

THATIANE DE SOUSA PAIVA

HÍBRIDOS E LINHAGENS DE TOMATEIRO RASTEIRO AVALIADOS POR  
TÉCNICAS DE FENOTIPAGEM POR IMAGEM

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL

2022

THATIANE DE SOUSA PAIVA

HÍBRIDOS E LINHAGENS DE TOMATEIRO RASTEIRO AVALIADOS POR  
TÉCNICAS DE FENOTIPAGEM POR IMAGEM

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte das exigências do Programa  
de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de  
concentração em Produção Vegetal, para obtenção do  
título de “Mestre”.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Larissa Barbosa de Sousa

UFU/ICIAG

Prof. Dr. Douglas José Marques

UFU/ICIAG

Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho

UFRPE



Orientador

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel

UBERLÂNDIA

MINAS GERAIS – BRASIL

2022

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

---

P149h  
2022 Paiva, Thatiane de Sousa, 1994-  
Híbridos e linhagens de tomateiro rasteiro avaliados por técnicas de  
fenotipagem por imagem [recurso eletrônico] / Thatiane de Sousa Paiva.  
- 2022.

Orientador: Gabriel Mascarenhas Maciel.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.  
Modo de acesso: Internet.  
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.5313>  
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 - CRB-6/2047



**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:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 007/2022, PPGAGRO				
Data:	Vinte cinco de fevereiro de dois mil e vinte e dois	Hora de início:	09:00	Hora de encerramento:	[11:35]
Matrícula do Discente:	12012AGR020				
Nome do Discente:	Thatiane de Sousa Paiva				
Título do Trabalho:	Híbridos e linhagens de tomateiro rasteiro avaliados por técnicas de fenotipagem por imagem				
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: Larissa Barbosa de Sousa - UFU; Douglas José Marques - UFU; José Luiz Sandes de Carvalho Filho - UFRPE; Gabriel Mascarenhas Maciel - UFU orientador(a) do(a) candidato(a).

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

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

Aprovado(a).

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

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

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

Documento assinado eletronicamente por **Gabriel Mascarenhas Maciel, Professor(a) do Magistério**



**Superior**, em 25/02/2022, às 11:36, 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 **Douglas José Marques, Professor(a) do Magistério Superior**, em 25/02/2022, às 11:36, 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 **Larissa Barbosa de Sousa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 25/02/2022, às 11:38, 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 Luiz Sandes de Carvalho Filho, Usuário Externo**, em 25/02/2022, às 16:33, 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](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3330954** e o código CRC **3FCD0C11**.

---

## AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho, além da sensação de dever cumprido, existe um enorme sentimento de gratidão. Não trilhei este caminho sozinha, por isso, volto minha atenção neste momento para agradecer àqueles que se fizeram fundamentais na minha caminhada.

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder a vida, o entendimento e a força para que pudesse concluir mais essa etapa.

Aos meus pais, Luiz e Rosângela, pelo exemplo dado ao longo de toda minha história e por sempre me darem o suporte necessário, além de todo carinho e amor.

À minha irmã Thaianne, pelos conselhos, pela amizade e, sobretudo pela torcida para com as minhas conquistas e vitórias.

Agradeço ainda a todos os meus familiares pela presença em todos os momentos de minha vida.

Ao meu esposo Luciano, por sonhar comigo as conquistas, por me impulsionar a ir além, pelo amor e pela compreensão.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel por acreditar em mim, pela dedicação para comigo e pelo auxílio na elaboração deste trabalho.

Aos integrantes do GENHORT, especialmente Camila, Danilo, Joicy, Mariana e Lucas, pelo suporte e aprendizado ao longo dos anos de trabalho juntos.

Por fim e não menos importante, agradeço a todos os professores e amigos que me acompanharam ao longo do mestrado. Sem dúvidas, os momentos vivenciados ficarão registrados na minha história.

A todos estes, Gratidão! Caminhar na presença de pessoas que nos apoiam e acreditam e nós, dá um sentido especial à conquista e isso, me toma de alegria.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>24</b>

## RESUMO

PAIVA, THATIANE DE SOUSA. **Híbridos e linhagens de tomateiro rasteiro avaliados por técnicas de fenotipagem por imagem.** 2022. 25p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. <sup>1</sup>

A busca por novas alternativas capazes de otimizar a avaliação de experimentos de tomateiro no campo são necessárias. Há relatos do uso da fenotipagem por imagem em diversos vegetais, exceto para o tomateiro. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo de híbridos e linhagens de tomateiro a partir de índices de vegetação. Foram utilizados dois grupos de genótipos - Híbridos versus linhagens - sendo, nove linhagens, trinta e seis híbridos, genitor recorrente UFU 57 e um híbrido comercial (cv. Vitalino 32). Foram avaliados: peso médio, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, espessura da polpa, número de lóculos, concentração de sólidos solúveis,  $\beta$ -caroteno e licopeno; e análises do desenvolvimento vegetativo por meio de índices de vegetação obtidos a partir de imagens coletadas por aeronave remotamente pilotável (ARP). Os dados foram analisados por meio de teste de médias, análises multivariadas para dissimilaridade genética. Os índices de vegetação foram capazes de distinguir diferenças entre linhagens e híbridos. Os resultados obtidos demonstraram que os híbridos apresentaram maior vigor vegetativo associado a maior potencial agrônomo. O uso de imagens para avaliar germoplasmas de tomateiro pode auxiliar avaliações de campo.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, germoplasma, dissimilaridade genética, ensaio agrônomo.



## **ABSTRACT**

PAIVA, THATIANE DE SOUSA. **Creeping tomato hybrids and strains evaluated by image phenotyping techniques.** 2022. 25p. Dissertation (Master in Agronomy/Crop Production) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

The search for new alternatives capable of optimizing the evaluation of tomato experiments in the field is necessary. There are reports of image phenotyping in several plants, except for tomato. The objective of this study was to evaluate the agronomic potential of tomato hybrids and strains using vegetation indices. Two groups of genotypes were used - Hybrids versus lineages- being, nine lineages, thirty-six hybrids, recurrent genitor UFU 57 and a commercial hybrid (cv. Vitalino 32). There were evaluated: average weight, transverse diameter, longitudinal diameter, pulp thickness, number of lobules, concentration of soluble solids,  $\beta$ -carotene, and lycopene; and vegetative development analysis by means of vegetation indices obtained from images collected by remotely piloted aircraft (RPA). The data were analyzed using test of means, multivariate analysis for genetic dissimilarity. The vegetation indices were able to distinguish differences between strains and hybrids. The results obtained showed that the hybrids presented greater vegetative vigor associated with greater agronomic potential. Using images to evaluate tomato germplasm can aid field evaluations.

**Key words:** *Solanum lycopersicum*, germplasm, genetic dissimilarity, agronomic testing.

## 1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tem grande importância no cenário econômico brasileiro. A cultura possui alta vulnerabilidade em relação aos diferentes tipos de estresse biótico e abiótico (Peres et al., 2020). Neste contexto, faz-se necessário repetidas avaliações dos genótipos em experimentos realizados no campo repercutindo em maior demanda de tempo e recursos (Carvalho et al., 2019).

A produtividade pode ser avaliada de forma indireta a partir do desenvolvimento vegetativo (Reis, et al., 2013). A qualidade do fruto também tem sido constantemente avaliada (Oliveira et al., 2022). Neste sentido, programas de melhoramento genético de tomateiro preconizam obter cultivares com bom desempenho agrônomico aliado a qualidade do fruto (Gomes, et al., 2021).

Novas alternativas capazes de otimizar a avaliação de experimentos de tomateiro no campo são necessárias. O uso da fenotipagem por imagem é comum em vegetais; soja (Risso et al., 2012), cana-de-açúcar (Vicente et al., 2012), alface (Clemente et al., 2021), milho doce (Silva et al., 2022) e para abóbora (Beloti et al., 2020), porém, em tomateiro não é sabido sobre tal eficiência.

Uma das possíveis avaliações feitas pela técnica é o cálculo dos índices de vegetação, obtido por meio de medições da radiação refletida pelas plantas (Clemente et al., 2021). Vale apontar que para validar índices de vegetação, Silva, et al 2022 sugerem que o experimento seja estrategicamente planejado e, quando possível, incluir linhagens (endogamia) versus híbridos (heterose).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de híbridos e linhagens de tomateiro a partir de índices de vegetação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na Estação Experimental de Hortaliças pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Monte Carmelo, estado de Minas Gerais (18°42'43,19" S e 47°29'55,8" W, com altitude de 873 metros (Figura 1).

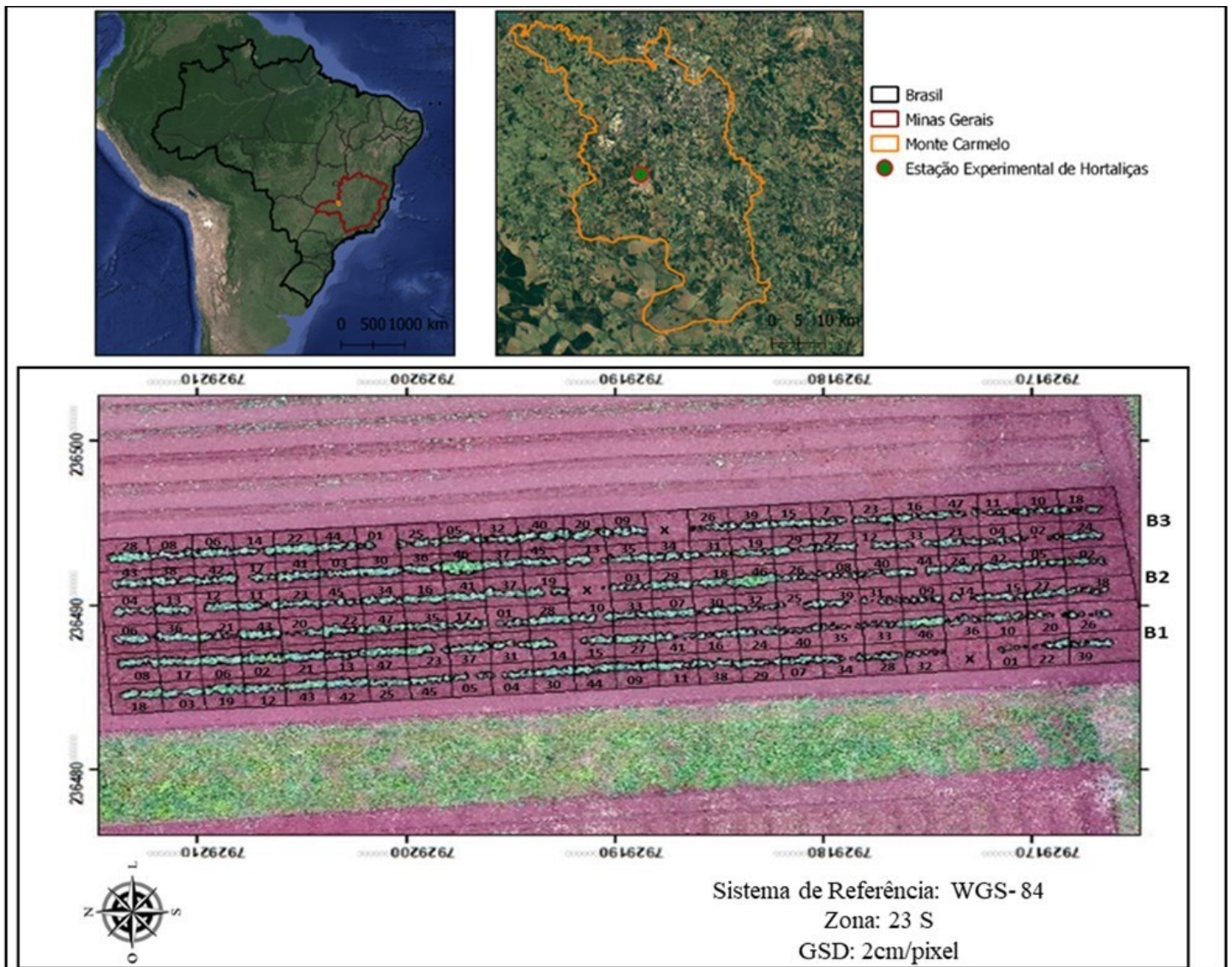


Figura 1. Localização do experimento e delineamento experimental.

O germoplasma utilizado neste trabalho faz parte do programa de melhoramento genético de tomateiro da UFU. Em 2016 foi realizado cruzamento interespecífico entre UFU-057#20 (*Solanum lycopersicum*), utilizado como genitor recorrente, e o acesso

selvagem LA-716 (*Solanum pennellii*), genitor doador. A linhagem pré-comercial UFU-57 é pertencente ao grupo salada, possui hábito de crescimento determinado e apresenta características favoráveis, principalmente fruto graúdo e vigoroso (Finzi et al., 2020). Já o acesso selvagem possui hábito de crescimento indeterminado e é rico em um composto secundário (aleloquímico) que confere amplo espectro de resistência ao ataque de pragas. Obtidas as sementes F1, procedeu-se com a realização de dois retrocruzamentos e quatro sucessivas autofecundações, resultando em nove linhagens homozigotas. Em 2018, realizou-se a hibridação entre as linhagens sendo obtido 36 híbridos experimentais.

Em dezembro de 2019, foram semeados 47 genótipos com hábito de crescimento determinado sendo, nove linhagens, trinta e seis híbridos experimentais, genitor recorrente UFU-57 e um híbrido comercial (cv. Vitalino 32).

A semeadura foi realizada em bandejas de polietileno contendo 200 células preenchidas com substrato de fibra de coco. Após a semeadura as bandejas foram realocadas em casa de vegetação, onde permaneceram 35 dias até o transplântio para o campo.

O transplântio foi realizado em janeiro de 2020, em delineamento de blocos casualizados, sendo 47 tratamentos e 3 blocos (Figura 1).

A parcela experimental foi constituída por cinco plantas espaçadas em 40 cm, dispostas em fileira simples. Os tratamentos culturais foram realizados conforme preconizado para a cultura.

A colheita foi realizada aos 135 dias após semeadura. Por se tratar de plantas de hábito de crescimento determinado, a colheita foi realizada de forma única e manual. Foram colhidos todos os frutos da parcela e em seguida contados e pesados para determinação do peso médio de fruto (PMF). Os mesmos frutos foram submetidos às seguintes avaliações agrônômicas: diâmetro transversal (DT), medido com uma régua graduada na

seção transversal da fruta cortada (cm); diâmetro longitudinal (DL), medido com uma régua graduada desde a cicatriz do pedicelo até a ponta do fruto (cm); número de lóculos (NL), determinado por contagem direta dos lóculos no fruto (lóculo por fruto); espessura da polpa (EP), medida com uma régua graduada e, determinada pela maior distância do mesocarpo da fruta (cm); e concentração de sólidos solúveis (SS), expressa como ° Brix a 26° C, que foi analisado por meio de um refratômetro digital portátil (Atago PAL-1 3810).

Após a realização das avaliações agronômicas procedeu-se às análises de qualidade nutricional dos frutos: teor de Licopeno (TL), obtido pela leitura em espectrofotômetro Thermo Scientific (Multiskan FC) a 470 nm; e teor de Betacaroteno (BC), obtido pela leitura em espectrofotômetro UV-160 Visible Spectrophotometer (Shimadzu) a 450 nm.

Além das avaliações agronômicas, foram realizados três voos durante o desenvolvimento das plantas (15, 45 e 60 dias após o transplantio) a 25 m de altura, por meio de uma aeronave remotamente pilotável (ARP) (modelo Phantom 4 Advanced ®), equipado com dois sensores ópticos. As imagens foram capturadas usando uma câmera

RGB (Câmera DJI Phantom 4 Advanced®), com resolução de 12 megapixels. A dimensão da coleta de imagens foi de 4864×3648 pixels e com sobreposição longitudinal e lateral de 75%, e resolução espacial de 1,5 cm/pixel. Para minimizar os efeitos de sombra, as imagens foram capturadas ao meio-dia, período que tem maior uniformidade de radiação solar sob a superfície terrestre.

As etapas metodológicas para a quantificação dos pigmentos foliares, processamento das imagens e análise dos dados estão apresentadas no fluxograma da figura 2.

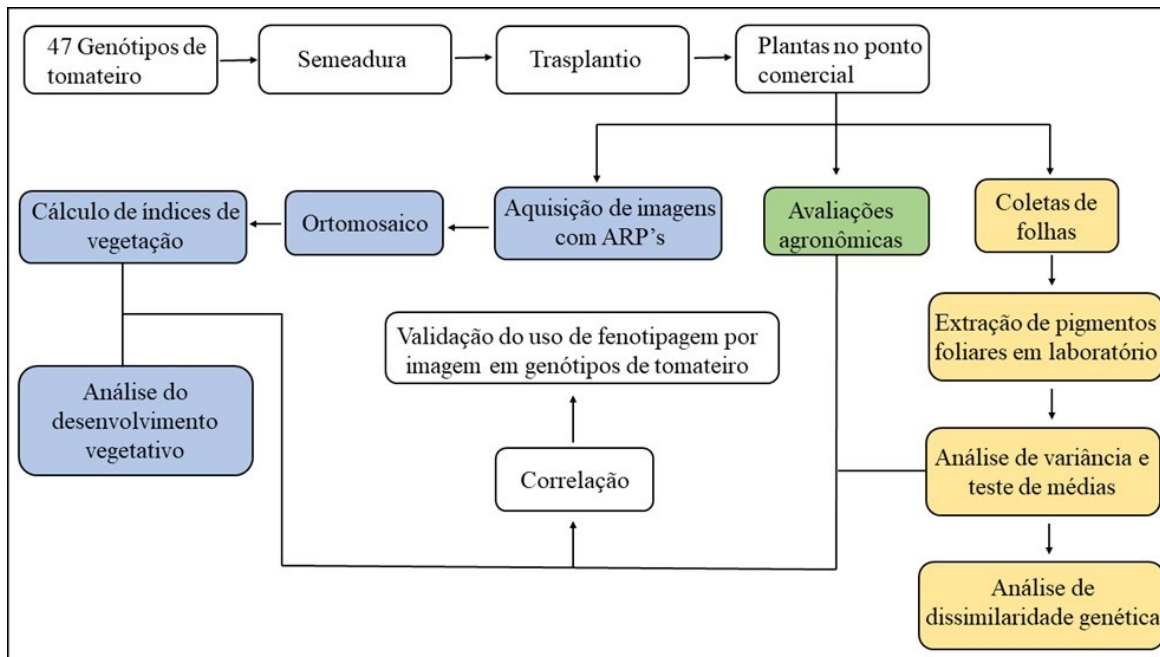


Figura 2. Fluxograma das etapas de aquisição e processamento das imagens, quantificação dos pigmentos foliares e análise dos dados em genótipos de tomateiro

O processamento das imagens obtidas nos voos se deu pelo cálculo de três índices de vegetação, com o intuito de validar o uso de tais índices na avaliação do desenvolvimento vegetativos dos genótipos (Tabela 1).

TABELA 1. Características dos índices de vegetação calculados para esse estudo.

Nome	Abreviação	Equação	Referências
Índice de Vegetação da Clorofila	CVI	$\rho_n * \rho_r / \rho_g^2$	(VINCINI e FRAZZI e D'ALESSIO, 2008)
Índice de Vegetação da Diferença Normalizada Verde	GNDVI	$(\rho_n - \rho_g) / (\rho_n + \rho_g)$	(GITELSON e KAUFMAN e MERZLYAK, 1996)
Índice de Vegetação Ajustado para o Solo	SAVI	$(1 + 0,5) (\rho_n - \rho_r) / (\rho_n + \rho_r + 0,5)$	(HUETE, 1988)

$\rho_n$  = refletância da banda do infravermelho próximo,  $\rho_r$  = refletância na banda do vermelho,  $\rho_g$  = refletância da banda do verde,  $\rho_b$  = refletância da banda do azul e  $\rho_r$  = definida pela equação  $\rho_r - (\rho_b - \rho_r)$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). Em seguida, foram realizadas análises multivariadas de dissimilaridade genética pela distância generalizada de Mahalanobis ( $D_{ii}^2$ ). A dissimilaridade genética foi representada por dendrograma obtido pelo método hierárquico Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages (UPGMA) e pelo método de otimização Tocher. A validação do agrupamento pelo método UPGMA foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC) calculado pelo teste de Mantel (1967). A contribuição relativa dos caracteres quantitativos foi calculada segundo critério de Singh (1981). Foram realizados contrastes de interesse empregando o teste Scheffé ( $\alpha = 0,05$  e  $0,01$ ). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa GENES (CRUZ, 2012).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os genótipos de tomate diferiram entre si (teste F,  $p \leq 0,05$ ) em todas as variáveis analisadas, exceto para espessura de polpa (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação das médias entre os genótipos de tomateiro para características agrônômicas e qualidade do fruto.

Genótipos	Código Original	PP	PMF	DT	DL	NL	EP	SS	TL	TC
		(Kg/planta)	(g)	(cm)	(cm)		(cm)	(°Brix)	(mg/100g)	(mg/100g)
1	Linhagem homozigota UFU-2413	0.35 b	86.7 b	4.2 b*#	5.5 b*	4.9 a*	0.54 a	3.4 b	1.6 b	1.1 b*
2	Linhagem homozigota UFU-4412	0.33 b	86.7 b	4.2 b*#	5.5 b*	5.1 a*	0.43 a	3.1 b	1.8 b	2.3 a
3	Linhagem homozigota UFU-4413	0.45 b	80.0 b	3.9 b*#	5.7 b*	4.6 b*	0.61 a	3.7 a	1.9 b	1.8 b
4	Linhagem homozigota UFU-4411	0.53 b	80.0 b	4.1 b*#	5.7 b*	4.4 b*	0.55 a	4.1 a*	1.9 b	1.9 b
5	Linhagem homozigota UFU-2113	0.32 b	91.2 b*	4.6 a	6.2 a*	5.1 a*	0.61 a	3.7 a	2.3 b	2.2 a
6	Linhagem homozigota UFU-2521	0.73 a	100.0 a*	4.2 b*#	5.9 b*	4.3 b*	0.46 a*	3.1 b	2.2 b	2.4 a
7	Linhagem homozigota UFU-2522	0.77 a	103.3 a*	4.6 a	6.6 a*	4.3 b*	0.57 a	3.2 b	3.1 a*	2.8 a#
8	Linhagem homozigota UFU-2523	1.31 a*	123.3 a*	4.2 b*#	6.5 a*	5.6 a*	0.53 a	3.1 b	2.6 a	2.3 a
9	Linhagem homozigota UFU-2513	0.89 a	90.0 b*	4.1 b*#	6.3 a*	5.3 a*	0.51 a*	3.6 a	2.5 a	2.3 a
10	F1 (UFU-28#2413 X UFU-13#4412)	1.07 a*	100.0 a*	4.3 b#	6.3 a*	6.1 a*	0.43 a*	3.1 b	1.8 b	1.6 b*
11	F1 (UFU-28#2413 XUFU-13#4413)	0.82 a	106.7 a*	4.8 a	6.7 a*	5.3 a*	0.51 a*	3.5 a	1.6 b	2.1 b
12	F1 (UFU-28#2413 X UFU-13#4411)	0.85 a	113.3 a*	4.4 a#	6.1 a*	5.6 a*	0.61 a	3.2 b	2.2 b	1.4 b*
13	F1 (UFU-28#2413 X UFU-13#2113)	0.71 a	110.0 a*	4.90 a	6.4 a*	4.7 b*	0.61 a	3.3 b	2.3 b	1.9 b
14	F1 (UFU-28#2413 X UFU-13#2521)	0.95 a	103.3 a*	4.70 a	6.3 a*	4.5 b*	0.56 a	3.4 b	1.5 b	2.7 a#
15	F1 (UFU-28#2413 X UFU-13#2522)	0.65 a	93.3 b*	4.50 a	6.1 a*	4.6 b*	0.61 a	3.4 b	2.3 b	1.9 b
16	F1 (UFU-28#2413 X UFU-13#2523)	0.89 a	106.7 a*	4.50 a	6.4 a*	5.3 a*	0.56 a	3.1 b	2.1 b	2.2 a
17	F1 (UFU-28#2413 X UFU-13#2513)	0.13 b	76.7 b#	3.50 b*#	5.4 b*	5.5 a*	0.41 a*#	3.8 a*	1.6 b	1.9 b
18	F1 (UFU-13#4412 XUFU-13#4413)	0.51 b	96.7 a*	4.50 a	6.6 a*	6.1 a*	0.56 a	3.7 a	1.9 b	2.2 a
19	F1 (UFU-13#4412 X UFU-13#4411)	0.53 b	100.0 a*	3.30 b*#	5.7 b*	4.6 b*	0.56 a	3.5 a	2.3 b	1.8 b
20	F1 (UFU-13#4412 X UFU-13#2113)	0.28 b	83.3 b*	3.90 b*#	5.6 b*	4.4 b*	0.45 a*	3.7 a	2.1 b	1.9 b
21	F1 (UFU-13#4412 X UFU-13#2521)	0.82 a	100.0 a*	3.9 b*#	5.8 b*	3.3 c#	0.51 a*	3.3 b	2.2 b	2.2 a
22	F1 (UFU-13#4412 X UFU-13#2522)	1.17 a*	96.7 a*	4.30 b*#	6.1 a*	4.3 b*	0.53 a	3.4 b	2.3 a	2.5 a
23	F1 (UFU-13#4412 X UFU-13#2523)	0.89 a	96.7 a*	4.10 b*#	5.9 b*	4.3 b*	0.56 a	3.5 a	3.3 a*#	2.4 a
24	F1 (UFU-13#4412 X UFU-13#2513)	0.87 a	93.3 b*	4.50 a	6.2 a*	4.1 b*	0.51 a*	3.6 a	2.1 b	1.8 b
25	F1 (UFU-13#4413 X UFU-13#4411)	0.81 a	93.3 b*	4.10 b*#	6.1 b*	4.6 b*	0.53 a	3.6 a	2.8 a	2.3 a
26	F1 (UFU-13#4413 X UFU-13#2113)	0.47 b	73.3 b#	3.90 b*#	5.6 b*	5.3 a*	0.43 a*	3.9a*	2.2 b	1.4 b*
27	F1 (UFU-13#4413 X UFU-13#2521)	0.81 a	90.0 b*	4.20 b*#	6.1 a*	5.1 a*	0.51 a*	3.2 b	2.5 a	2.3 a
28	F1 (UFU-13#4413 X UFU-13#2522)	0.83 a	123.3 a*	4.10 b*#	6.5 a*	4.9 a*	0.55 a	3.3 b	2.1 b	1.9 b
29	F1 (UFU-13#4413 X UFU-13#2523)	0.69 a	100.0 a*	4.30 b#	6.6 a*	4.6 b*	0.53 a	3.6 a	1.9 b	1.8 b
30	F1 (UFU-13#4413 X UFU-13#2513)	0.68 a	90.0 b*	4.20 b*#	6.2 a*	4.4 b*	0.53 a	3.7 a	2.3 b	1.9 b
31	F1 (UFU-13#4411 X UFU-13#2113)	0.25 b	90.0 b*	4.30 b*#	5.8 b*	4.6 b*	0.53 a	3.5 a	2.1 b	1.3 b*
32	F1 (UFU-13#4411 X UFU-13#2521)	0.54 b	86.7 b*	4.10 b*#	5.7 b*	4.2 b*	0.56 a	3.5 a	2.6 a	2.7 a#
33	F1 (UFU-13#4411 X UFU-13#2522)	0.66 a	100.0 a*	4.50 a	5.7 b*	4.1 b*	0.51 a*	3.1 b	2.6 a	2.6 a#
34	F1 (UFU-13#4411 X UFU-13#2523)	0.88 a	106.7 a*	4.20 b*#	6.1 a*	4.6 b*	0.46 a*	3.7 a	2.7 a	2.2 a
35	F1 (UFU-13#4411 X UFU-13#2513)	0.33 b	76.7 b#	4.10 b*#	5.9 b*	5.1 a*	0.51 a*	3.8 a*	1.4 b	1.3 b*
36	F1 (UFU-13#2113 X UFU-13#2521)	0.85 a	90.0 b*	4.60 a	6.3 a*	4.1 b*	0.53 a	3.1 b	2.5 a	2.2 a
37	F1 (UFU-13#2113 X UFU-13#2522)	0.74 a	106.7 a*	4.50 a	6.4 a*	4.6 b*	0.53 a	3.8 a	2.4 a	2.2 a
38	F1 (UFU-13#2113 X UFU-13#2523)	0.98 a	110.0 a*	4.50 a	6.4 a*	5.1 a*	0.54 a	3.2 b	2.5 a	1.9 b
39	F1 (UFU-13#2113 X UFU-13#2513)	0.96 a	103.3 a*	4.70 a	6.3 a*	4.6 b*	0.57 a	3.4 b	2.2 b	2.1 a
40	F1 (UFU-13#2521 X UFU-13#2522)	0.78 a	106.7 a*	4.50 a	6.3 a*	4.3 b*	0.47 a	3.2 b	1.8 b	1.8 b
41	F1 (UFU-13#2521 X UFU-13#2523)	1.02 a	100.0 a*	4.10 b*#	5.8 b*	4.1 b*	0.53 a	3.2 b	2.2 b	2.2 a
42	F1 (UFU-13#2521 X UFU-13#2513)	1.31 a*	116.7 a*	4.20 b*#	6.4 a*	4.3 b*	0.57 a	3.9 a*	2.1 b	1.6 b*



43	F1 (UFU-13#2522 X UFU-13#2523)	1.14 a*	110.0 a*	4.30 b#	6.4 a*	4.6 b*	0.53 a	3.8 a	1.9 b	2.1 b
44	F1 (UFU-13#2522 X UFU-13#2513)	1.12 a*	110.0 a*	4.70 a	6.5 a*	4.1 b*	0.51 a*	3.1 b	2.7 a	2.5 a
45	F1 (UFU-13#2523 X UFU-13#2513)	1.01 a	106.7 a*	4.40 a#	6.5 a*	5.1 a*	0.53 a	3.3 b	2.2 b	1.9 b
46	cv. Vitalino 32	0.36 b	56.7 b	4.90 a	4.3 c	2.3 c	0.71 a	3.1 b	1.9 b	2.6 a
47	UFU-57#20	0.79 a	110.0 a	5.10 a	6.1 a	5.3 a	0.61 a	3.4 b	2.2 b	1.7 b
<b>Média Geral</b>		0,74	0,09	4,34	6,11	4,69	0,53	3,44	2,21	2,05
<b>CV (%)</b>		39,1	13,7	6,2	6,6	13,3	14,7	9,1	19,3	18,5

Contraste de Interesse (y)

Estimativas de contrastes de interesse

C1	Híbridos UFU vs. Linhagens UFU	0.15*	5.61**	0.06 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.24*	-	0.01 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>
C2	Híbridos UFU vs. CV. Vitalino 32	0.42*	42.38**	-	1.84*	2.31*	-0.18 <sup>ns</sup>	0.36*	0.30*	-0.58*
C3	Linhagens UFU vs. GR UFU-57	4.89*	731.20**	53.30**	47.80**	38.30**	4.20*	27.60*	17.70**	17.40*
C4	cv. Vitalino 32 vs. GR UFU-57	-0.43*	-	-0.20*	-1.80*	-3.00*	0.10 <sup>ns</sup>	-	-0.30*	0.90*

PP: Produção por planta; PM: Peso médio dos frutos; DT: Diâmetro Transversal dos frutos; DL: Diâmetro Longitudinal dos frutos; EP: espessura de polpa; NL: Número de lóculos por fruto, SS: Ter de sólidos solúveis; TL: Teor de Licopeno; BC: Teor de Betacaroteno; CVI: Índice de Vegetação da Clorofila; GNDVI: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada Verde e SAVI: Índice de Vegetação Ajustado para o Solo. 1 Médias seguidas por letras distintas na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 0.05 de significância. \* Médias na coluna diferem do genitor recorrente UFU-57 pelo teste de Dunnett a 0.05 de significância. # Médias na coluna diferem da testemunha comercial (cv. Vitalino 32) pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. (y) \*\*, \*, ns = significativo p=0.01, p=0.05 e não significativo, respectivamente, pelo teste Scheffe. Vs. = Versus

Em relação a PP, da linhagem 8 e dos híbridos experimentais 10, 22, 42, 43 e 44 foram superiores em relação a testemunha comercial ao Vitalino 32 (Dunnett a 0.05 de significância). Todos os genótipos analisados foram semelhantes à UFU-57. Para PMF, os híbridos experimentais 17, 26 e 35 se destacaram em comparação a UFU-57. As linhagens 5, 6, 7, 8 e 9 e híbridos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45 apresentaram incremento de 46,91 a 117,46% em PMF, sendo superior ao Vitalino 32 (Tabela 2).

A linhagem 8 e os híbridos experimentais 41, 42, 43, 44 e 45 se destacaram para as variáveis PP e PMF. Produtividade por planta e peso médio dos frutos são bons

indicadores, por se relacionarem diretamente com altas produtividades e rendimento de produção (Rosa et al., 2011), que são parâmetros utilizados na seleção de genótipos superiores em programas de melhoramento. Desta forma, os genótipos apresentados são promissores para tais características.

Matos et al., (2012), em análise de desempenho de híbridos de tomateiro em função de sistemas de condução de plantas, obtiveram valores de PP entre 5,5 e 6,0 kg/planta, mostrando que incrementos nesta característica são necessários para os genótipos em estudo (Tabela 2). Para PMF, Zambain et al. (2018), encontraram semelhanças aos valores encontrados neste trabalho (Tabela 2), entre 89,6 e 101,4 g/fruto ao avaliarem diferentes doses de cálcio e boro no desenvolvimento de tomate italiano.

Verificou-se, pelo teste de Dunnett, DT inferior ao comparar os seguintes genótipos: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 41, 42, 43, 45 com UFU-57. Esses mesmos genótipos com exceção de 10, 12, 29, 43 e 45 também apresentaram DT inferior aos frutos produzidos pelo híbrido Vitalino 32 (Tabela 2). Já para DL, o teste de Dunnett demonstrou frutos de comprimento semelhante aos produzidos por UFU-57 e superior ao Vitalino 32 (Tabela 2).

Para as características DL e DT os genótipos que apresentaram maior destaque foram 5, 7, 13, 14, 36 e 44. Estas características são de extrema importância para a determinação do formato dos frutos de tomate, fator decisivo na sua comercialização. A preferência do mercado é para frutos oblongos e redondos, respectivamente (Andrade et al., 2014). Segundo este autor a relação entre diâmetro transversal e diâmetro longitudinal (DT/DL) pode ser  $< 1$ : correspondendo a frutos com formato achatado;  $= 1$ : frutos redondos; e  $> 1$ : frutos de formato oblongo. A maioria dos genótipos caracterizados neste trabalho, apresentaram relação DT/DL inferior a 1, sendo, portanto, frutos redondos.

Os valores encontrados para DL e DT (Tabela 2) corroboram com Marques et al. (2019) que encontraram valores entre 4,41 e 5,06 para o primeiro e 4,84 e 6,14 para o segundo.

Todos os genótipos apresentaram frutos com NL semelhante à UFU-57 e superior ao Vitalino 32 (Dunnett, 0,05 de significância) (Tabela 2). Já para EP observou-se inferioridade no genótipo 17 comparado à UFU-57. As linhagens 6 e 9 e os híbridos 10, 11, 17, 20, 21, 24, 26, 27, 33, 34, 35 e 44 apresentaram EP inferior aos frutos produzidos por Vitalino 32 (Tabela 2).

A firmeza dos frutos de tomate é um dos fatores imprescindíveis para uma melhor conservação pós-colheita, se tornando também parâmetro importante no melhoramento genético (Siddiqui et al. 2014). Segundo este autor, frutos de tomate com menor número de lóculos (NL) e maior espessura de polpa (EP) apresentam maior firmeza. Neste sentido, os genótipos 4, 7, 15, 16, 19, 23, 28, 32, 39 e 42 se destacam como genótipos com frutos mais firmes, pois apresentam menor NL e maior EP.

Valores entre 1,9 e 4,6 para NL foram observados em avaliação de híbridos de tomateiro para potencial agrônômico (Assunção et al., 2018), resultados estes semelhantes aos encontrados neste trabalho (Tabela 2). Já para EP, Schwarz et al. (2013), ao avaliarem o desempenho agrônômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro, no primeiro ano de cultivo, encontraram valores entre 0,45 e 0,75 cm, os quais também corroboram com os resultados do trabalho em questão (Tabela 2).

Verificou-se pelo teste de Dunnett superioridade em SS para a linhagem 4 e para os híbridos 17, 26, 35 e 42 em relação ao Vitalino 32. Todos os genótipos apresentaram semelhança em SS com UFU-57 (Tabela 2).

Os genótipos 3, 4, 5, 9, 11, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 42 e 43 obtiveram maiores resultados para a característica SS. Os SS estão diretamente relacionados ao sabor doce dos frutos. Essa característica influencia, de forma direta, a preferência do consumidor, que opta por frutos mais adocicados (Oliveira et al, 2022). Tendo em vista tal a afirmação, os genótipos citados se destacam frente ao mercado consumidor.

Teores de SS entre 3,6 e 6,4 foram obtidos em frutos de tomateiro avaliados quanto a qualidade pós-colheita (Mondolon et al., 2011), valores que se assemelham aos valores de SS obtidos neste trabalho (Tabela 2).

Conforme apresentado no teste de Dunnett, o genótipo 23 foi superior em TL comparado a UFU-57 e Vitalino 32. A linhagem 7 também apresentou maior TL que os frutos provenientes de Vitalino 32 (Tabela 2). Este mesmo teste mostrou superioridade no TB para a linhagem 7 e híbridos 14, 32 e 33 em relação a UFU-57. A linhagem 1 e os híbridos 10, 12, 26, 31, 35 e 42 apresentaram teores inferiores de TB comparado ao Vitalino32.

Para as características TL e TB, verificou-se maior destaque dos genótipos 7, 8, 32, 33 e 44. O incremento nos TL e TB é de extrema importância, pois promove aumentos significativos na coloração, nas vitaminas existentes e na qualidade nutricional dos frutos (Nellis et al., 2017). Além disso, frutos ricos nestas substâncias possuem altas propriedades antioxidantes, as quais previnem doenças, como câncer, e auxiliam na saúde humana (Nellis et al., 2017). Neste sentido, os genótipos que se destacaram para estas características são promissores no melhoramento genético da cultura do tomate.

Rosa et al. (2011) observaram, em linhagens de tomate italiano submetidos a manejo orgânico, valores entre 2,9 e 6,3 mg/100mg de licopeno. Esse resultado corrobora aos resultados obtidos neste trabalho (Tabela 2). Já para os teores de  $\beta$ -caroteno, os valores

encontrados pela Tabela 2, que apresentaram incremento nessa característica, se assemelham aos encontrados por Rosa et al. (2011), que foram de 0,29 a 0,41 mg/100 mg.

A confirmação da superioridade dos híbridos em relação as linhagens se deu pela significância dos contrastes de interesse (Teste Scheffé), especialmente para produção por planta e peso médio de fruto (Tabela 2). Este resultado foi importante pois deixa evidente que o experimento possui indicativos de dissimilaridade entre os tratamentos possibilitando a validação dos diferentes índices de vegetação conforme proposto por Silva., et al 2022. No entanto, a avaliação da dissimilaridade genética, majoritariamente é realizada a partir de dendrogramas (Clemente et al., 2021).

O dendrograma UPGMA gerado utilizando a matriz de dissimilaridade obtida pela distância generalizada de Mahalanobis apresentou coeficiente de correlação cofenética de 0,90. Este valor indica que o padrão de agrupamento dos genótipos é confiável e representa a matriz de dissimilaridade genética (Clemente et al., 2021). Para Cruz, Regazzi e Carneiro (2014) valores de coeficiente de correlação cofenética acima de 0,70 possuem boa representatividade.

A linha de corte foi traçada no dendrograma no ponto onde ocorreu mudança abrupta de nível (Cruz; Ferreira; Pessoni, 2014). O corte foi feito em 13% de dissimilaridade, permitindo a separação dos genótipos em 11 grupos distintos (Figura 3).

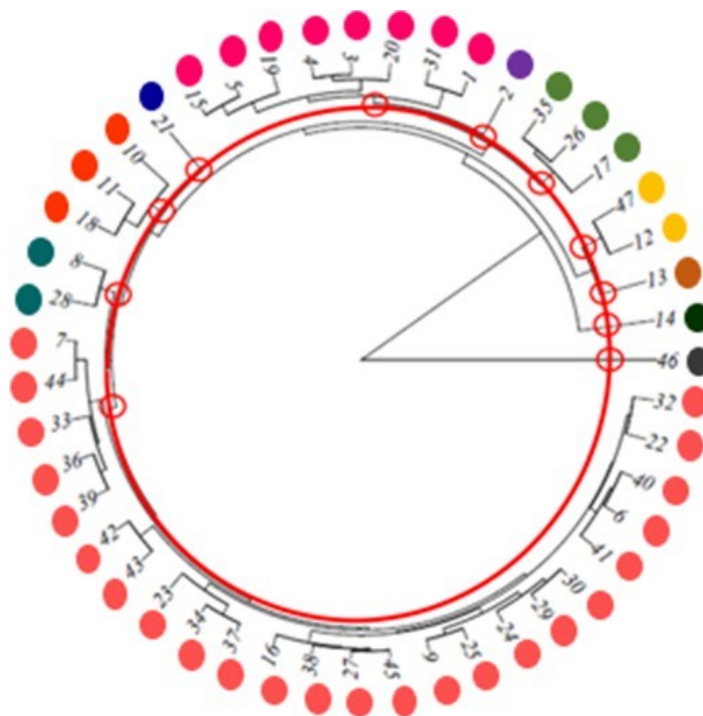


Figura 3. Dendrograma circular da dissimilaridade genética entre 47 genótipos, obtido pelo método hierárquico de ligação média “UPGMA”, com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ). Círculos coloridos representam os grupos definidos pelo método de corte.

Dentre os 11 grupos formados, cinco foram compostos por híbridos: três grupos com somente um genótipo cada (13, 14 e 21) e dois grupos constituídos de três genótipos cada (10, 11 e 18; 17, 26 e 35, respectivamente). Isso sugere principalmente, uma superioridade destes híbridos em relação às linhagens, mostrando que houve um ganho de seleção positivo ao longo das gerações. Em programas de melhoramento futuros estes genótipos poderão ser utilizados, pois representam alta variabilidade genética, pois pelo teste de médias estes mesmos se destacaram, para a maioria das variáveis dos demais em desempenho agrônômico (Tabela 2).

A testemunha comercial (híbrido Vitalino 32) ficou isolada em um grupo. Já o genitor recorrente UFU – 57 foi agrupado ao híbrido 12. Esse resultado sugere potencial em PP e de qualidade de fruto para o híbrido 12, visto que o genitor recorrente apresentou tais características.

O número de grupos formados pelo dendrograma está relacionado com a variabilidade genética do germoplasma analisado. Maciel et al., (2018) caracterizaram a dissimilaridade entre 42 genótipos de tomate cereja, avaliados quanto à performance agrônômica. Esses autores observaram a formação de quatro grupos distintos. Já Luz et al. (2016), ao avaliarem o desempenho e a dissimilaridade genética de 53 híbridos de tomate para processamento industrial, notaram a formação de cinco grupos distintos entre os genótipos.

Com base nos critérios propostos por Singh (1981), observou-se que as características mais importantes para a dissimilaridade dos genótipos foram diâmetro transversal, teor de betacaroteno, diâmetro longitudinal e número de lóculos (Tabela 3). Rocha et al. (2009), ao avaliarem descritores quantitativos na determinação da dissimilaridade genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja, observaram alta contribuição dos caracteres: diâmetro longitudinal (19,35%) e transversal (14,02%).

TABELA 3. Estimativas da contribuição relativa de Singh de cada característica (Sj) para a detecção de dissimilaridade genética em genótipos de tomateiro.

<b>Caracteres</b>	<b>Contribuição Relativa (%)</b>
<b>Diâmetro Transversal</b>	16,24
<b>Teor de Betacaroteno</b>	13,69
<b>Diâmetro Longitudinal</b>	12,49
<b>Número de Lóculos</b>	11,01
<b>Peso Médio dos Frutos</b>	8,23
<b>Teor de Sólidos Solúveis</b>	7,66
<b>Teor de Licopeno</b>	7,66
<b>Produção Por Planta</b>	7,48
<b>Espessura de Polpa</b>	6,33
<b>CVI</b>	4,48
<b>GNDVI</b>	2,89
<b>SAVI</b>	1,83

CVI: Índice de Vegetação da Clorofila; GNDVI: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada Verde e SAVI: Índice de Vegetação Ajustado para o Solo.

O diâmetro transversal é importante na classificação da qualidade do fruto (Tabela 3). Segundo Marques et al. (2018), frutos que apresentam maiores valores de diâmetro transversal, conseqüentemente, são frutos maiores e mais atrativos ao mercado consumidor. Este resultado é positivo para os programas de melhoramento do tomateiro, pois pode contribuir na obtenção de frutos com alto valor de diâmetro transversal e, conseqüentemente, maior qualidade comercial.

Os híbridos em comparação com as linhagens apresentaram incremento no desenvolvimento vegetativo ao longo de seu ciclo, de acordo com os valores de índices vegetativos encontrados (Figura 4).



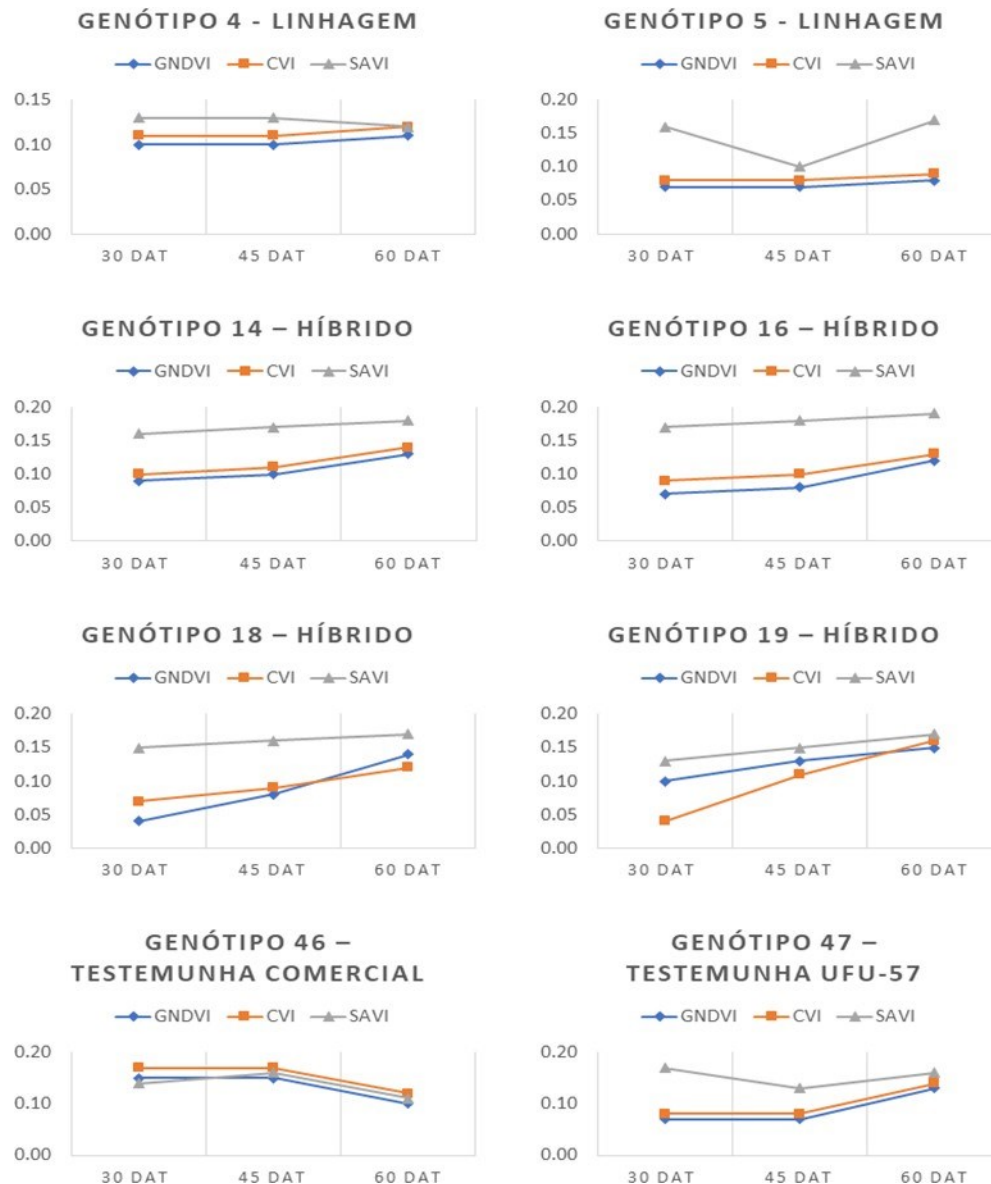


Figura 4. Representações gráficas do crescimento vegetativo de duas linhagens (genótipos 4 e 5), quatro híbridos (genótipos 14, 16, 18 e 19) e das duas testemunhas (genótipos 46 e 47). CVI: Índice de Vegetação da Clorofila; GNDVI: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada Verde e SAVI: Índice de Vegetação Ajustado para o Solo.

No entanto, foi observado em alguns genótipos, redução dos valores. Sugere-se que a redução dos valores obtidos pelos índices de vegetação (Figura 4) podem estar associados com o início da senescência da planta, especialmente por ter hábito de crescimento determinado, indicativo de ponto de colheita.

A linhagem 4 apresentou equilíbrio na resposta dos três índices dos 30 aos 45 DAT. Posteriormente observou-se queda em SAVI e incremento em GNDVI e CVI. Já a linhagem 5, dos 30 aos 45 DAT apresentou queda no desenvolvimento vegetativo segundo o índice SAVI e estabilidade para CVI e GNDVI. Após 45 DAT observou-se aumento de 70%, 15% e 14%, respectivamente, nos valores de SAVI, CVI e GNDVI, respectivamente.

Segundo Wang et al. (2017), o comportamento espectral dos alvos e a escala de trabalho dos índices vegetativos estão sujeitos a variações provocadas pela arquitetura do dossel e pela geometria de visada do sensor, além de outros fatores, os quais podem variar de acordo com a cultura em questão. Isso pode explicar o decréscimo e estabilidade nos valores de índices calculados para as linhagens 4 e 5, que apresentaram baixo desenvolvimento de seu dossel, interferindo negativamente nos resultados.

Os híbridos 14, 16, 18 e 19 apresentaram aumentos de 40%, 50% e 20%, respectivamente para os índices GNDVI, CVI e SAVI. Esses genótipos tiveram comportamento semelhante ao UFU-57 (Figura 3). Este resultado é positivo, pois no comportamento espectral da vegetação, valores maiores e que aumentam ao longo do ciclo, indicam uma planta mais sadia, com melhor porte vegetativo e, conseqüentemente, maior produtividade (Ramoelo et al., 2012).

O híbrido Vitalino 32 segundo os índices GNDVI e CVI, respectivamente, manteve equilíbrio no desenvolvimento vegetativo no período de 30 a 45 DAT. Enquanto SAVI demonstrou leve incremento para a mesma característica. Posteriormente, os três índices tiveram redução. Essa redução pode ser atribuída ao modelo no qual se baseiam, que é o comportamento oposto da refletância da vegetação na região do visível, isto é, quanto maior a densidade vegetal, menor é a refletância e quanto menor a densidade vegetal,

maior a refletância (Boratto et al., 2013). Ou seja, ao longo dos dias, o desenvolvimento vegetativo foi aumentando e a refletância diminuindo.

Através dos gráficos expostos na figura 2 é possível perceber que o desenvolvimento vegetativo das linhagens e dos híbridos foram bem representados pelos índices de vegetação.

A utilização deste método em futuras análises se torna essencial, visto que os métodos atuais de mensuração de desenvolvimento vegetativo, dentre eles a medição do índice de área foliar (IAF) envolvem amostragens que destroem as plantas, além de não serem práticos em programas de melhoramento. Neste sentido, as tecnologias de drones e sensores proximais abrem novas oportunidades para tais avaliações várias vezes durante o ciclo, sem necessidade de destruir a planta (Potgieter et al., 2017).

As duas testemunhas também não tiveram boa representatividade de seu desenvolvimento vegetativo, com decréscimos de valores nos três índices do terceiro voo (45 aos 60 DAT) para o genótipo híbrido Vitalino 32 e decréscimo no índice SAVI do segundo voo (30 aos 45 DAT) para o genótipo 47.

O índice CVI foi o que mais se destacou para esta análise de desenvolvimento vegetativo, pois em todos os casos, foi o único índice que apresentou aumento, mesmo que mínimo, dos materiais ao longo do tempo. De fato, CVI já havia se destacado entre os 3 índices na contribuição relativa de caracteres (Tabela 3). Os demais, como já mencionado, apresentaram pequenos decréscimos em determinados momentos. Este resultado revela que CVI, possui indicativo de maior potencial para uso em futuros trabalhos como parâmetro mais eficiente de análise de desenvolvimento vegetativo.

Além de análise do desenvolvimento vegetativo dos genótipos, os índices de vegetação podem servir como parâmetros para seleção de materiais mais produtivos e com qualidade

de fruto (Oliveira et al., 2019). Adicionalmente, a produtividade pode ser avaliada de forma indireta a partir do desenvolvimento vegetativo (Reis, et al., 2013).

Ao analisar as imagens classificadas pelos índices CVI, GNDVI e SAVI é possível verificar que há coerência entre os resultados obtidos, quando comparados à ortoimagem RGB, ou seja, a medição dos índices demonstra, matematicamente, onde a vegetação se encontra mais ou menos desenvolvida. Com intuito de demonstrar tais efeitos, foram amostrados os genótipos representados são 18, 46 e 26 do bloco 2 (Figura 5).

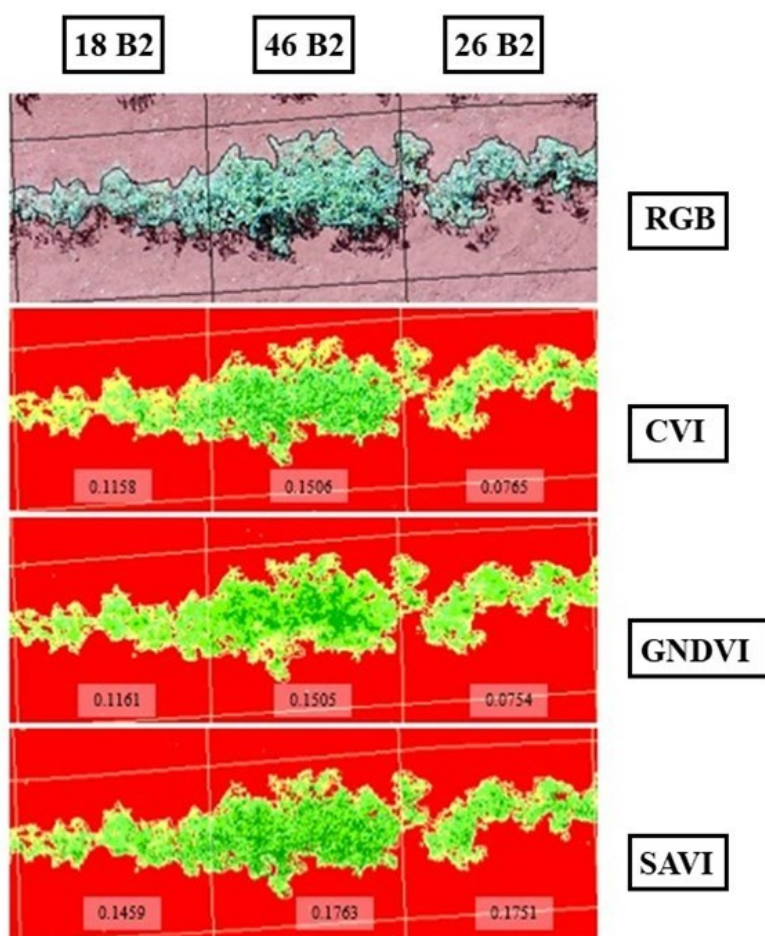


Figura 5. Genótipos 18, 46 e 26 de tomateiro determinado no Bloco 2. De cima para baixo, foto RGB e medição dos índices: Índice de Vegetação da Clorofila (CVI), Índice de Vegetação da Diferença Normalizada Verde (GNDVI) e Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI).

A imagem RGB evidencia a diferença de vegetação das três parcelas em questão, com destaque para a parcela 46 que apresentou maior desenvolvimento vegetativo em

comparação com as outras duas (18 e 26). Tais efeitos são evidentes ao analisar os índices CVI, GNDVI e SAVI em gráficos (Figura 4). Este resultado evidencia que a utilização de índices de vegetação, calculados por imagem, podem ser utilizados em avaliações de híbridos de tomateiro determinados, visto que os valores obtidos foram coerentes com o que foi observado a campo. Adicionalmente, vale ressaltar que os índices de vegetação foram capazes de distinguir em maior magnitude híbridos (heterose) de linhagens (endogamia) conforme recomendado por Silva et al., (2022).

Sugere-se que a avaliação de outros índices de vegetação em novas pesquisas. Pode-se verificar maior potencial do índice CVI na identificação de parcelas com maior área foliar.

#### **4. CONCLUSÃO**

- 1- Os índices de vegetação foram capazes de diferenciar híbridos de linhagens.
- 2- O índice CVI foi o que apresentou maior coerência com as características agronômicas avaliadas.
- 3- Mesmo em menor magnitude (linhagens versus linhagens e híbridos versus híbridos) o índice CVI foi capaz de distinguir diferenças entre os genótipos.

#### **REFERÊNCIAS**

ANDRADE, M. C.; SILVA, A. A.; CONRADO, T.V.; MALUF, W. R.; ANDRADE, T.M.; OLIVEIRA C. D. Combining ability of tomato lines in saladette-type hybrids. *Bragantia*. v.73, p.237-245, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0039>

ASSUNÇÃO, N.S.; FERNANDES, M.E.S.; ALVES, F.M.; FERNANDES, F.L.; SANTOS, C.E.M; SILVA, D.J.H. Novos híbridos de tomateiro com potenciais para uso agrícola. *Caderno de Ciências Agrárias*. v.10, n.1, p.29–35, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/3010>

BELOTI, I.F.; MACIEL, G.M.; GALLIS, R.B.A.; FINZI, R.R.; CLEMENTE, A.A.; SIQUEIROLI, A.C.S.; JULIATTI, F.C. Low-altitude, high-resolution aerial imaging for field crop phenotyping in summer squash (*Cucurbita pepo*). *Genetics and Molecular Research*, v.19, p.18598, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr18598>

BORATO, I.M.P.; GOMIDE, R.L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. IN: *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*. 2013, 8p.

CARVALHO, L.P.; FARIAS, F.J.C.; RODRIGUES, J.I.S.; CASTRO, K.S.; ZUFFO, A.M.; TEODORO, P.E. CARVALHO. Correlations and selection of parents to technological traits of upland cotton. *Ciência Rural*. v. 49, n. 6, 2019, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180701>.

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

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

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

FINZI, R.R.; MACIEL, G.M.; PERES, H.G.P.; SILVA, M.F.; PEIXOTO, J.V.M.P.; GOMES, D.A. Agronomic potential of BC1F2 dwarf round tomato populations. *Ciência e Agrotecnologia*. v.44, e028819, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054202044028819>

LUZ, J.M.Q.; BITTAR, C.A.; OLIVEIRA R.C.; NASCIMENTO, A.R.; NOGUEIRA, A.P.O. Desempenho e dissimilaridade genética de genótipos de tomate para processamento industrial. *Horticultura Brasileira*. v.34, p.483-490, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160406>

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*. v.36, p.167-172, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620180203>

MARQUES, M.J.; VIZÚ, J.F.; SILVA FILHO, D.F.; TICONA-BENAVENTE, C.A. Tomato progenies selection in Rondônia, Brazil. *Horticultura Brasileira*. v. 37, p.106-111., 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190117>

MATOS ES; SHIRAHIGE FH; MELO PCT. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. *Horticultura Brasileira*. v.30, p.240-245, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200010>

MODOLON TA; BOFF P; ROSA JM; SOUSA PMR; MIQUELLUTI DJ. Qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro submetidos a preparados em altas diluições. *Horticultura Brasileira*. v.30, p.58-63, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000100010>

NELLIS, S.C.; CORREIA, A.F.K.; SPOTO, M.H.F. Extraction and quantification of carotenoids from dehydrated mini-tomatoes (Sweet Grape) by applying different solvents. *Brazilian Journal of Food Technology*. v. 20, e2016156, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.15616>

PERES, L.A.C.; TERRA, N.F.; REZENDE, C.F. Productivity of industrial tomato submitted to organo-mineral fertilization in cover. *Brazilian Journal of Development*. v.6, n.3, p.10586-10599, 2020. DOI: [10.34117/bjdv6n3-075](https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-075)

POTGIETER, A.B.; GEORGE-JAEGGLI, B.; CHAPMAN, S.C.; LAWS, K. Multi-Spectral Imaging from an Unmanned Aerial Vehicle Enables the Assessment of Seasonal Leaf Area Dynamics of Sorghum Breeding Lines. *Front Plant Sci.* v.8, p.1532., 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01532>.

RAMOELO, A.; SKIDMORE, A. K.; CHO, M. A.; SCHLER, M.; MATHIEU, R.; HEITKONIG, I. M. A. Regional estimation of savanna grass nitrogen using the red-edge band of the spaceborne RapidEye sensor. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 19, p. 151-162, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.05.009>

REIS, L.S.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, A.W.; JUNIOR, J.F.S. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.17, n.4, p.386–391, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400005>

RISSO, J.; RIZZI, R.; RUDORFF, B.F.T, ADAMI M. Índices de vegetação Modis aplicados na discriminação de áreas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.47, p.1317-1326, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900017>.

ROCHA, M. C. et al. Descritores quantitativos na determinação da dissimilaridade genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. *Ciência Rural*, v.39, n.3, p.664-670, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008005000092>

ROSA, C.L.S.; SOARES, A.G.; FREITAS, D.G.C.; ROCHA, M.C.; FERREIRA, J.C.S.; GODOY, R.L.O. Caracterização físico-química, nutricional e instrumental de quatro acessos de tomate italiano (*Lycopersicum esculentum* mill) do tipo 'Heirloom' produzido sob manejo orgânico para elaboração de polpa concentrada. *Alimentos e Nutrição Araquara*. v.22, n. 4, p.649-656, 2011. Disponível em: <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/1640>

SCHWARZ K; RESENDE, J.T.V.; PRECZENHAK, A.P.; PAULA, J.T.; FARIA, M.V.; DIAS, D.M. 2013. Desempenho agrônômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. *Horticultura Brasileira*. V.3, p.410-418, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300011>

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*. v.55, p.1819-1835, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.710278>

SINGH D (1981). The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian J. Genet. Pl. Br.* 41: 237-245.

VICENTE, L.E.; GOMES, D.; VICTORIA, D. C.; GARÇON, E.A.M. NDVI temporal series from the SPOT Vegetation sensor and SAM algorithm applied to sugarcane mapping. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.47, p.1337-1345, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900019>.

WANG, C.; FENG, M.; YANG, W.; DING, G.; XIAO, L.; LI, G.; LIU, T. Extraction of Sensitive Bands for Monitoring the Winter Wheat (*Triticum aestivum*) Growth Status and Yields Based on the Spectral Reflectance. *PLoS ONE*, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167679>

ZAMBAIN, D.T.; PROCHNOW, D.; CARON, B.O.; TURCHETTO, M.; FONTANA, D.C.F.; SCHMIDT, D. Applications of calcium and boron increase yields of Italian tomato hybrids (*Solanum lycopersicum*) in two growing seasons. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. v.12, n.1, p.82-93, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7338>