC₂). Os frutos produzidos pelas populações de tomateiro anão provenientes do RC₁ e RC₂ foram 4,03 e 5,1 vezes superiores em relação ao genitor doador UFU MC TOM 1, respectivamente (Scott-Knott e Dunnett $\alpha = 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1- Médias referentes as avaliações agrônômicas em populações de tomateiro anão do tipo saladete nas gerações do primeiro e segundo retrocruzamento

Populações	Geração	PM	CF	DF	FF	EP	NL	AP	CI
UFU_17_1	RC ₂	24,53 c *	5,01 b *	2,84 c *	1,77 a	0,53 b *	2,63 a *	43,56 b *	1,95 c *
UFU_10_1	RC ₂	24,38 c *	4,66 b *	2,79 c *	1,70 b	0,51 b *	2,94 a *	34,38 c	1,68 d
UFU_4_1	RC ₂	24,57 c *	4,57 b *	2,78 c *	1,64 b	0,45 b *	2,64 a *	35,90 c	1,93 c *
UFU_11_1	RC ₂	20,40 c *	4,43 b *	2,62 c *	1,70 b	0,48 b *	2,73 a *	36,56 c	1,86 c
UFU_10_2	RC ₂	26,58 c *	4,87 b *	2,59 c *	1,88 a	0,40 b *	2,24 b	37,63 c	1,78 d
UFU_4_2	RC ₂	23,65 c *	5,04 b *	2,98 c *	1,72 b	0,49 b *	2,54 a *	46,50 b *	2,26 c *
UFU_10_3	RC ₂	23,57 c *	4,66 b *	3,02 c *	1,55 b *	0,52 b *	2,80 a *	37,38 c	1,70 d
UFU_17_2	RC ₂	23,90 c *	4,49 b *	2,74 c *	1,64 b	0,47 b *	2,46 a *	39,41 c	1,92 c *
UFU_17_3	RC ₂	25,61 c *	4,86 b *	2,73 c *	1,79 a	0,51 b *	2,52 a *	46,00 b *	1,86 c
UFU_13_1	RC ₂	23,78 c *	4,96 b *	2,78 c *	1,79 a	0,51 b *	2,62 a *	41,56 b *	1,88 c
UFU_13_2	RC ₂	20,00 c *	4,72 b *	2,88 c *	1,64 b	0,54 b *	2,65 a *	35,94 c	1,61 d
UFU_11_2	RC ₂	20,27 c *	4,36 b *	2,43 c *	1,80 a	0,48 b *	2,63 a *	37,31 c	1,75 d
UFU_4_3	RC ₂	26,61 c *	4,86 b *	2,92 c *	1,69 b	0,51 b *	2,73 a *	39,88 c	1,96 c *
UFU_10_4	RC ₂	22,12 c *	4,51 b *	2,54 c *	1,78 a	0,48 b *	2,55 a *	49,63 b *	2,17 c *
UFU_11_3	RC ₂	24,14 c *	5,15 b *	2,56 c *	2,01 a	0,48 b *	2,86 a *	40,28 c *	1,97 c *
UFU_17	RC ₁	22,42 c *	4,83 b *	2,71 c *	1,79 a	0,53 b *	2,55 a *	39,31 c	1,93 c *
UFU_4	RC ₁	15,24 d *	3,95 c	2,52 c *	1,58 b *	0,42 b *	2,35 b	32,25 c	1,57 d
UFU_13	RC ₁	22,67 c *	4,74 b *	3,20 b *	1,50 b *	0,50 b *	2,79 a *	38,63 c	1,58 d
UFU_10	RC ₁	16,60 d *	4,58 b *	2,58 c *	1,78 a	0,42 b *	2,56 a *	43,88 b *	1,69 d
UFU_11	RC ₁	16,18 d *	3,57c	2,18d	1,64 b	0,33 c *	2,25 b	42,75 b *	1,60 d
Pizzadoro	comercial	56,94 b *	6,93 a *	3,87 a *	1,79 a	0,86 a *	2,75 a *	94,38 a *	7,19 b *

...continua...

Tabela 1., cont.

Populações	Geração	PM	CF	DF	FF	EP	NL	AP	CI
UFU TOM 5	GR	63,41 a *	6,59 a *	3,83 a *	1,72 b	0,85 a *	2,78 a *	95,38 a *	7,86 a *
UFU MC TOM1 ^a	GD	4,62 e	3,19 c	1,65 e	1,94 a	0,20 d	2,00 b	30,25 c	1,22 d
DMS Dunnett		6,91	0,91	0,65	0,32	0,13	0,54	10,11	0,66
Média		24,88	4,76	2,77	1,73	0,50	2,58	44,31	2,29
CV%		13,12	9,01	11,11	8,63	12,40	9,76	10,77	13,64

PM: Peso médio de fruto (g); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); FF: formato de fruto; EP: espessura de polpa (cm); NL: (lôculo por fruto⁻¹); AP: Altura de planta (cm); CI: comprimento de internódio (cm). GR: genitor recorrente; GD: genitor doador. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 0,05. * Médias na coluna diferem da testemunha linhagem doadora anã UFU MC TOM 1 pelo teste de Dunnett a nível de 0,05 de probabilidade

Dentre as populações RC₁ de tomateiro anão, as populações UFU_17 e UFU_13 se destacaram pela produção de frutos com peso médio superior a 22g, não diferindo das populações de tomateiro anão RC₂, que expressaram em média 23,6g (Scott-Knott $\alpha = 0,05$). Além do maior peso de fruto a população RC₁ UFU_13 apresentou maior diâmetro de fruto comparado às demais populações de tomateiro anão (Scott-Knott $\alpha = 0,05$).

De maneira geral, 90% das populações de tomateiro anão produziram frutos com comprimento e diâmetro, 47,5 e 67,3 % superiores aos frutos do genitor doador UFU MC TOM 1, respectivamente (Scott-Knott e Dunnett $\alpha = 0,05$). Ademais, todas as populações de tomateiro anão RC₁ e RC₂ produziram frutos que apresentaram em média espessura de polpa 2,4 vezes superior ao genitor doador (Scott-Knott e Dunnett $\alpha = 0,05$).

A superioridade das populações de tomateiro anão provenientes do primeiro (RC₁) e segundo retrocruzamento (RC₂) para peso médio, comprimento e diâmetro de fruto e espessura de polpa, quando comparadas ao genitor doador UFU MC TOM 1 evidencia a eficiência dos retrocruzamentos em promover incremento no tamanho dos frutos. Vale ressaltar que estas características estão associadas com a definição do tamanho de fruto (VAZQUEZ et al., 2022). Resultados similares foram obtidos por Finzi et al. (2020) e Oliveira et al. (2022) que obtiveram populações de tomateiro anão do tipo salada e tipo saladete, respectivamente, provenientes de um retrocruzamento (RC₁) com frutos de maior tamanho quando comparados ao genitor doador, que também possui porte de planta anã.

Todas as populações de tomateiro anão RC₁ e RC₂, o genitor doador (UFU MC TOM1), o genitor recorrente (UFU TOM 5) e o híbrido Pizzadoro apresentaram formato de fruto $\geq 1,5$, indicativo de frutos com formato alongado, ideal para o tipo saladete (ANDRADE et al., 2014). A predominância desse formato de fruto entre os genitores e as populações de tomateiro anão provenientes dos retrocruzamentos se dá ao fato do formato alongado dos frutos ser uma característica de herança monogênica recessiva (MACIEL, SILVA et al., 2008).

O aumento no tamanho dos frutos das populações de tomateiro RC₁ e RC₂, associados com o formato de fruto alongado similar ao genitor recorrente UFU TOM 5 e ao híbrido Pizzadoro, comprovam que as características de fruto saladete do genitor recorrente foram restauradas nas populações de tomateiro anão em decorrência dos retrocruzamentos. Apesar de o retrocruzamento ser um método empregado de forma

majoritária em cruzamentos interespecíficos, os trabalhos de Cavasin et al. (2021), Finzi et al. (2020), Gomes et al. (2021), Oliveira et al. (2021), demonstraram a eficiência e viabilidade dessa metodologia em restaurar características agronômicas de frutos de diferentes segmentos de tomateiro após a introgressão de genes que condicionam o nanismo em cruzamentos intraespecíficos.

O número de lóculo é uma característica relevante na determinação do formato e tamanho de fruto (CHU et al., 2019). De maneira geral, frutos com menor número de lóculo, apresentam formatos mais alongados, enquanto frutos de formato achatado apresentam múltiplos lóculos (VAZQUEZ et al., 2022), indesejável para tomate tipo saladete. As populações de tomateiro anão RC₁: UFU_17 e UFU_11, juntamente com a população RC₂: UFU_10_2 apresentaram o menor número de lóculos entre as populações e não diferiram do genitor doador UFU MC TOM 1 que apresentou dois lóculos por fruto (Scott-Knott e Dunnett $\alpha = 0,05$). Contudo, todas as populações de tomateiro anão, o híbrido Pizzadoro e o genitor recorrente (UFU TOM 5) apresentaram número de lóculos inferior a três, característica predominante em frutos do tipo saladete (ALVARENGA et al., 2013).

O genitor doador UFU MC TOM 1 expressou a menor altura de plantas (30,25 cm) e menor comprimento de internódios (122 cm). Dentre as populações de tomateiro anão, as populações RC₁: UFU_4 e UFU_13, assim como as populações RC₂: UFU_10_1, UFU_11_1, UFU_10_2, UFU_10_3, UFU_13_2, e UFU_11_2, não diferiram do genitor doador para ambas as características (Dunnett $\alpha = 0,05$). Em contrapartida, a superioridade de altura de planta e comprimento de internódio das plantas de tomateiro de porte normal (genitor recorrente e híbrido Pizzadoro) em comparação com as populações de tomateiro anão do tipo saladete foi em média 137,2 e 310,6%, respectivamente, (Scott-Knott $\alpha = 0,05$).

O comprimento de internódio é um fator que influencia diretamente à altura de planta (LIU et al., 2020; SUN et al., 2019). Plantas com internódios curtos são almejadas em programas de melhoramento de tomateiro, uma vez que proporcionam uma arquitetura mais compacta favorecendo a colheita mecanizada e tratos culturais, além de possibilitar maiores produtividades (RAJENDRAN et al., 2022). Dessa forma, as populações de tomateiro anão do tipo saladete avaliadas neste estudo são um importante recurso genético para obtenção de futuros híbridos, com plantas mais compactas e produtivas, conforme obtido para o segmento de minitomate (FINZI et al., 2017).

O tomate tipo saladete apresenta boa qualidade organoléptica e maiores teores de sólidos solúveis, proporcionando um sabor mais agradável, o que torna os frutos desse segmento adequados para o consumo in natura ou para indústria (SEABRA JUNIOR et al., 2022). As exigências para tomate destinados ao consumo in natura é de $SS \geq 3^\circ$ Brix, enquanto para frutos destinados a indústria é preferível $SS \geq 5^\circ$ Brix (PEIXOTO et al., 2018; SEABRA JUNIOR et al., 2022). As populações de tomateiro anão tipo saladete RC₁ e RC₂ são promissoras para esse segmento, visando frutos para o consumo in natura, uma vez que produziram frutos com teores de sólidos solúveis superiores a 4,91 °Brix (Scott-Knott $\alpha = 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2- Médias de características de qualidade de fruto e teor de açúcares nos folíolos avaliadas em populações de tomateiro anão do tipo saladete nas gerações do primeiro e segundo retrocruzamento

Populações	Geração	SS	LI	β C	AA
UFU_SDI_17_1	RC ₂	5,36 b*	3,03 b	3,01 a	22,43 c
UFU_SDI_10_1	RC ₂	5,54 b*	2,99 b	2,50 a	27,69 b
UFU_SDI_4_1	RC ₂	5,64 b*	2,29 c	2,31 b	27,37 b
UFU_SDI_11_1	RC ₂	5,25 b*	2,93 b	2,72 a	30,02 b
UFU_SDI_10_2	RC ₂	5,77 b*	2,74 c	2,44 a	27,24 b
UFU_SDI_4_2	RC ₂	5,69 b*	2,73 c	2,09 b	23,17 c
UFU_SDI_10_3	RC ₂	5,54 b*	3,02 b	2,56 a	27,39 b
UFU_SDI_17_2	RC ₂	5,55 b*	3,57 a*	3,47 a	19,71 d*
UFU_SDI_17_3	RC ₂	5,43 b*	2,77 c	1,64 b*	20,74 c*
UFU_SDI_13_1	RC ₂	5,75 b*	2,95 b	2,92 a	27,59 b
UFU_SDI_13_2	RC ₂	5,29 b*	2,77 c	2,45 a	23,84 c
UFU_SDI_11_2	RC ₂	5,90 b*	3,03 b	2,83 a	27,99 b
UFU_SDI_4_3	RC ₂	6,10 b*	2,52 c	2,30 b	24,61 b
UFU_SDI_10_4	RC ₂	5,38 b*	2,81 c	2,46 a	29,42 b
UFU_SDI_11_3	RC ₂	6,00 b*	3,12 b	2,25 b	20,97 c*
UFU_SDI_17	RC ₁	5,67 b*	2,53 c	2,59 a	18,24 d*
UFU_SDI_4	RC ₁	6,54 b*	2,34 c	1,73 b*	23,65 c
UFU_SDI_13	RC ₁	5,53 b*	2,42 c	1,94 b	27,29 b
UFU_SDI_10	RC ₁	5,66 b*	2,56 c	2,61 a	27,51 b
UFU_SDI_11	RC ₁	4,91 b*	3,78 a*	3,17 a	18,42 d*
Pizzadoro	Comercial	4,81 b*	2,23 c	2,57 a	15,48 d*
UFU TOM 5	GR	5,07 b*	2,64 c	1,66 b	16,57 d*
UFU MC TOM 1 ^a	GD	8,71a	2,50 c	2,78 a	29,18 b
<i>Solanum pennellii</i>	AS	-	-	-	37,16 a*
DMS Dunnett		1,33	0,67	0,99	6,68

...continua...

Tabela2., cont.

	SS	LI	β C	AA
Média	5,69	2,79	2,47	24,73
CV%	11,02	11,33	18,83	12,76

SS: teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); LI: teor de licopeno (mg/100 g); β C: teor de β -caroteno (mg/100 g); AA: teor de açiaçúcar (nmols/cm² folha). GR: genitor recorrente, GD: genitor doador; AS: acesso silvestre. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 0,05. *Médias na coluna diferem da testemunha linhagem doadora anã UFU MC TOM 1 pelo teste de Dunnett a nível de 0,05 de probabilidade.

Os conteúdos de licopeno e o β -caroteno, além de influenciarem na pigmentação do tomate, também são importantes na dieta humana devido às propriedades antioxidantes e provitamina A (LIANG et al., 2021; ORCHAD et al., 2021). Dessa forma, populações de tomateiro ricas nesses carotenoides são relevantes para obter um alimento funcional e atrativo para o consumo dessa hortaliça tanto in natura, quanto processada (MARTINEZ-HERNANDEZ et al., 2016). Neste estudo, 45% das populações de tomateiro anão do tipo saladete demonstraram teores de licopeno superiores a ambos os genitores e ao híbrido Pizzadoro (Scott-Knott $\alpha = 0,05$). Com relação ao β -caroteno, o genitor doador, o híbrido Pizzadoro e 65 % das populações de tomateiro anão expressaram teores em média 1,7 vezes maiores que o observado pelo genitor recorrente (1,66 mg/100g).

As populações de tomateiro anão UFU_17_2 e UFU_11 se destacaram por apresentar tanto teores de licopeno quanto de β -caroteno superiores a 3,00 mg/100g. Em híbridos comerciais de tomate saladete avaliados por Mian et al (2021) e Seabra Junior et al (2022) foram observados teores inferiores a 2,73 mg/100g e 1,33 mg/100 de licopeno e β -caroteno, respectivamente. Assim, os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram que as populações de tomateiro anão tipo saladete apresentam potencial para elevados teores desses carotenoides, sendo considerados biofortificados.

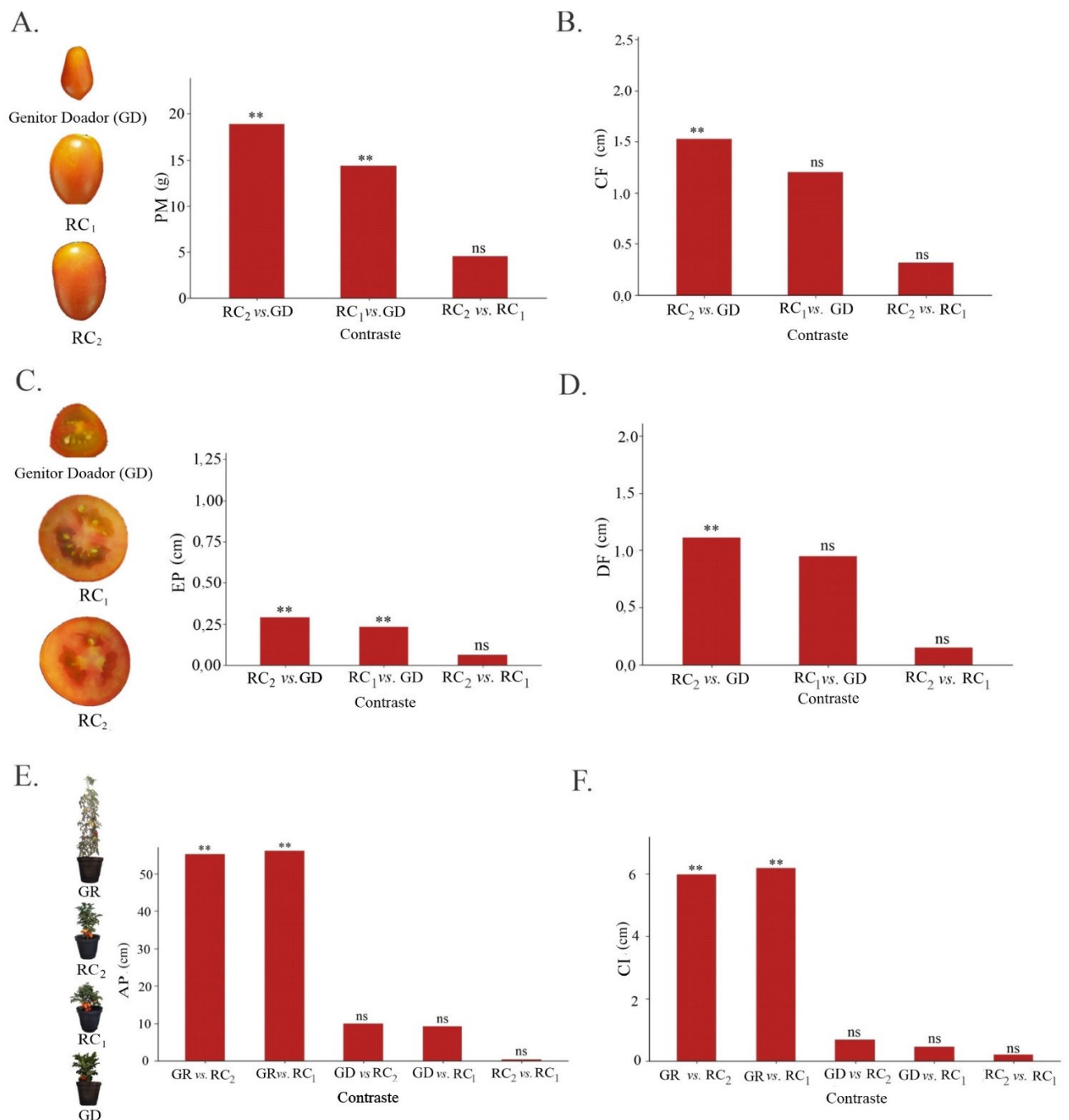
Os açiaçúcares são importantes metabólitos secundários sintetizados em tricomas glandulares do tipo IV, presente nos folíolos do tomateiro, que confere mecanismos de resistência a pragas (MARINKE et al., 2022; RESENDE et al., 2022). O acesso silvestre *S. pennellii* utilizado para fins de comparação dos teores de açiaçúcares nas populações de tomateiro anão do tipo saladete se destacou expressando a maior média (37,16 nmol por cm² de área foliar), enquanto o genitor recorrente UFU TOM 5, o híbrido Pizzadoro e as populações de tomateiro UFU_SDI_17_2, UFU_SDI_17 e UFU_SDI_11 apresentaram teores de açiaçúcares inferiores a 20 nmol por cm² de área foliar (Scott Knott $\alpha = 0,05$).

O genitor doador UFU MC TOM 1 e 75% das populações de tomateiro anão apresentaram teores intermediários desse metabólito, que variaram de 22,43 a 30,02 nmol por cm² de área foliar (Scott Knott e Dunnett $\alpha = 0,05$). Os teores de aciláçucars dessas populações de tomateiro anão foram aproximadamente 65% superiores aos observados no genitor recorrente UFU TOM 5 e no híbrido Pizzadoro. Resultados similares foram encontrados por Oliveira et al., 2022 e Gomes et al., 2021 que avaliaram populações de tomateiro anão do tipo saladete (RC₁) e Santa Cruz (RC₁). Além disso, a classificação das populações de tomateiro anão quanto aos teores de aciláçucars em três grupos (Tabela 2) pelo teste de Scott Knott ($\alpha = 0,05$) corroboram com Dias et al. (2021) que relataram que a segregação para teores de aciláçucars é comumente observada em estudos de populações avançadas de tomateiro.

A população UFU_SDI_11_1 proveniente do RC₂ apresentou teor de aciláçucar de 30,02 nmol por cm² de área, isto é, uma superioridade relativa de 98% no teor de aciláçucar em relação ao híbrido comercial Pizzadoro (15,48 nmol por cm² de área foliar). Conforme relatado por Maluf et al. (2010), híbridos obtidos a partir do cruzamento entre linhagem de baixo teor de aciláçucar *versus* linhagem de alto teor de aciláçucar possuem teores intermediários de aciláçucars, promovendo amplo espectro de resistência a pragas. Diante disso, destaca-se a possibilidade do uso de plantas anãs UFU_SDI_11_1 (ricas em aciláçucars) para obtenção de híbridos a partir de diversas linhagens normais existentes com baixo teor de aciláçucars.

A eficiência dos retrocruzamentos na obtenção de populações de tomateiro anão com frutos característicos do segmento saladete é evidente pelos resultados observados pelos testes de comparação (Scott-Knott e Dunnett) e foram confirmados pelos contrastes. As estimativas dos contrastes entre populações RC₁ *versus* genitor doador UFU MC TOM 1 e populações RC₂ *versus* genitor doador UFU MC TOM 1 testadas pelo teste de Scheffé ($\alpha = 0,01$ e $0,05$), evidenciam o sucesso no incremento proporcionado pelos retrocruzamentos. O primeiro (RC₁) e segundo (RC₂) retrocruzamento proporcionaram incrementos no peso médio de fruto e espessura de polpa dos frutos das populações de tomateiro anão (Figura 2A e 2C).

Figura 2- Comparação de populações RC₁ e RC₂ em relação ao genitor doador (UFU MC TOM 1) e genitor recorrente (UFU TOM 5) a partir de contrastes de interesse.



** , * = significativo a $\alpha=0,01$ e $\alpha=0,05$, respectivamente, pelo teste de Scheffé. ^{ns}= não significativo pelo teste de Scheffé. vs.: versus; RC₁: populações RC₁, RC₂: populações RC₂ GD: genitor doador UFU MC TOM 1; GR genitor recorrente - UFU TOM 5. PM= peso médio de fruto, CF= comprimento de fruto, EP= espessura de polpa, DF= diâmetro de fruto, AP= altura de planta, CI= comprimento de internódio. Fonte: A autora (2022).

A diferença do peso médio de fruto e da espessura de polpa dos frutos das populações de tomateiro anão RC₁ em relação ao genitor doador foi de 14,01 g e 0,24 cm, respectivamente. A comparação entre as populações de tomateiro anão RC₂ versus

o genitor doador UFU MC TOM 1 demonstram que o segundo retrocruzamento contribuiu em maior magnitude para os incrementos em peso médio, comprimento de fruto, diâmetro de fruto e espessura de polpa (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D) (Scheffé $\alpha = 0,01$ e $0,05$). A diferença do peso médio dos frutos das populações RC₂ em relação ao genitor doador foi de aproximadamente 19 g. Ademais, os frutos dessas populações apresentaram diferenças de 0,29, 1,55 e 1,10 cm para espessura de polpa, comprimento e diâmetro de fruto, respectivamente, comparadas a UFU MC TOM1.

Nos contrastes entre populações de tomateiro anão RC₁ *versus* genitor doador UFU MC TOM 1 e populações de tomateiro anão RC₂ *versus* genitor doador UFU MC TOM 1 não houve diferença para altura de planta e comprimento de internódio (Figuras 2E e 2F). Em contrapartida, o genitor recorrente de porte normal apresentou superioridade quanto à altura de planta e comprimento de internódio. Em média a altura de planta do genitor recorrente foi 55,63 cm superior aos grupos de populações de tomateiro anão RC₁ e RC₂. Também apresentou internódios mais alongados, em média com 6,08 cm de diferença em relação aos grupos de populações de tomateiro anão.

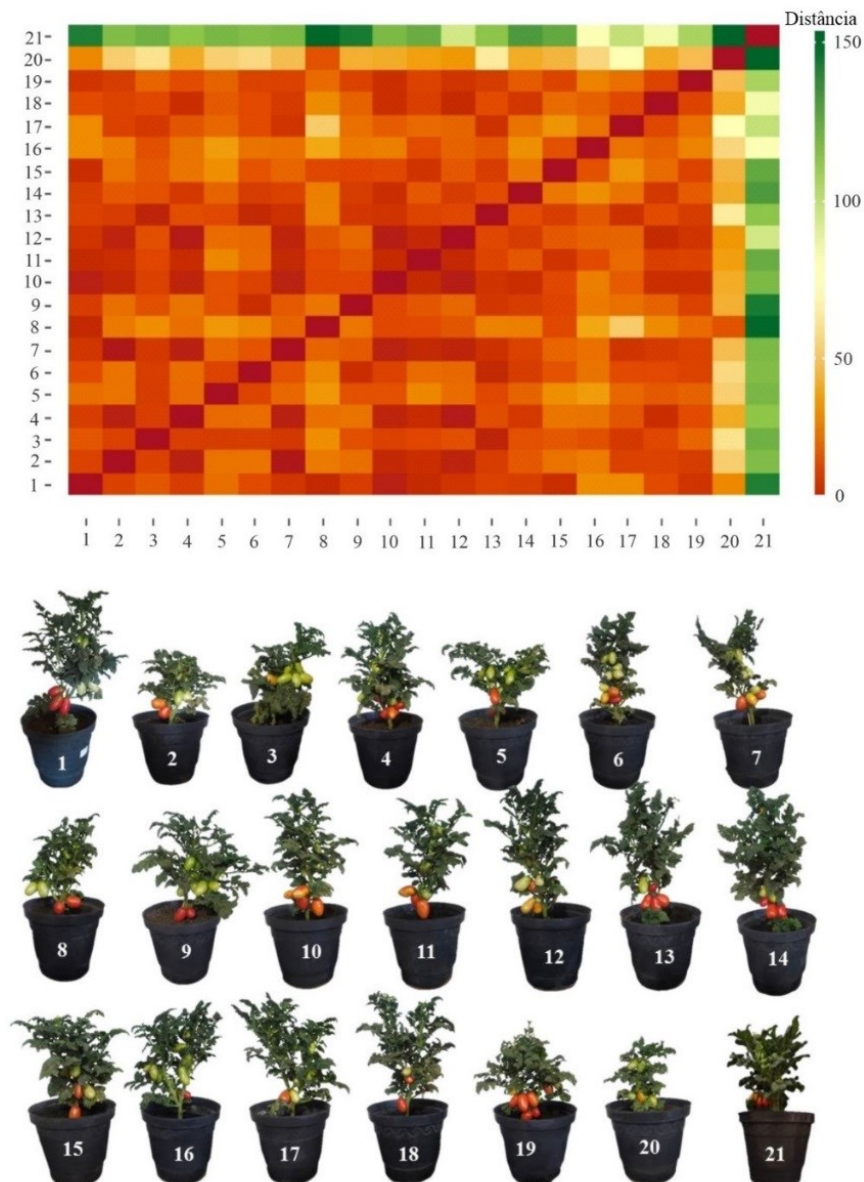
Pelo contraste entre as populações de tomateiro anão do tipo saladete RC₂ vs RC₁ não foram observadas diferenças para as variáveis avaliadas. Isso evidencia que os retrocruzamentos têm proporcionado ganhos significativos comparados ao genitor doador, entretanto, apesar de existir diferença entre os grupos de populações de tomateiro anão do tipo saladete RC₁ e RC₂, elas foram de baixa magnitude e não significativas.

O incremento após obtenção do primeiro retrocruzamento para várias características agrônômicas em tomateiro também foi observado por Gomes et al. (2021). De fato, já na geração F₁ as plantas passam a possuir 50% do genitor recorrente, e com o primeiro retrocruzamento passam para 75%. A partir do segundo retrocruzamento são observados menores incrementos (BORÉM et al., 2021). No entanto, em plantas anãs isso não estava evidenciado. Vale ressaltar que o menor incremento observado em RC₂ pode estar associado ao menor porte da planta. Sugere-se a obtenção de híbridos com diferentes backcross de tomateiro anão para avaliar o potencial de linhagens de introgressão.

A medida de dissimilaridade obtida por meio da distância de Mahalanobis D² evidencia a existência de variabilidade genética no germoplasma de tomateiro anão em estudo. As distâncias variaram entre 2,05 a 153,48, sendo que as maiores distâncias

foram observadas entre todas as populações de tomateiro anão do tipo saladete RC₁ e RC₂ (Figura 3)

Figura 3- Dissimilaridade genética do germoplasma de tomateiro anão com base na Distância de Mahalanobis D^2



Legenda: 1- UFU_SDi_17_1, 2- UFU_SDi_10_1, 3- UFU_SDi_4_1, 4-UFU_SDi_11_1, 5- UFU_10_2, 6- UFU_SDi_4_2, 7- UFU_SDi_10_3, 8- UFU_SDi_17_2, 9- UFU_SDi_17_3, 10- UFU_SDi_13_1, 11- UFU_SDi_13_2, 12-UFU_SDi_11_2, 13- UFU_SDi_4_3, 14- UFU_SDi_10_4, 15- UFU_SDi_11_3, 16- UFU_SDi_17, 17- UFU_SDi_4, 18- UFU_SDi_13, 19- UFU_SDi_10, 20- UFU_SDi_11, 21- UFU MC TOM 1. Fonte: A autora (2022).

Entre as populações de tomateiro anão do tipo saladete a máxima distância observada foi de 79,04 e ocorreu entre as populações UFU_4 e UFU_11. A variabilidade genética é fundamental para iniciar programas de melhoramento genético

(BORÉM et al., 2021). Apesar do potencial uso do tomateiro anão no melhoramento genético, ressalta-se que há grande dificuldade em conseguir variabilidade genética entre plantas anãs. Isso porque a avaliação é feita em plantas fora do padrão comercial (plantas anãs) e apenas quando utilizadas para obtenção de híbridos retornam para uma morfologia normal de planta (FINZI et al., 2017; MACIEL et al., 2015). Diante dos resultados obtidos, é possível afirmar o grande potencial do germoplasma avaliado para fomentar futuros programas de melhoramento genético.

Os ganhos de seleção total estimados pelos índices de Mulamba e Mock (MM) e distância genótipo e ideótipo (DGI) foram similares e superiores a 38% (Tabela 3).

Tabela 3- Estimativas de ganhos genéticos e seleção de populações de tomateiro anão do tipo saladete por diferentes índices.

Variáveis	%GS	
	MM	DGI
PM	9,95	8,33
CF	4,27	3,31
DF	2,78	2,05
FF	1,07	0,79
EP	7,21	6,21
NL	4,69	3,62
AP	-0,55	-0,67
CI	1,24	1,06
SS	-0,41	-1,53
LI	3,57	7,87
β C	3,19	7,98
AA	1,79	-0,49
Total	38,8	38,5
Populações selecionadas	UFU_13_1	UFU_13_1
	UFU_17_1	UFU_17_1
	UFU _i _11_3	UFU_11_2
	UFU_4_3	UFU_11_3
	UFU_10_1	UFU_10_3
	UFU _i _10_3	UFU_10_1
	UFU_11_2	UFU_17_2

PM: Peso médio de fruto (g); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); FF: formato de fruto; EP: espessura de polpa (cm); NL: (lôculo por fruto⁻¹); AP: Altura de planta (cm); CI: comprimento de internódio (cm); SS: teor de sólidos solúveis (°Brix); LI: teor de licopeno (mg/100 g); β C: teor de β -caroteno (mg/100 g); AA: teor de açúcares (nmols/cm² folha). MM: Índice baseado em ranking Mulamba & Mock; DGI: Índice distância genótipo ideótipo.

A seleção baseada no índice de MM promoveu maiores ganhos para todas as características relacionadas ao aumento do tamanho de fruto (peso médio de fruto, comprimento de fruto, diâmetro de fruto, formato de fruto, espessura de polpa e número de lóculos). Adicionalmente, a seleção por esse índice promoveu maior ganho para teor de acilacúcares. Em contrapartida, a seleção pelo índice DGI resultou em ganhos próximos a 8% para teores de licopeno e β -caroteno, além de menores ganhos para altura de plantas e comprimento de internódio.

Ambos os índices selecionaram de forma majoritária populações de tomateiro anão obtidos pelo segundo retrocruzamento (RC₂). A partir deste resultado pode-se sugerir que as populações de tomateiro anão selecionadas pelos dois índices são promissoras para o desenvolvimento de linhagens de introgressão e posteriormente, híbridos com vantagens adicionais (FINZI et al., 2017) em relação a metodologia tradicional (MACIEL et al., 2010; TAMTA; SINGH, 2017).

4- CONCLUSÃO

As populações de tomateiro anão UFU_13_1, UFU_17_1, UFU_10_1, UFU_11_3, UFU_10_3 e UFU_11_2, apresentam potencial quanto as características agronômicas, qualidade de frutos e teores de acilacúcar e são promissoras para o desenvolvimento de linhagens de introgressão.

A seleção de forma majoritária, de populações de tomateiro anão do tipo saladete provenientes do segundo retrocruzamento (RC₂), pelos índices MM e DGI, evidenciam a importância de se realizar o segundo retrocruzamento para a obtenção de linhagens de introgressão de tomateiro anão com características de frutos do tipo saladete.

REFERENCIAS

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. 2.ed.. Lavras: Editora UFLA, 2013. 455 p.

ANDRADE, M. C.; SILVA, A. A. da; CONRADO, T.V.; MALUF, W. R.; ANDRADE, T. M.; OLIVEIRA C. D. de. Combining ability of tomato lines in saladette-type hybrids. **Bragantia**, Campinas, v.73, p.237-245, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0039>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/ztVqwzymwNYzJCw7pMVcVqs/?lang=en>. Acesso em 27 dez. 2020.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 8. ed. Sao Paulo: Oficina de textos, 2021. v. 1. 384p.

CAVASIN, P. Y.; FUMES, L. A. A.; FONSECA, A. R.; SILVA, D. J. H. D. Evaluation of families derived from backcrosses of processed tomato with dwarfism gene. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.21, n.1, e362221113, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332021v21n1n13>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/76DvzbpTwy4w3X8hWvLbfLM/>. Acesso em: 10 jul.2021.

CHU, Y. H., JANG, J. C., HUANG, Z., van der Knaap, E. Tomato locule number and fruit size controlled by natural alleles of *lc* and *fas*. **Plant Direct**, Oxford, v.3, p. 1-20 e00142, 2019 <https://doi.org/10.1002/pld3.142>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/pld3.142>. Acesso em: 23 nov.2022.

CRUZ, C. D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.38, p.547-552, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.32629>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/32629>. Acesso em: 21 out.2020.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012, v.2, 514p.

DAS, I.; HAZRA, P.; LONGJAM, M.; BHATTACHARJEE, T; MAURYA, P. K.; BANERJEE, S.; CHATTOPADHYAY, A. Characterization of induced mutants and their hybrids of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for growth, yield and fruit quality traits to explore the feasibility in future breeding. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 66, n. 7, p. 1421-1441, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00806-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-019-00806-5>. Acesso em: 04 out. 2022.

DIAS, D. M.; ERPEN-DALLA CORTE, L.; RESENDE, J. T. V.; ZEFFA, D. M.; RESENDE, N. C. V.; ZANIN, D. S; LIMA FILHO, R. B. Acylsugars in tomato varieties confer resistance to the whitefly and reduce the spread of fumagine. **Bragantia**, 80, e4421, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210022>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/MWFmpyNrXKp8FngrtbXrqdq/> Acesso em: 22 ago. 2022.

FINZI, R. R.; MACIEL, G. M., PEREZ, H.G., SILVA, M.F., PEIXOTO, J.V.M., GOMES, D.A. Agronomic potential of BC1 F2 dwarf round tomato populations. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.44, e028819, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044028819>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/dgx6WGNmS3nfdLCnXmJBc5j/?lang=en>. Acesso em: 15 dez.2020.

FINZI, R.R.; MACIEL, G.M.; SILVA, E.C.; LUZ, J.M.Q; BORBA, M.E.A. 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> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/WzcCCjqPyrxY6ysVrBS4XXQ/?lang=en>. Acesso em: 15 dez. 2020.

GOMES, D. A.; MACIEL, G. M.; SIQUIEROLI, A. C. S.; OLIVEIRA, C. S.; FINZI, R. R.; MARQUES, D. J. Selection of BC 1 F 3 populations of Santa Cruz type dwarf tomato plant by computational intelligence techniques. **Bragantia**, Campinas, v.80, e4821, 2021 DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210046>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/LHhV5PFnhMsRrKP8dynzWqj/>. Acesso: 15 ago. 2021

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Tabela 2 - Área, Produção e Rendimento Médio - Confronto das Safras de 2021 e das Estimativas para 2022 – Brasil. 2022. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-epecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados>. Acesso em: 28 jul.2022.

JOBSON, E. M.; JOHNSTON, R. E.; OIESTAD, A. J.; MARTIN, J. M.; GIROUX, M. J. The impact of the wheat Rht-B1b semi-dwarfing allele on photosynthesis and seed development under field conditions. **Frontiers in plant science**, Lausanne, v.10, n.51, p.1-12, 2019 DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00051>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6369158/> Acesso em: 27 nov. 2022.

LIANG, J.X.; YAN, S.; GUO,D.J.; MCCLEMENTS, C. MA, X.; LIU, F. LIU. Enhancing lycopene stability and bioaccessibility in homogenized tomato pulp using emulsion design principles **Innovat. Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 67, p. 1-11, 102525, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102525>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856420304719>. Acesso em: 15 out. 2022.

LIU, X.; YANG, W.; WANG, J.; YANG, M.; WEI, K.; LIU, X.; QIU, Z.; VAN GIANG, T.; WANG, X.; GUO, Y.; LI, J.; LIU, L.; SHU, J.; DU, Y.; HUANG, Z. SIGID1a Is a Putative Candidate Gene for qtph1. 1, a Major-Effect Quantitative Trait Locus Controlling Tomato Plant Height. **Frontiers in genetics**. Lausanne, v.11, n.881,p.1-13. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00881>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2020.00881/full>. Acesso em: 03 ago. 2020.

LU, Y.; LUO, S.; LI, Q.; LI, N.; DU, W.; YU, P.; WANG, X.; ZHANG, W.; XUAN, S.; ZHOU, X.; SHEN, J.; ZHAO, J.; WANG, Y.; CHEN, X.; SHEN, S. Phenotypic Characterization and Differential Gene Expression Analysis Reveal That Dwarf Mutant *dwf* Dwarfism Is Associated with Gibberellin in Eggplant. **Horticulturae**, Basel, v.7, n.5, 114, p. 1-10, 2021. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7050114>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/7/5/114>. Acesso em: 17 jun. 2021.

MACIEL, G. M.; MALUF, W.R.; SILVA, V.F.; GONÇALVES NETO, A.C.; NOGUEIRA, D.W.; GOMES, L.A.A. Heterose e capacidade combinatória de linhagens de tomateiro ricas em acilacúcares. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 34, n. 5, p. 1161-1167, 2010 DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/Q556vNZMCSRHRzRCFvYGzJd/?lang=pt>. Acesso em: 16 nov. 2021.

MACIEL, G. M.; SILVA, E. C. da. Proposta metodológica para quantificação de acilacúcares em folíolos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.32, p.174-177, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000200009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/XsyhwMYtRsLN8PkRGXffV3c/?lang=pt>. Acesso em: 23 ago. 2020.

MACIEL, G.M.; SILVA, E.C.; FERNANDES, M.A.R. Ocorrência de nanismo em planta de tomateiro do tipo grape. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN v.28, p. 259-264, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n429rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/9y9NftVCZRZQvVkJGMwnsZQw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 jul.2020.

MACIEL, G. M.; SILVA, E. C. da. Herança do formato do fruto em tomateiro do grupo cereja. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.26, p.495- 498, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000400014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/K8j6RQ6RdTxZtkmCFTYMDg/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan.2021.

MALUF, W.R.; MACIEL, G.M.; GOMES, L.A.A.; CARDOSO, M.D.G.; GONÇALVES, L.D.; SILVA, E.C., KNAPP, M. Broad-Spectrum Arthropod Resistance in Hybrids between High- and Low-Acylsugar Tomato Lines. **Crop Science**, v.50, p.2, p. 439-450, p. 2010. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.01.0045>. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci2009.01.0045>. Acesso em: 27 nov. 2022.

MARINKE, L.S.; RESENDE, J.T.V.; HATA, F.T.; DIAS, D.M.; OLIVEIRA, L.V.B.; VENTURA, M.U.; ZANIN, D.S.; LIMA FILHO, R.B. Selection of tomato genotypes with high resistance to *Tetranychus evansi* mediated by glandular trichomes. **Phytoparasitica**, Bet Dagan n.50, p.629–643, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12600-022-00984-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-022-00984-6>. Acesso em: 30 nov. 2022.

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G.B.; BOLUDA-AGUILAR, M.; TABOADA-RODRÍGUEZ, A.; SOTO-JOVER, S.; MARÍN-INIESTA, F.; LÓPEZ-GÓMEZ, A. Processing, Packaging, and Storage of Tomato Products: Influence on the Lycopene Content. **Food Engineering Reviews**, Cham, v.8, p. 52–75 2016 DOI: <https://doi.org/10.1007/s12393-015-9113-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12393-015-9113-3>. Acesso em: 22 nov. 2022.

MIAN, S.; CONSTANTINO, L.V.; NUNES, M.P.; VENTURA, M.U.; SPINOSA, W.A.; HATA, N.N.Y.; SPAGNUOLO, F.A.; OLIVEIRA, C.; GONÇALVES, L.S.A. Post-harvest quality and sensory acceptance of Italian tomatoes grown under organic, integrated and conventional management. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 39, n.4, p. 417-424. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-0536-20210411>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/59tDBVMxMwjShHqHFwtkvhq/abstract/?lang=en>. Acesso em: 22 nov. 2022.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EG19790388853>. Acesso em: 17 jan.2021

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tsukuba, Ibaraki, v.39, p.925-928, 1992. DOI: <https://doi.org/10.3136/nskkk1962.39.925>. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/browse/nskkk1962/_pubinfo/-char/en. Acesso em : 17 out. 2020

OLIVEIRA, C.S.; MACIEL, G.M.; SIQUIEROLI, A.C.S.; GOMES, D.A.; DINIZ, N.M.; LUZ, J.M.Q.; YADA, R.Y. Artificial neural networks and genetic dissimilarity among saladette type dwarf tomato plant populations. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, Oxford, v. 3, 100056, 2021 <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100056>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666566221000472?via%3Dihub>. Acesso em: 27 jul. 2022.

OLIVEIRA, C.S.; MACIEL, G.M.; SIQUIEROLI, A, C, S.; GOMES, D.A.; MARTINS, M.P.C.; FINZI, R.R. Selection of F₂RC₁ saladette-type dwarf tomato plant populations for fruit quality and whitefly resistance. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.26, n.1, p.28-35. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n1p28-35>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/XMLgLsR8Rp3JJSXrVwnhn8R/>. Acesso em: 15 fev. 2022

ORCHARD, C. J.; COOPERSTONE, J. L.; GAS-PASCUAL, E.; ANDRADE, M. C.; ABUD, G.; SCHWARTZ, S. J.; FRANCIS, D. M. Identification and assessment of alleles in the promoter of the Cyc-B gene that modulate levels of β-carotene in ripe tomato fruit. **The Plant Genome**, Madison, v.14, e20085, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1002/tpg2.20085>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33605077/>. Acesso em: 27 abr. 2021.

PEIXOTO, J. V. M.; GARCIA, L. G. C.; NASCIMENTO, A. dos R.; MORAES, E. R. de; FERREIRA, T. A. P. de C.; FERNANDES, M. R.; PEREIRA, V. de A. Post-harvest evaluation of tomato genotypes with dual purpose. **Food Science and Technology**, Campinas, v.38, p.1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-457x.00217>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/QGXbw3ZtFmpkcGD6RBWrZmM/?lang=en>. Acesso em: 28 ago 2022.

RAJENDRAN, S.; BAE, J. H.; PARK, M. W.; OH, J. H.; JEONG, H. W.; LEE, Y. K.; PARK, S. J. Tomato Yield Effects of Reciprocal Hybridization of *Solanum lycopersicum* Cultivars M82 and Micro-Tom. **Plant breeding and biotechnology**, Suwon, v.10 n.1, p.37-48, 2022. DOI: <https://doi.org/10.9787/PBB.2022.10.1.37>, Disponível em: <https://www.plantbreedbio.org/journal/view.html?uid=731&&vmd=Full>. Acesso em: 30 nov. 2022

RESENDE, J.T.V.; DIAS, D.M.; ERPEN-DALLA CORTE, L.; CONSTANTINO, L.V.; VENTURA, M.U.; DE LIMA FILHO, R.B.; de OLIVEIRA, L.V.B.; DA-SILVA, P.R. The Introgression of Resistance to Tuta Absoluta in Tomato Based on Glandular Trichomes. **Arthropod-Plant Interact.** Dordrecht, v. 16, p. 87–99, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11829-021-09873-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11829-021-09873-x>. Acesso em: 01 ago. 2022.

RODRIGUEZ-AMAYA D. B. **A Guide to Carotenoids Analysis in Food**. Washington, ILSI Press, 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. IFPRI and CIAT. Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT, 2004. 58p.

RONGA, D.; CARADONIA, F.; VITTI, A.; FRANCIA, E. Agronomic Comparisons of Heirloom and Modern Processing Tomato Genotypes Cultivated in Organic and Conventional Farming Systems **Agronomy**, Basel, v.11 ,n.2 349, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11020349>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/2/349>. Acesso em: 27 mar 2022.

SEABRA JUNIOR, S.; CASAGRANDE, J. G.; TOLEDO, C. A. L.; PONCE, F. S.; FERREIRA, F. S., ZANUZO, M. R., LIMA, G. P. P.. Selection of thermotolerant Italian tomato cultivars with high fruit yield and nutritional quality for the consumer taste grown under protected cultivation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam , v.291, 110559, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110559>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442382100666X>, Acesso em: 04 jan. 2022

SILVA, PTP; OLIVEIRA, GE; PELOIA, PR; CARVALHO, RC; GONÇALVES, FMA. 2021. Yield prediction of experimental plots based on the harvest of specific fruit clusters for selection of fresh market tomato hybrids. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.39, p.58-64, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-0536-20210109>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/HcBLPPC7CfmYzysZskLRWFw/>. 01 ago 2022.

- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding**, New Delhi, v.41, p.237-245, 1981. Disponível em: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijgpb&volume=41&issue=2&article=010>. Acesso em: 22 mai.2022.
- SMITH, C. M. Conventional breeding of insect-resistant crop plants: still the best way to feed the world population. **Current Opinion in Insect Science**, Amsterdam v.45, p.7–13, 2020. DOI :<https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.11.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214574520301528>. Acesso: 12 set. 2022.
- SUN, X.R.; LIU, L.; ZHI, X.N.; BAI, J.R.; CUI, Y.N.; SHU, J.S.; LI, J.M. Genetic analysis of tomato internode length via mixed major gene plus polygene inheritance model. **Scientia Horticulturae** Amsterdam, v. 246, p. 759-764, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.044> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818308252>. Acesso em: 12 ago 2020.
- TAMTA S.; SINGH J.P. Heterosis in tomato for growth and yield traits. **Int J Veg Res** New York, v.24, n.2, p.169–179, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1407857>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19315260.2017.1407857>. Acesso em: 12 ago 2022.
- VAZQUEZ, D.V.; da COSTA, J.H.P.; GODOY, F.N.; CAMBIASO, V.; RODRÍGUEZ, G.R. Genetic basis of the lobedness degree in tomato fruit morphology . **Plant Science**, Shannon, v.319, 111258, p.1-12 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111258>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945222000826?via%3Dihub>. Acesso em: 28 jul.2022.
- ZANIN, D.S.; de RESENDE, J.T.V.; ZEIST, A.R.; LIMA FILHO, R.B.; GABRIEL, A.; DINIZ, F.C.P.; PERRUD, A.C.; MORALES, R.G.F. . Selection of F2BC1 tomato genotypes for processing containing high levels of zingiberene and resistant to tomato pinworms. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 49, p.265–274, v. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12600-020-00852-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-020-00852-1>. Acesso em: 15 ago 2022.
- ZHANG, J.; ZHANG, X.; CHEN, R.; YANG, L.; FAN, K.; LIU, Y., WANG, G., REN, Z., Liu, Y. Generation of Transgene-Free Semidwarf Maize Plants by Gene Editing of Gibberellin-Oxidase20-3 Using CRISPR/Cas9. **Frontiers in plant science**, Lausanne, v. 11, p. 1048, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01048>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.01048/full>. Acesso: 07 nov. 2022.

ZAYAT, J.Z.M.; BERNARDES NETO, J.F.; GOLINSKY, A.; MARQUES, P.V.F.; GONÇALVES, G.P.; TOFOLES, T.A.M. Viabilidade econômica da produção de tomate do tipo saladete no sul do estado de Goiás. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 8, n.6, pág.1455-1486, 2022. DOI : <https://doi.org/10.51891/rease.v8i6.6076>. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/6076>. Acesso em: 11 nov. 2022.