



PRODUÇÃO INTEGRADA DO TOMATEIRO TUTORADO

Subsídios para Produção Integrada

Laércio Zambolim
Alice Maria Quezado-Duval



Universidade Federal De Viçosa

Reitor: Demetrius David da Silva

Vice-Reitora: Rejane Nascentes

Coordenadoria de Educação

Aberta e a Distância

Diretor: Francisco de Assis Carvalho Pinto

Organizadores: Laércio Zambolim e

Alice Maria Quezado-Duval

Edição de Conteúdo e CopyDesk:

João Batista Mota

Layout:

Lucas Kato e Taiane Souza

Editoração Eletrônica:

Stéfany Peron e Juliana Dias

**Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Catalogação e Classificação da
Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

P964 2022 Produção integrada do tomateiro tutorado [recurso eletrônico]/
Laércio Zambolim, Alice Maria Quezado-Duval, organizadores--
Viçosa, MG: UFV, CEAD, 2022
1 livro eletrônico (315p.): il. color.

Inclui bibliografia.

1. Tomate - Cultivo. 2. Tomate - Doenças e pragas - Controle.
3. Tomate - Fisiologia pós-colheita. 4. Fungicidas. I. Zambolim, Laércio,
1947-. II. Quezado-Duval, Alice Maria, 1965-. III. Universidade Federal
de Viçosa. Coordenadoria de Educação Aberta e a Distância..

CDD 22. ed. 635.642

Bibliotecária responsável: Bruna Silva - CRB 6/2552



Esta obra está licenciada com uma Licença
[Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Sumário

1. Introdução	7
2. Grupos varietais e cultivares	14
3. Produção de mudas	33
4. Instalação da lavoura	50
5. Manejo de plantas	53
6. Fertilidade do solo e nutrição de plantas	68
7. Irrigação	102
8. Doenças e seu controle	117
9. Fungicidas empregados na cultura	174
10. Sistemas de alerta de doenças de plantas	188
11. Sistema de alerta do tomateiro em santa catarina	209
12. Pragas e seu controle	216
13. Recomendações para uso de agrotóxicos no controle de insetos e ácaros pragas	243
14. Tecnologia de aplicação de Agrotóxicos	252
15. Colheita e pós-colheita	274
16. Classificação	285
17. Embalagens e comercialização	295

Autores

Contribuições das equipes multidisciplinares das seguintes instituições: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (Embrapa Hortaliças) e Centro Nacional de Pesquisa do Meio Ambiente (Embrapa Meio-Ambiente); Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) - Estação Experimental de Caçador; Universidade Federal de Viçosa (UFV); Universidade Federal de Goiás (UFG) - Escola de Agronomia, Setor de Horticultura; Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo; Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (Emater-GO) - Campo Experimental Nativas do Cerrado e Instituto Federal Goiano (IF Goiano) - Campus Iporá.

Capítulo 1. Introdução

Autores: Abadia dos Reis Nascimento, Luiz Fernandes Cardoso Campos, Roberto Gomes Vital, Zeuxis Rosa Evangelista e Jordana Guimarães Neves. Instituição: UFG

Capítulo 2. Grupos varietais e cultivares

Autores: Abadia dos Reis Nascimento, Raquel Cintra de Faria, Mariana Vieira Nascimento e Maria Gláucia Dourado Furquim. Instituição: UFG

Capítulo 3. Produção de mudas

Autores: Marçal Henrique Amici Jorge e Raphael Augusto de Castro e Melo. Instituição: Embrapa Hortaliças

Capítulo 4. Instalação da lavoura

Autores: Janice Valmorbida, Anderson Fernando Wamser e Fernando Pereira Monteiro. Instituição: Epagri - Estação Experimental de Caçador.

Capítulo 5. Manejo de plantas

Autores: Anderson Fernando Wamser, Janice Valmorbida e Fernando Pereira Monteiro. Instituição: Epagri - Estação Experimental de Caçador.

Capítulo 6. Fertilidade do solo e nutrição de plantas

Autores: Leandro Hahn e Juscimar Silva. Instituições: Epagri - Estação Experimental de Caçador; Embrapa Hortaliças.

Capítulo 7. Irrigação

Autores: Marcos Brandão Braga, Anderson Luiz Feltrim e Lino Carlos Borges. Instituições: Embrapa Hortaliças; Epagri - Estação Experimental de Caçador; Emater-GO - Campo Experimental Nativas do Cerrado.

Capítulo 8. Doenças e seu controle

Autores: Alice Maria Quezado-Duval, Alice Kazuko Inoue-Nagata, Ailton Reis, Fernando Pereira Monteiro, Jadir Borges Pinheiro e Carlos Alberto Lopes. Instituições: Embrapa Hortaliças e Epagri - Estação Experimental de Caçador.

Capítulo 9. Fungicidas empregados na cultura

Autor: Laércio Zambolim. Instituição: UFV

Capítulo 10. Sistemas de alerta de doenças de plantas

Autores: Laércio Zambolim e Waldir Cintra de Jesus Júnior. Instituição: UFV, UFSCar

Capítulo 11. Sistemas de alerta do tomateiro em Santa Catarina

Autores: Guilherme Mallmann e Walter Ferreira Becker. Instituição: Epagri - Estação Experimental de Caçador.

Capítulo 12. Pragas e seu controle

Autores: Miguel Michereff Filho e Juracy Caldeira Lins Junior. Instituições: Embrapa Hortaliças; Epagri - Estação Experimental de Caçador.

Capítulo 13. Recomendações para uso de agrotóxicos no controle de insetos e ácaros pragas

Autores: Juracy Caldeira Lins Junior e Miguel Michereff Filho. Instituições: Epagri - Estação Experimental de Caçador; Embrapa Hortaliças.

Capítulo 14. Tecnologia de aplicação de defensivos

Autores: Aldemir Chaim. Instituição: Embrapa Meio Ambiente.

Capítulo 15. Colheita e pós-colheita

Autores: Abadia dos Reis Nascimento, Cristiane Maria Ascari Morgado, Luis Carlos Cunha Júnior. Instituições: UFG; UEG - Campus Anápolis de Ciências Exatas e tecnológicas - Henrique Santillo.

Capítulo 16. Classificação

Autores: Abadia dos Reis Nascimento, Maria Gláucia Dourado Furquim, Mariana Vieira Nascimento, Raquel Cintra de Faria, Cristiane Maria Ascari Morgado e Macelle Amanda Silva Guimarães. Instituições: UFG; UEG - Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo.

Capítulo 17. Embalagens e comercialização

Autores: Abadia dos Reis Nascimento, Cristiane Maria Ascari Morgado, Luis Carlos Cunha Júnior. Instituições: UFG

Significado dos ícones da apostila

Para facilitar o seu estudo e a compreensão imediata do conteúdo apresentado, ao longo de todas as apostilas, você vai encontrar essas pequenas figuras ao lado do texto. Elas têm o objetivo de chamar a sua atenção para determinados trechos do conteúdo, com uma função específica, como apresentamos a seguir.



Texto-destaque:

são definições, conceitos ou afirmações importantes às quais você deve estar atento.



Glossário:

Informações pertinentes ao texto, para situá-lo melhor sobre determinado termo, autor, entidade, fato ou época, que você pode desconhecer.



Saiba mais:

Se você quiser complementar ou aprofundar o conteúdo apresentado na apostila, tem a opção de links na internet, onde pode obter vídeos, sites ou artigos relacionados ao tema.



Prática Profissional:

Quando vir este ícone, você deve refletir sobre os aspectos apontados, relacionando-os com a sua prática profissional e cotidiana.

I. Introdução

**Abadia dos Reis Nascimento¹, Luiz Fernandes Cardoso Campos¹,
Roberto Gomes Vital¹, Zeuxis Rosa Evangelista¹, Jordana Guimarães Neves¹**

¹ Universidade Federal de Goiás. Escola de Agronomia - Setor de Horticultura,
abadiadosreis@ufg.br; luizfernandes.agronomo@gmail.com;
roberto.agro.vital@gmail.com; zeuxisrosa@hotmail.com; jordanagn@hotmail.com

1. APRESENTAÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça-fruto amplamente cultivada no Brasil e em diversos países do mundo. De acordo com dados da Food and Agriculture Organization (FAO), em 2018, o Brasil ocupou a décima posição no *ranking* da produção de tomate em nível mundial, com 2,27% de participação. China, Índia, Estados Unidos e Turquia ocuparam as primeiras posições, respondendo por aproximadamente 34,04%, 10,70%, 6,97% e 6,71%, respectivamente.

Até 2016, o Brasil ocupava a nona posição, mas foi superado pelo México a partir de 2017. A produção mundial de tomate foi 163,1 milhões de toneladas em 2012 e 181,05 milhões em 2018, uma variação de 10,95% (FAOSTAT, 2020) (Tabela 1).

TABELA 1. Produção de tomate (toneladas), nos principais países produtores, entre 2012 e 2018

PAÍSES	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
China	48.057.200	50.552.200	52.477.884	55.767.476	57.463.955	59.514.773	61.631.581
Índia	18.653.000	18.227.000	18.735.910	16.385.000	18.732.000	20.708.000	19.377.000
EUA	14.478.750	13.828.580	15.875.000	14.580.440	12.936.420	10.910.990	12.612.139
Turquia	11.350.000	11.820.000	11.850.000	12.615.000	12.600.000	12.750.000	12.150.000
Egito	8.625.219	8.290.551	8.288.043	7.737.827	7.320.714	7.297.108	6.624.733
Irã	5.566.962	5.757.447	6.362.902	6.013.142	5.828.557	6.177.290	6.577.109
Itália	5.592.302	5.321.249	5.624.245	6.410.249	6.437.572	6.015.868	5.798.103
Espanha	4.046.400	3.776.800	4.888.880	4.832.700	5.233.542	5.163.466	4.768.595
México	3.433.567	3.282.583	3.536.305	3.782.314	4.047.171	4.243.058	4.559.375
Brasil	3.873.985	4.187.646	4.302.777	4.187.729	4.167.629	4.230.150	4.110.242
Outros	39.503.743	40.251.808	42.919.837	45.189.165	44.740.841	45.290.692	42.848.022
TOTAL	163.181.128	165.295.864	174.861.783	177.501.042	179.508.401	182.301.395	181.056.899

Fonte: FAOSTAT, 2020.



Com relação à área colhida, em 2018, o *ranking* também foi liderado pela China (21,82%), Índia (16,49%) e Nigéria (12,76%), que representaram juntos mais 2,4 milhões de hectares, 51,07% da área colhida mundialmente, com os demais países representando 48,93% da área colhida. O Brasil ocupa a 15ª colocação com uma área de 57.134 ha colhidos, em 2018. No período de 2012 a 2018, houve uma redução de 0,77% da área colhida com tomate (FAOSTAT, 2020) (Tabela 2).

TABELA 2. Área colhida (ha) com tomate dos principais países produtores - 2012 a 2018

PAÍSES	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
China	949.510	980.100	988.891	1.010.412	1.015.480	1.028.454	1.040.126
Índia	907.000	880.000	882.030	767.000	774.000	797.000	786.000
Nigéria	469.000	517.400	541.800	557.500	619.172	589.254	608.116
Turquia	189.202	189.122	183.029	192.847	189.142	187.070	176.430
Egito	216.395	205.276	214.016	196.853	184.972	182.444	161.702
Irã	150.386	151.283	158.702	151.946	149.235	153.735	158.991
EUA	152.690	152.410	163.380	162.980	142.260	126.070	130.280
Rússia	117.657	119.830	118.421	117.767	118.451	114.300	82.366
Camarões	79.408	69.903	76.304	82.370	92.626	105.561	93.762
Itália	98.210	95.191	103.171	107.187	103.940	99.750	97.092
Outros	1.474.266	1.488.272	1.480.337	1.468.900	1.455.915	1.464.746	1.432.009
TOTAL	4.803.724	4.848.787	4.910.081	4.815.762	4.845.193	4.848.384	4.766.874

Fonte: FAOSTAT, 2020.

O mundo inteiro consome tomate, mas nem sempre a demanda do país é suficiente, o que exige a compra de frutos produzidos em outros países. Em 2018, foram exportadas 8.262.050 toneladas, das quais 21,8% foram produzidas no México, seguido dos Países Baixos (20,5%) e Espanha (12,8%) (Tabela 3). Já no que se refere às importações do fruto, em 2018, foram importadas 7.361.455 toneladas. A maior parte deles foi importada pelos Estados Unidos (24,3%), Alemanha (15,6) e Rússia (8,1%) (AGRIANUAL, 2020) (Tabela 4).

A maior parte da produção brasileira de tomate tutorado, fresco ou congelado, tem como destino o Uruguai: em 2018, o país comprou 75,8% do volume produzido. O restante da produção, desde 2015, é comercializado para outros países vizinhos do Brasil, como Argentina e Paraguai. Outra forma de exportação do tomate é o seu suco. A forma processada é geralmente exportada para o Reino Unido e para as Ilhas Marshall, dentre outros países. O Brasil ainda importa uma porcentagem de tomate para suprimento da demanda. Em 2018, este volume foi de 686 toneladas advindas da Argentina - país que, desde 2016, exporta frutos para o Brasil (AGRIANUAL, 2020) (Tabela 5).

TABELA 3. Exportações mundiais de tomate de 2015 a 2018

PAÍSES	2015		2016		2017		2018	
	VALOR (US\$)	VOLUME (t)	VALOR (US\$)	VOLUME (t)	VALOR (US\$)	VOLUME (t)	VALOR (US\$)	VOLUME (t)
México	1.813.882	1.560.588	2.133.256	1.748.858	1.955.480	1.742.623	2.298.856	1.831.838
Países Baixos (Holanda)	1.708.192	1.031.685	1.727.723	1.068.421	1.960.984	1.089.240	1.927.120	1.090.039
Espanha	1.067.722	949.998	1.055.455	907.615	1.114.228	809.528	1.104.881	812.572
Irã	151.496	452.502	144.091	518.163	140.503	524.055	218.148	591.787
Turquia	365.292	541.089	239.875	485.963	290.147	525.769	289.975	530.343
Marrocos	430.338	390.719	503.313	516.049	586.695	528.409	528.662	525.856
Afganistão*	3.935	15.710	21.888	81.206	0	0	94.850	397.997
Jordão	333.264	419.292	256.629	361.439	224.205	282.271	168.409	257.889
França	347.859	242.919	353.819	247.532	375.255	230.586	369.775	223.557
Bélgica	284.956	232.404	285.857	220.425	303.896	218.107	283.231	220.153
Outros	1.810.239	2.058.709	1.935.404	2.088.984	1.974.085	1.773.804	1.954.653	1.780.021
TOTAL	8.317.177	7.107.413	8.657.309	8.244.656	8.921.479	7.724.391	9.292.291	8.262.050

Fonte: AGRIANUAL, 2020.

TABELA 4. Importações mundiais de tomate de 2015 a 2018

PAÍSES	2015		2016		2017		2018	
	VALOR (US\$)	VOLUME (t)	VALOR (US\$)	VOLUME (t)	VALOR (US\$)	VOLUME (t)	VALOR (US\$)	VOLUME (t)
Estados Unidos	2.030.234	1.573.219	2.362.853	1.786.348	2.272.435	1.788.815	2.486.067	1.856.197
Alemanha	1.303.995	757.307	1.313.628	742.801	1.485.425	733.923	1.483.052	733.068
Federação Russa	681.999	671.274	492.202	464.555	558.745	515.862	629.841	577.735
França	619.520	543.926	636.072	540.616	695.091	507.270	705.642	524.098
Reino Unido	645.875	402.745	615.299	402.771	671.428	398.787	702.551	411.403
Afganistão*	0	0	0	0	0	0	26.371	392.557
Países Baixos (Holanda)	246.144	183.640	301.181	221.845	335.204	220.952	323.487	230.384
Canadá	313.054	201.511	345.955	217.651	331.341	212.834	321.931	227.925
Paquistão	90.293	262.251	120.786	233.305	29.444	56.338	29.301	181.605
Espanha	166.847	168.510	113.378	144.897	135.403	188.319	145.236	157.201
Outros	2.305.691	2.343.030	2.270.943	2.300.515	2.429.034	2.243.615	2.300.264	2.069.281
TOTAL	8.353.652	7.107.413	8.572.296	7.055.304	8.943.550	6.867.309	9.153.743	7.361.455

Fonte: AGRIANUAL, 2020.

TABELA 5. Preço pago e volume das exportações e importações da produção brasileira de tomate - 2015 a 2019

A - EXPORTAÇÕES TOMATE FRUTO *

PAÍSES	2015		2016		2017		2018		2019**	
	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada
Uruguai	0	0	1.130	1.443	23	24	196	21.892	12	23
Argentina	30	48	854	1.851	1.924	5.192	2015	6.720	50	33
Paraguai	22	150	202	1.461	196	1.195	33	172	0	0
Argélia	0	0	0	0	0	0	6	23	0	0
Outros	0	0	0	0	1	1	79	57	244	147
TOTAL	52	198	2.186	4.755	2.144	6.412	2.329	28.864	306	202

B - EXPORTAÇÕES SUCO DE TOMATE

PAÍSES	2015		2016		2017		2018		2019	
	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada
Reino Unido	0	0	0	0	0	0	1	1	4	2
Marshall, Ilhas	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3
Chipre	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1
Outros	0	0	0	0	0	0	5	4	14	13
TOTAL	0	0	0	0	0	0	8	7	22	19

C - IMPORTAÇÕES

PAÍSES	2015		2016		2017		2018		2019	
	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada	M US\$	Tonelada
Argentina	0	0	19	43	66	62	558	686	667	798
Total	0	0	19	43	66	62	558	686	667	798

Fonte: AGRIANUAL, 2020.

O segmento de mesa representa atualmente em torno de 63% da produção de tomate no Brasil (HORTIFRUTI BRASIL, 2020). Disponível o ano todo, com maior ou menor volume, de acordo com a região produtora e sazonalidade das safras, a espécie é cultivada em praticamente todo o território nacional (CONAB, 2016). O tomateiro totalizou em 2019 cerca de 57,8 mil ha e produção de 4,1 milhões de toneladas.



A produção agrícola de tomate no Brasil tem maior importância nas regiões do Sudeste (representando 39,53% da área colhida e 42,14% da quantidade produzida) e Centro-Oeste (representando 24,79% da área colhida e 32,50% da quantidade produzida) (INDICADORES IBGE, 2020) (Tabela 6).

O rendimento médio da cultura no Brasil é de 70.511 kg/ha e as maiores produtividades são registradas nas regiões Centro-Oeste (92,4 t/ha) e Sudeste (57,9 t/ha). As demais regiões apresentam produtividade abaixo de 57,9 t/ha (Tabela 6).

TABELA 6. Produção e área colhida de tomate nas regiões do Brasil, 2019

REGIÃO	ÁREA COLHIDA		QUANTIDADE PRODUZIDA		PRODUTIVIDADE (kg/ha)
	ha	%	TOTAL (t)	%	
Norte	521	0,90	11.820	0,29	22.687
Nordeste	11.421	19,76	518.644	12,72	45.411
Sudeste	22.853	39,53	1.717.618	42,14	75.159
Sul	8.681	15,02	503.054	12,34	57.949
Centro-Oeste	14.329	24,79	1.324.754	32,50	92.453
BRASIL	57.805	100	4.075.890	100	70.511

Fonte: Indicadores IBGE (2020).

Goiás, São Paulo e Minas Gerais concentram 65,6% da produção nacional e 54,76% da área colhida do país. Em 2019, Goiás alcançou 31,65% da participação na produção nacional (1,2 mi t), seguido por São Paulo (860.600 t) e Minas Gerais (523.525 t) (Tabela 7). Em Goiás, o maior produtor do país, o rendimento médio da cultura do tomateiro é de 93,9 t/ha⁻¹, em São Paulo 78,9 t/ha⁻¹ e em Minas Gerais 74,6 t/ha⁻¹. Os demais Estados apresentam produtividade média abaixo de 69,3 t/ha⁻¹ (Tabela 7).

TABELA 7. Produção e área colhida de tomate dos principais estados - 2019

ESTADO	ÁREA COLHIDA		QUANTIDADE PRODUZIDA		PRODUTIVIDADE (kg/ha)
	ha	%	TOTAL (t)	%	
Goiás	13.739	23,77	1.290.134	31,65	93.903
São Paulo	10.900	18,86	860.600	21,11	78.954
Minas Gerais	7.012	12,13	523.525	12,84	74.661
Bahia	6.740	11,66	275.800	6,77	40.920
Paraná	4.091	7,08	236.955	5,81	57.921
Espírito Santo	2.583	4,47	170.042	4,17	65.831
Rio de Janeiro	2.358	4,08	163.451	4,01	69.318
Santa Catarina	2.469	4,27	161.928	3,97	65.584
Ceará	2.436	4,21	157.059	3,85	64.474
Rio Grande do Sul	2.121	3,67	104.171	2,56	49.114
Outros estados	3.356	5,81	132.225	3,24	39.400
BRASIL	57.805	100	4.075.890	100	70.511

Fonte: Indicadores IBGE (2020).

A produção e a comercialização de tomate desempenham um papel importante na economia de Goiás (QUINTANILHA, TAVARES, CORCIOLI, 2019). Apesar de o estado ser o maior produtor de tomate do Brasil, quando se faz a separação por segmento de mercado, observa-se que o estado de São Paulo é o maior produtor de tomate de mesa. Em Goiás, a maior participação é do segmento de tomate rasteiro (Tomate para processamento industrial), com 96,1%, em 2017, que correspondeu a uma área de 15.635 ha cultivados, enquanto a participação do tomate de mesa foi de apenas 3,9%, com uma área de 672 ha (IMB, 2020) (Tabela 8).

Entre os principais estados produtores de tomate para consumo *in natura*, destacam-se São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Paraná e Santa Catarina (CONAB, 2016). Em São Paulo o segmento de tomate de mesa representou, em 2019, 76,5% da produção (676.380 t), em uma

área cultivada de 8.674 há. Já o segmento de tomate industrial representou 23,5% da produção estadual, em uma área de 2.494 ha (IEA, 2020) (Tabela 9).

TABELA 8 – Produção, área colhida e participação dos segmentos de tomate de Goiás - 2010 e 2017

PRODUÇÃO					
ANO	TOMATE DE MESA		TOMATE INDUSTRIAL		TOTAL
	PRODUÇÃO (t.)	(%)	PRODUÇÃO (t.)	(%)	
2012	84.932	7,3	1.072.146	92,7	1.157.078
2013	70.959	5,4	1.246.648	94,6	1.317.607
2014	70.147	6,6	985.190	93,4	1.055.337
2015	62.089	6,8	850.887	93,2	912.976
2016	51.305	5,5	883.353	94,5	934.658
2017	50.000	3,9	1.248.088	96,1	1.298.088

AREA					
ANO	TOMATE DE MESA		TOMATE INDUSTRIAL		TOTAL
	ÁREA (ha)	(%)	ÁREA (ha)	(%)	
2012	1.099	7,8	12.929	92,2	14.028
2013	921	5,9	14.758	94,1	15.679
2014	895	7,6	10.825	92,4	11.720
2015	809	7,6	9.844	92,4	10.653
2016	675	5,9	10.777	94,1	11.452
2017	672	4,1	15.635	95,9	16.307

Fonte: IMB (2020).

TABELA 9 – Produção, área colhida e participação dos segmentos de tomate no Estado de São Paulo - 2017 a 2019

PRODUÇÃO					
ANO	TOMATE DE MESA		TOMATE INDUSTRIAL		TOTAL
	PRODUÇÃO (t.)	(%)	PRODUÇÃO (t.)	(%)	
2017	720.884	72,8	269.784	27,2	990.668
2018	684.191	72,9	254.759	27,1	938.950
2019	676.380	76,5	207.765	23,5	884.145

AREA					
ANO	TOMATE DE MESA		TOMATE INDUSTRIAL		TOTAL
	ÁREA (ha)	(%)	ÁREA (ha)	(%)	
2017	9.823	74,2	3.414	25,8	13.237
2018	8.887	72,8	3.318	27,2	12.204
2019	8.674	77,7	2.494	22,3	11.167

Fonte: IEA (2020).

2. Referências

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. 25.ed. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2020, 416p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Compêndio de Estudos Conab/Companhia Nacional de Abastecimento**. v.21, Brasília: Conab, 2016, 22p.
- FAOSTAT. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT Crops, 2020**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 01 set. 2020.
- HORTIFRUTI BRASIL. **Especial Tomate**. Piracicaba, SP: Cepea/Esalq, ed. especial, v. 19, n. 201, jun. 2020. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/especial-tomate-impactos-covid-19-nos-curto-e-medio-prazos.aspx>>. Acesso em: 02 set. 2020.
- IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Estatísticas da Produção Paulista**. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo, 2020. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/νια1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 8 set. 2020.
- IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Estatísticas Municipais - Séries Históricas**. Secretaria de Estado da Economia, Governo do Estado de Goiás, 2020. Disponível em: <https://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=219>. Acesso em: 8 set. 2020.
- INDICADORES IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Estatística da Produção Agrícola, julho 2020**. Brasília: IBGE, 2020. 93 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2020_jul.pdf>. Acesso em: 2 set. 2020.
- QUINTANILHA, K. T.; TAVARES, É. B.; CORCIOLI, G. Mapeamento do fluxo dos tomates comercializados no CEASA - Goiás em 2017 e 2018. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 10, e138101199, 2019. (DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i10.1199>)

2. Grupos varietais e cultivares

Abadia dos Reis Nascimento¹, Raquel Cintra de Faria¹, Mariana Vieira Nascimento¹, Maria Gláucia Dourado Furquim².

¹Universidade Federal de Goiás. Escola de Agronomia - Setor de Horticultura
abadiadosreis@ufg.br; raquelcintra@discente.ufg.br; marivnascimento@discente.ufg.br

²Instituto Federal Goiano - Campus Iporá
maria.furquim@ifgoiano.edu.br.

1. Introdução

No Brasil, a produção de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) apresenta importante função social e econômica no agronegócio de hortaliças, sendo cultivado nas diferentes regiões da federação. Em termos de produção, os estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Bahia respondem por 72,12% da produção de tomate, apresentando as respectivas participações, 29,20%, 22,44%, 13,14% e 7,34% para as cadeias produtivas para fins de processamento e consumo fresco (LSPA, 2020).

É necessário ressaltar que esses dados sobre área cultivada e volume de produção se referem ao tomate industrial (rasteiro) e para consumo fresco (geralmente tutorado) em conjunto. Todavia, fatores de ordem técnica e mercadológica reforçam as diferenças entre as cadeias produtivas e os sistemas de plantio, categorizados em tutorado ou rasteiro. Essas particularidades acerca da forma de plantio variam conforme os tipos de tomate e sua destinação final.

A planta com hábito de crescimento determinado tem hastes com desenvolvimento vegetativo limitado e uniforme, cujos frutos, geralmente, são processados. Já a cultivar com hábito de crescimento indeterminado carece de intensivos tratamentos culturais, como tutoramento e poda para a produção de frutos para mesa (FILGUEIRA, 2007; ALVARENGA, 2013).



Tecnicamente, desde 1930, o tomate é classificado como uma hortaliça-fruto (FILGUEIRA, 2007). Essa classificação está relacionada ao fato de que a parte utilizável e comerciável é o fruto, que é morfologicamente, do tipo baga. Esses frutos são carnosos e podem ser constituídos de dois lóculos (biloculares), três lóculos (triloculares) ou mais (pluriloculares). Existe ainda uma grande variabilidade de formas e tamanhos, desde os menores e redondos até os grandes de formas variadas. Essa variabilidade é efeito dos processos de crescimento diferenciado, que ocorrem durante a formação do ovário ou após a antese, durante a formação do fruto, sendo geneticamente controlada, de acordo com a variedade (MINAMI & MELLO, 2017).

Características genéticas também determinam, por exemplo, resistência às pragas que acometem a cultura (patógenos que tem o tomateiro como hospedeiro, insetos-praga e plantas parasitas, como a *Cuscuta* sp.) e outras especificidades agrônômicas. Programas de melhoramento têm

explorado a diversidade genética do gênero, que contempla, além da espécie domesticada *Solanum lycopersicum*, outras selvagens, como *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* L., *S. pimpinellifolium* L., *S. pennellii* Correl, *S. peruvianum* L., *S. cheesmaniae* (L. Riley) Forberg, etc. Dessa forma, a biotecnologia vem sendo utilizada com sucesso para o estudo da diversidade genética, caracterização e avaliação de bancos de germoplasma.

1.1. Grupos e cultivares

Atualmente, existem cerca de 1500 cultivares de tomate registradas no MAPA, das quais a maioria híbrida com alto potencial genético, com diferentes hábitos de crescimento, nos segmentos de processamento industrial e de mesa (NICK; SILVA & BORÉM, 2018). Para a comercialização *in natura*, o fruto é classificado na Ceagesp em oblongo (alongado) e redondo consoante o formato e diâmetro longitudinal que está relacionado ao grupo da cultivar (CEAGESP, 2021) (Figura 1).

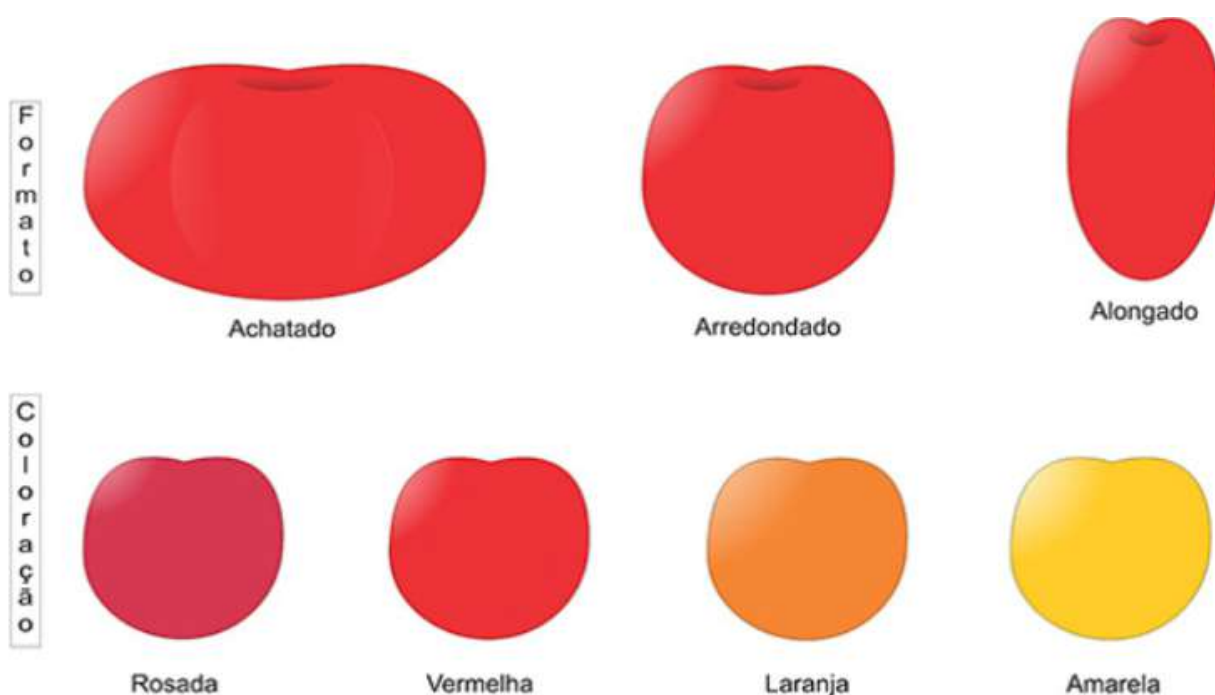


Figura 1 – Guia de variedades

Fonte: Ceagesp (2021)

Na década de 1940, os tomates cultivados no Brasil eram divididos em apenas três grupos:

- Frutos grandes, que apresentavam massa maior que 160g;
- Frutos médios, com massa entre 90 e 160g, e
- Frutos pequenos, com massa menor que 90g.

Carmo e Caliman (2010) ressaltaram que o agrupamento das cultivares e híbridos de tomate destinados ao consumo *in natura* é polêmico e regionalizado. Dada a variabilidade, Alvarenga (2013) distinguiu, de forma mais didática, os grupos varietais de tomate em cinco: Santa Cruz, Caju, Salada, Saladete (Italiano) e Minitomate (Figura 2). Já Nick, Silva e Borém (2018) consideraram quatro grupos no segmento mesa: Santa Cruz, Salada, Italiano e Minitomates.

Filgueira (2007), além de dividir os grupos como os demais autores, acrescentou o grupo agroindustrial. Esse grupo varietal refere-se à cultura rasteira, cujo hábito de crescimento é determinado, com frutos destinados ao processamento, apresentando formato predominantemente oblongo e “alta resistência ao transporte, inclusive a granel; coloração vermelha intensa e distribuída uniformemente pelo fruto; elevado teor de sólidos solúveis, e teor adequado de ácido”.

No entanto, destaca-se que, em algumas regiões brasileiras, há a produção em cultivo rasteiro de tomate de mesa, o que integra o grupo agroindustrial aos grupos varietais de tomate para mesa.

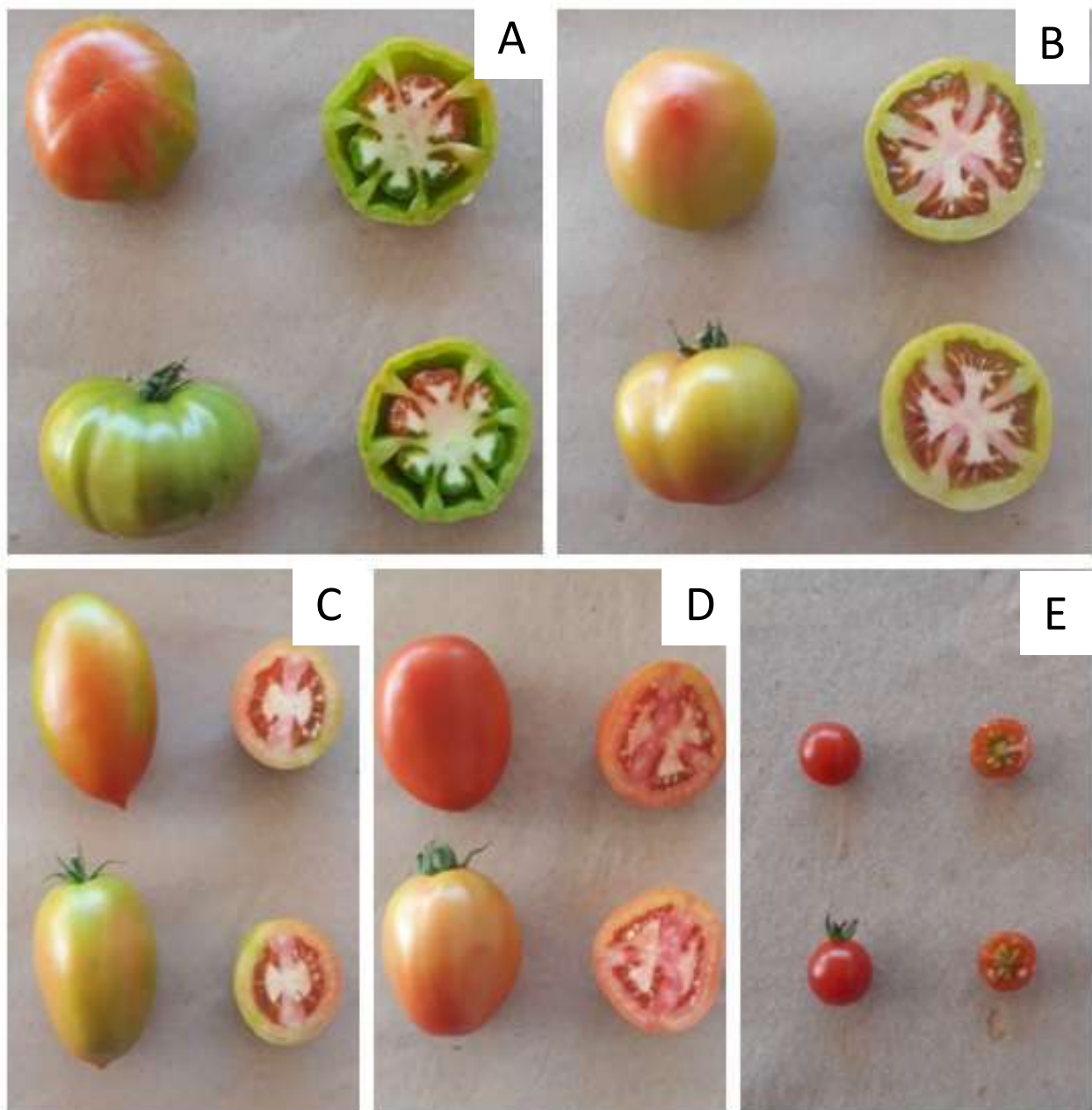


Figura 2. Grupos varietais Caqui (A), Salada (B), Saladete (C), Santa Cruz (D) e Minitomate (E)

Fotos: Raquel Cintra de Faria

É importante destacar que as empresas detentoras dos materiais genéticos também têm o seu próprio agrupamento de cultivares, como é o caso da empresa Blueseeds, que, no segmento mesa, estão divididas em oito grupos: salada, saladete, italiano, caqui, cereja, *grape*, santa clara e *ugly*.

Considerando as divisões em grupos varietais já consagrados na literatura, conforme estudos de Alvarenga (2013) e Filgueira (2007), assim como os termos popularmente empregados para designar os frutos em termos de comercialização, consoante características visuais e mercadológicas, sugere-se a categorização dos grupos em:

- Santa Cruz (I);
- Salada (II),
- Caqui (III);
- Saladete/Italiano (IV),
- Minitomate (V), e
- Rasteiro/Indústria (VI).

Sendo a incorporação do tomate rasteiro como mesa, pela produção e comercialização da cultura especialmente na região Nordeste e outros municípios de São Paulo, Goiás para fins de consumo fresco.

Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), Ofício nº 022/2017, as cinco principais empresas associadas produtoras de sementes de tomate são: Agristar do Brasil Ltda, Syngenta, Monsoy Ltda, Blue Seeds do Brasil e Sakata Seed. Nesse sentido, por meio de consulta em catálogos de produtos disponibilizados por essas empresas, assim como consultas nos *sites* e informações repassadas por pesquisadores, buscou-se identificar os materiais que elas têm disponíveis no mercado de híbridos dos diferentes grupos varietais (Salada, Caqui, saladete/Italiano, minitomate e rasteiro/Indústria), bem como algumas características, como resistência e demais aspectos do fruto, apresentados nas tabelas 1 a 6, a seguir.

1.2. Grupo Santa Cruz

As características dos grupos varietais do tomate de mesa podem ser descritas considerando os aspectos visuais e genéticos. O tipo Santa Cruz representa um marco no segmento varietal, pela aceitação por parte de produtores e consumidores, proporcionando liderança no mercado brasileiro de tomate de mesa por décadas. Sua origem genética não transcorre de programa de melhoramento genético para este fim; é decorrente do cruzamento natural das variedades Redondo Japonês e Rei Humberto, no interior de São Paulo, que selecionados se disseminaram pelo país (MELO, 2017).

Os frutos são oblongos (Figura 3), com diâmetro transversal menor que diâmetro longitudinal, variando de 80 a 220g, com dois ou três lóculos, resistentes ao manuseio e elevada produtividade (FILGUEIRA, 2007; ALVARENGA, 2013). As cultivares desse grupo têm reduzida participação no mercado de tomate de mesa atual, com os híbridos que apresentam a característica genética de longa vida estrutural (MELO, 2017). De acordo com Alvarenga (2013), têm qualidade gustativa superior aos do grupo salada, alcançando, assim, melhor valorização de mercado.

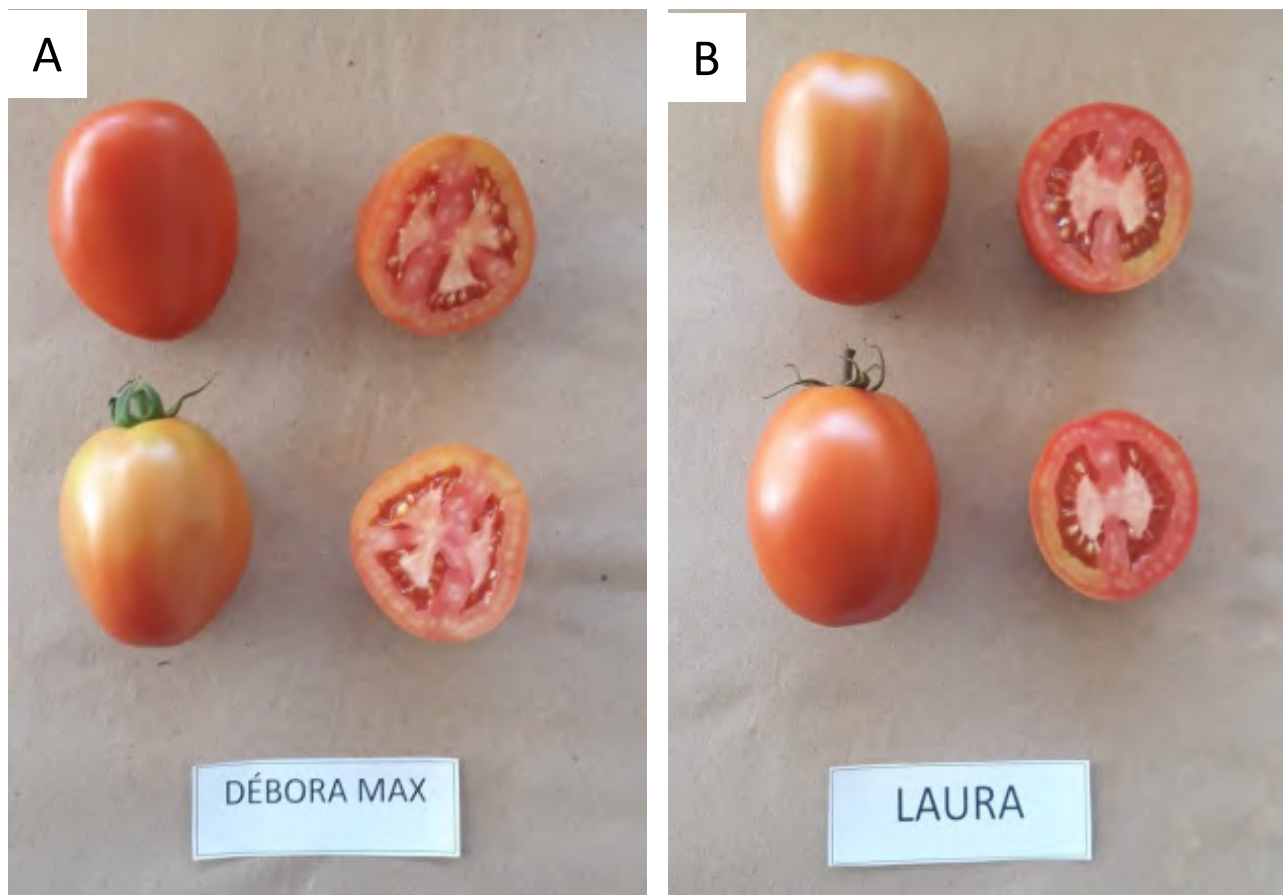


Figura 3. Híbridos de tomate do grupo Santa Cruz, Débora Max (A) e Laura (B)

Fotos: Raquel C. de Faria

TABELA 1. Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Santa Cruz

EMPRESA	Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
		Hábito de crescimento	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
Sakata	Carina TY	I	Vd: 1, Fol:1, 2, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj; ToSRV ¹	105	-	200	Vermelho
	Carina Star	I	Vd: 1, Fol:1, 2 e 3, Mi:1, 2 e 3, e Mj e Pst; TSWV	105	-	200	Vermelho
	Débora Victory	I	Vd: 1, Fol: 1 e 2, Mi: 1, 2, 3 e 4 e Mj, TSWV	-	-	180	Vermelho
	Veloster	I	Vd: 1 e Fol: 1 e 2	-	-	190	Vermelho
	Carina Golden	I	Vd: 1 e 2, Mi: 1, 2, 3 e 4 e Mj; ToSRV	-	-	170	Vermelho

(Continua)

TABELA 1. Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Santa Cruz (Continuação)

EMPRESA	Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
		Hábito de crescimento	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
Horticeres	Santa Clara	I	V, PVY, Fol: 1	100 a 120	Santa Cruz	180	Vermelho
	Tomate Hib. EliTY	I	TYLCV, TSWV, Va, Mi, Fol	-	-	-	Vermelho
Seminis (Bayer)	Cienaga	I	TYLCV, Pst: 0, TSWV, Aal, Fol: 0, 1, Va, Vd: 0	75 a 80	Longa vida	180 a 200	Vermelho
Topseed (agristar)	Santyno F1	-	Fol: 0-2, Ma, Mi, Mj, TMV, TSWV, TYLCV, Va e Vd	115	-	220	Vermelho
BlueSeeds	BS ISC0045	I	V: 1, Fol: 1 e 2, Mi, TMV e TSWV	Tardio	Santa Clara	140 a 180	Vermelho
	BS ISC0050	I	V:1, Fol:1 e 2, PM, Mi, TMV, TSWV	Tardio	Santa Clara	140 a 180	Vermelho

¹Abreviações: Aal (*Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici*); As (*Alternaria solani*); PVY (*Potato virus Y*); CMV (*Cucumber mosaic virus*); ToMV (*Tomato mosaic virus*); TYLCM (*Tomato yellow leaf curl virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); PeMV (*Pepper mottle virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); TSWV (*Tomato spotted wilt virus*); TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*); ToTV (*Tomato torrado virus*); P (*Pseudomonas*); Pc (*Phytophthora capsici*); Pp (*Phytophthora paraitica*); Pst (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*); Fol 1, 2 e 3 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* raças 1, 2 e 2); Fc (*Fusarium crown*); Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5 (*Cladosporium fulvum* raças Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5); V (*Verticillium*); (Vd (*Verticillium dahliae*); Va (*Verticillium albo-atrum*); Mi (*Meloidogyne incognita*); Mj (*Meloidogyne javanica*); Ma (*Meloidogyne arenaria*); Ss (*Stemphyllium solani*); Si (*Silvering*); Sbl (*Stemphyllium botryosum* f. sp. *Lycopersici*); Sl (*Stemphyllium lycopersici*); Xc (*Xanthomonas campestris*); Xcv (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*); On (*Oidium lycopersicum* (novo *Oidium neolycopersici*)); Lt (*Leveillula taurica*); D (Determinado); I (Indeterminado).

1.3. Grupo Salada

O grupo Salada (também nomeado popularmente como Longa-vida, Tomatão ou Bifão) apresenta hábito de crescimento indeterminado, embora tenha cultivares disponíveis de porte determinado. São frutos grandes, variando a massa média de 200g a 400g, ou mais, para aqueles comerciáveis, e são confundidos com as variedades do grupo Caqui. Tipicamente, apresentam formato globular ou ainda achatado e podem ser triloculares ou pluriloculares, com coloração vermelha ou rosada (Figuras 4 e 5).

“Quanto ao sabor, à maioria das cultivares e híbridos apresentam os frutos menos ácidos que os tomates do grupo Santa Cruz” (ALVARENGA, 2004, p. 48). São consumidos em saladas e também utilizados na montagem de pratos, como pizzas e sanduíches.

Atualmente, é o grupo varietal mais produzido no Brasil. Juntamente com o Saladete, são os mais comercializados em rede de supermercados e sacolões populares, fazendo parte quase diariamente da composição da alimentação básica dos brasileiros na forma de produto fresco.

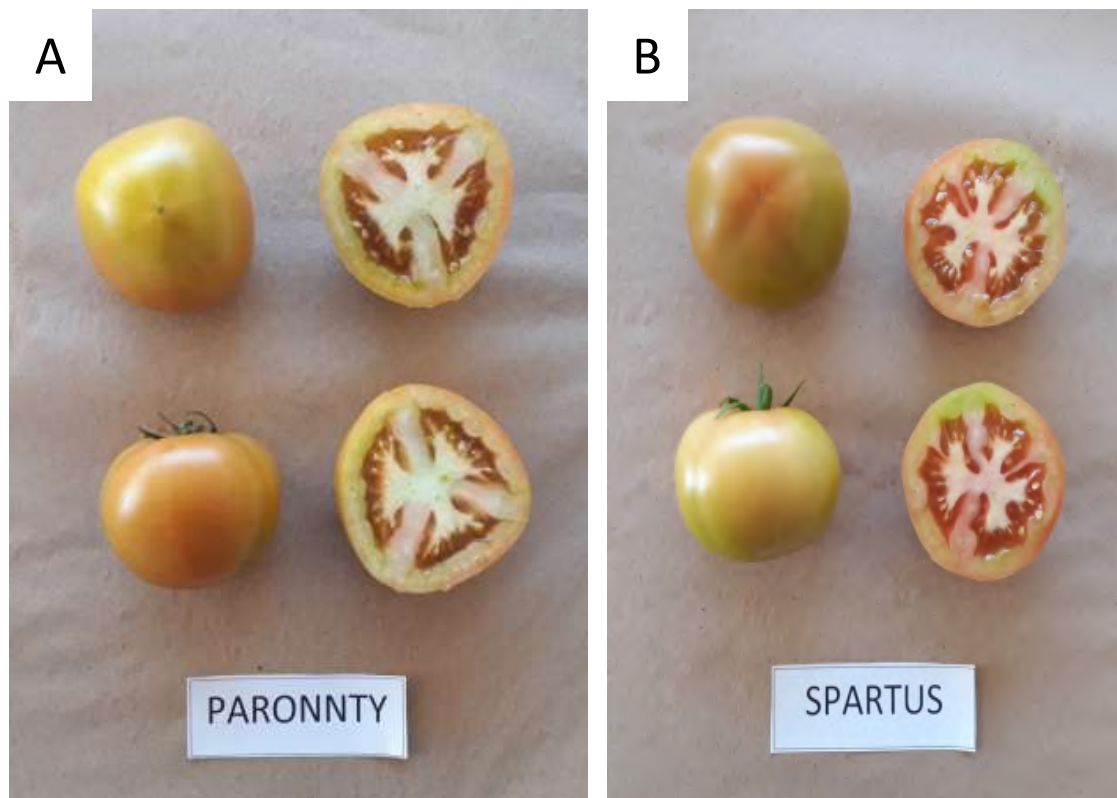


Figura 4. Híbridos de tomate do grupo Salada, Paronnty (A) e Spartus (B)
Fotos: Raquel C. de Faria



Figura 5. Disposição em cacho de frutos de tomate do híbrido Paronnty, do grupo varietal Salada
Foto: Raquel C. de Faria

TABELA 2 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Salada

EMPRESA: Sakata

HÍBRIDO/ CULTIVAR	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa Média	Cor da casca
Natália	I	Vd:1, Fol:1 e 2, ToMV estirpe Tm1, Mi :1, 2, 3 e 4 e Mj ¹	110	Longa vida	230	Vermelho
Pietra	I	Vd:1, Fol:1 e 2, ToMV estirpe Tm1, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj	115	Longa vida	230	Vermelho
Santy	I	Vd:1, Fol:1 e 2, ToMV estirpe Tm1, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj; TSWV, ToSRV	100		230	Vermelho
Valerin	I	Vd: 1, Fol: 1 e 2, ToMV estirpe Tm1, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj, TSWV, ToSRV	105	Longa vida	240	Vermelho
Ivete	I	Vd :1, Fol: 1 e 2, ToMV estirpe Tm1, Mi:1,2,3 e 4, Mj, ToSRV	-	-	230	Vermelho
Lumi	I	Vd:1, Fol: 1 e 2, Mi: 1,2,3 e 4, Mj e ToMV	-	-	240	Vermelho
Conquistador	I	Vd:1, Fol: 1 e 2, ToMV estirpe Tm1, Mi:1, 2, 3e 4 e Mj; TSWV	-	-	250	Vermelho
Sophia	I	Vd:1, Fol: 1, 2 e 3 e ToMV estirpe Tm1	-	-	230	Vermelho
Debora Max	I	Vd :1, Fol: 1 e 2, Mi:1,2,3 e 4 e Mj	-	-	180	Vermelho
Petros	I	Vd:1, Fol: 1 e 2, ToMV estirpe Tm1, Mi: 1, 2, 3 e 4 e Mj	-	-	260	Vermelho
Totty	I	Vd:1, ToMV, estirpe Tm1, Fol:1- 2, Pst, Mi: 1, 2, 3 e 4 e Mj	-	-	230	Vermelho
Gislani	I	Vd:1, Fol:1, 2 e 3, ToMV, estirpe Tm1, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj e ToSRV	115	-	230	Vermelho
Colono	I	Vd :1, Fol:1 e 2, ToMV, estirpe Tm1, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj, Ss, As	-	-	280	Vermelho

EMPRESA: Horticeres

HÍBRIDO/ CULTIVAR	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa Média	Cor da casca
Tomate Salada	I	-				
Runner	I	ToMV, TSWV, Va , Fol:1 e 2, Ma, Mi, Mj, Pf e Pm	-	Arredondado	220 a 250	Vermelho

EMPRESA: Seminis (Bayer)

HÍBRIDO/ CULTIVAR	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa Média	Cor da casca
Compack	I	ToMV: 0 e 2, TSWV, Fol:0 e 1, For, Va, Vd:0, Mi, Mj, Ma.	75-80	-	220 a 250	Vermelho
Coronel (SVTH0361)	I	ToMV: 0 e 2, TSWV, Fol: 1 e 2, Sbl/SI/Ss, Va, Vd:0, Ma, Mi e Mj.	-	-	200 a 230	Vermelho
SV2444TH	I	ToMV: 0-2, TSWV, Fol: 0-1, Sbl/SI/Ss, Va, Vd: 0 e TYLCV	-	Redondo	220 a 240	Vermelho

EMPRESA: Syngenta

HÍBRIDO/ CULTIVAR	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa Média	Cor da casca
Paronema	-	TSWV, TYLCV, Fol: 1 e 2, V:A e D, TMV e TOMV	100	Longa Vida	200	Vermelho
Paronoxo	-	TSWV, TYLCV, Fol: 1, 2 e 3, V: A e D, TMV, TOMV	105	Longa Vida	220	Vermelho
Paronset	-	TSWV, Fol: 1 e 2, V:A e D	100	Longa Vida	220	Vermelho
Dylla	I	TSWV, TYLCV, Fol: 1, 2 e 3, V:A e D, TMV, TOMV	100	Longa Vida	230	Vermelho Intenso
Paronnty	I	TSWV, TYLC, Fol: 1 e 2, V:A e D, N	100	Longa Vida	220	Vermelho

TABELA 2 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Salada (Continuação)

EMPRESA: Topseed (Agristar)

HÍBRIDO/ CULTIVAR	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa Média	Cor da casca
Dominador F1	I	Fol: 0,1, For, Ma, Mi, Mj, ToMV, TYLCV, Va e Vd	120	Redondo	230	Vermelho intenso
Ducatto F1	-	Fol: 0,1, Ma, Mi, Mj, TMV, TSWV, Ss Va e Vd	110	Redondo	220	Vermelho
Gladiador F1	I	Fol: 0,1, For, Ma, Mi, Mj, ToMV, TYLCV, Va e Vd	110	Redondo	225	Vermelho intenso
Itaipava F1	I	Fol: 0,1, Mi, Mj, TMV, TSWV, Va e Vd	106	-	240	Vermelho
Predador F1	I	Fol: 0,1, For, Ma, Mi, Mj, Pf, TMV, ToMV, TSWV, TYLCV, Va e Vd	115	Redondo	230	Vermelho
Protheus F1	-	Fol: 0 e 2, Pf, Ma, Mi, Mj, Ss, TMV, TSWV, TYLCV, Va e Vd	110	Redondo	240	Vermelho
Rally F1	I	Fol: 0,1, Pf, Ma, Mi, Mj, ToMV, TSWV, Va e Vd	110	Redondo	400	Vermelho
Serato F1	I	Fol: 0,1, For, Ma, Mi, Mj, On, ToMV, TSWV, Va e Vd	110	Redondo	250	Vermelho
Tyson F1	I	Fol: 0 e 2, TMV, TSWV, TYLCV, Va e Vd	106	Redondo	220	Vermelho
Vento F1	I	Fol: 0 e 1, Lt, Ma, Mi, Mj, Pf, TMV, Va e Vd	110	Redondo	235	Vermelho
Apolo F1	D	Fol: 1, Pf, ToMV, TYLCV, Va e Vd	110	-	475	Vermelho

EMPRESA: BlueSeeds

HÍBRIDO/ CULTIVAR	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa Média	Cor da casca
BS DS0060	D	V:1, Fol: 1 e 2, Mi, TMV e TSWV	Tardio		220 a 260	Vermelho
BS IS0002	I	V:1, Fol: 1 e 2, Mi, TMV e TYLCM	Precoce		210 a 230	Vermelho
BS IS0003	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, TMV e TYLCM	Precoce		240 a 260	Vermelho
BS IS0008	I	V:1, Fol: 1 e 2, Mi, TMV e TSWV	Precoce		230 a 250	Vermelho
BS IS0035	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, TMV e TYLCM	Precoce		200 a 240	Vermelho
BS IS0082	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, TMV, TSWV e TYLCM	Médio		230 a 260	Vermelho
BS ISP0024	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, TMV	Médio		210 a 230	Pink
Ibatã	I	Fol: 1 e 2, Mi, TMV	Precoce	Longa vida	240 a 260	Vermelho
Jordana	I	V:1, Fol: 1 e 2, Fc, N, TMV e TSWV	Tardio	Longa vida	220 a 240	Vermelho
Pataxó	I	V:1, Fol: 1 e 2, Mi, TMV	Médio		200 a 220	Vermelho

***Hab. cresc: Hábito de crescimento**

¹Abreviações: Aal (*Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici*); As (*Alternaria solani*); PVY (*Potato virus Y*); CMV (*Cucumber mosaic virus*); ToMV (*Tomato mosaic virus*); TYLCM (*Tomato yellow leaf curl virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); PeMV (*Pepper mottle virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); TSWV (*Tomato spotted wilt virus*); TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*); ToTV (*Tomato torrado virus*); P (*Pseudomonas*); Pc (*Phytophthora capsici*); Pp (*Phytophthora paraitica*); Pst (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*); Fol 1, 2 e 3 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* raças 1, 2 e 2); Fc (*Fusarium crown*); Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5 (*Cladosporium fulvum* raças Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5); V (*Verticillium*); (Vd (*Verticillium dahliae*); Va (*Verticillium albo-atrum*); Mi (*Meloidogyne incognita*); Mj (*Meloidogyne javanica*); Ma (*Meloidogyne arenaria*); Ss (*Stemphyllium solani*); Si (*Silvering*); Sbl (*Stemphyllium botryosum* f. sp. *Lycopersici*); Sl (*Stemphyllium lycopersici*); Xc (*Xanthomonas campestris*); Xcv (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*); On (*Oidium lycopersicum* (novo *Oidium neolycopersic*)); Lt (*Leveillula taurica*); D (Determinado); I (Indeterminado).

1.4. Grupo Caqui

Dentre seus aspectos característicos, destacamos o fato de o fruto ser plurilocular; de tamanho graúdo, com até 700g; formato globular achatado; consistência mole; textura inferior aos demais grupos varietais, e, na sua maioria, apresenta coloração vermelha. Pode apresentar diferentes colorações, como amarelo e roxo (Figura 6), apesar de serem incomuns nos centros de comercialização no Brasil.

Popularmente conhecida em algumas regiões como Maçã, Tomatão ou Tomate Gaúcho, a planta deste grupo é de crescimento indeterminado, requerendo maior intensidade em tratamentos culturais, especialmente pela fragilidade do fruto, em termos de manuseio (EMBRAPA, 2020). Mais sensíveis ao transporte e manuseio inadequados, em virtude do tamanho, são também mais suscetíveis a anomalias fisiológicas graves. De acordo com Filgueira (2007), o fruto alcança maior valor de mercado pela qualidade gustativa e menor escala de produção, sendo utilizado exclusivamente em salada, para fins de consumo.

TABELA 3 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Caqui

EMPRESA: BlueSeeds

Híbrido/ Cultivar	Háb. cresc.*	PLANTA		FRUTO			
		Resistência		Ciclo (dias)	Tipo	Massa média(g)	Cor da casca
BS IEG0047	D	Fol:1 e 2, N, TMV, TSWV e TYLCM ¹		Médio	Caqui	600 a 1000	Vermelho
BS IU0025	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, TMV, TSWV e TYLCM		Médio	UGLY	300 a 500	Vermelho
Supremo R	I	V: 1, Fol: 1 e 2, Mi, TMV, TSWV e TYLCM		Médio	Caqui	600 a 1000	Vermelho
Yapussú	I	V:1, Fol:1 e 2, Mi, TMV, TSWV e TYLCM		Médio	Caqui	600 a 800	Vermelho

*Hab. cresc: Hábito de crescimento

¹Abreviações: Aal (*Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici*); As (*Alternaria solani*); PVY (*Potato virus Y*); CMV (*Cucumber mosaic virus*); ToMV (*Tomato mosaic virus*); TYLCM (*Tomato yellow leaf curl virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); PeMV (*Pepper mottle virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); TSWV (*Tomato spotted wilt virus*); TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*); ToTV (*Tomato torrado virus*); P (*Pseudomonas*); Pc (*Phytophthora capsici*); Pp (*Phytophthora paraitica*); Pst (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*); Fol 1, 2 e 3 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* raças 1, 2 e 2); Fc (*Fusarium crown*); Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5 (*Cladosporium fulvum* raças Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5); V (*Verticillium*); Vd (*Verticillium dahliae*); Va (*Verticillium albo-atrum*); Mi (*Meloidogyne incognita*); Mj (*Meloidogyne javanica*); Ma (*Meloidogyne arenaria*); Ss (*Stemphyllium solani*); Si (*Silvering*); Sbl (*Stemphyllium botryosum* f. sp. *Lycopersici*); Sl (*Stemphyllium lycopersici*); Xc (*Xanthomonas campestris*); Xcv (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*); On (*Oidium lycopersicum* (novo *Oidium neolyopersici*)); Lt (*Leveillula taurica*); D (Determinado); I (Indeterminado).



Figura 6. Variedade de tomate do grupo Caqui, fruto plurilocular, com coloração roxa

Foto: Mariana Vieira Nascimento

1.5. Grupo Saladete (Italiano)

Verifica-se como características deste grupo a polpa espessa, biloculares ou triloculares, com formato alongado (diâmetro longitudinal maior que o transversal) e cor vermelha, assemelhando-se ao tomate para indústria. Algumas cultivares são pontiagudas (Figura 7). Estão disponíveis híbridos de hábitos de crescimento determinado e indeterminado, que podem ser cultivados tanto em campo aberto quanto em ambiente protegido. São considerados a mais nova cultivar no mercado para mesa, com alta competitividade com o grupo salada, angariando a preferência do consumidor. Os híbridos apresentam alto potencial produtivo e valor agregado em sua produção, além de terem se destacado devido ao sabor adocicado e aroma agradável. Oferecem múltiplas possibilidades de uso culinário (salada, molhos ou tomate seco).

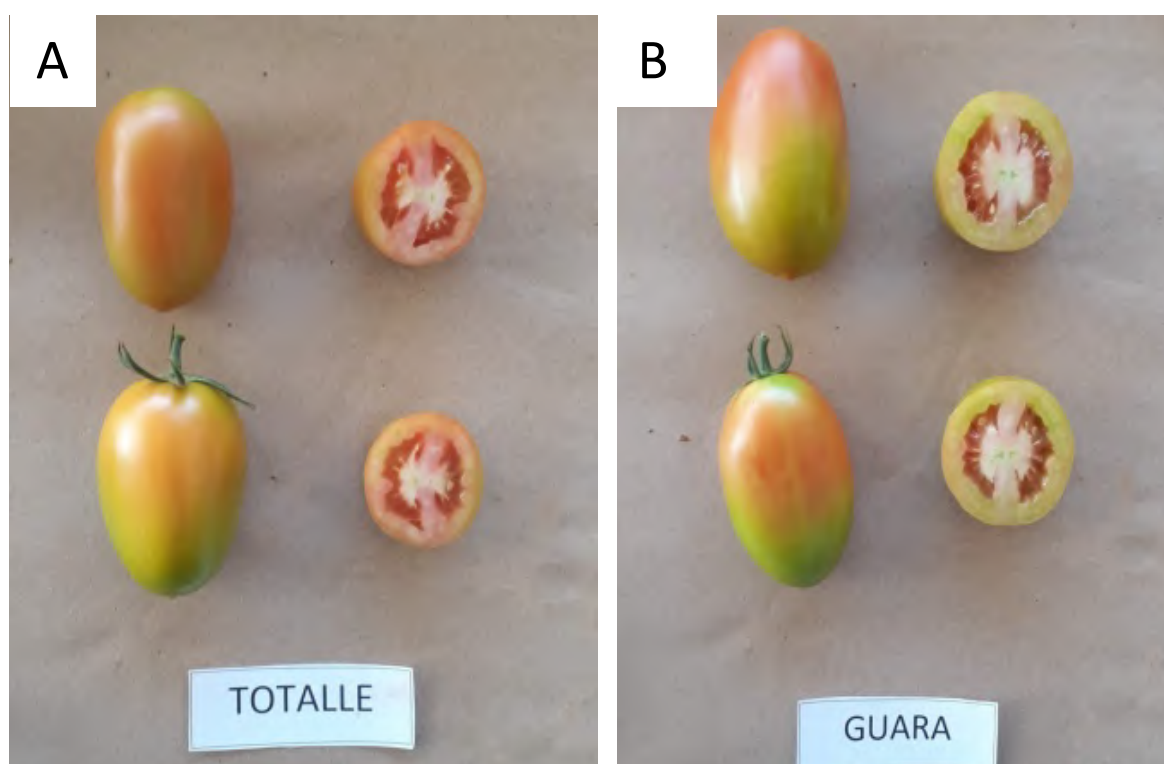


Figura 7. Híbridos de tomate do grupo Saladete, Totalle (A) e Guará (B)

Fotos: Raquel Cintra de Faria

TABELA 4 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Saladete

EMPRESA: Sakata

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
Tyna	I	Vd:1, Fol:1 e 2, Pst, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj e ToSRV ¹	105	Longa vida	190	Vermelho
Giuliana	I	Vd: 1, Fol:1, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj	105	Longa vida	210	Vermelho
Ravena	I	Vd:1, Fol:1, 2 e 3, Mi:1, 2, 3 e 4, e Mj e Ss, TSWV	110	Longa vida	200	Vermelho
Grazianni	I	Vd: 1, Fol:1, 2 e 3, ToMV estirpe Tm1, TSWV e ToSRV	115	Longa vida	190	Vermelho
Matinella	I	Vd:1, Fol:1 e 2, Mi:1, 2, 3 e 4 e Mj	-	Oval/alongado	200	Vermelho

(Continua)

TABELA 4 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Saladete (Continuação)

EMPRESA: Sakata

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
Mariana	I	Vd 1, Fol 1 e 2, Mi:1, 2, 3 e 4, Mj, Ss e As	-	-	190	Vermelho
Milagros	I	Vd:1, Fol:1 e 2, Mi:1, 2, 3 e 4, Mj e As, TSWV	-	-	115	Vermelho
Mariaty	I	Vd: 1, Fol: 1 e 2, Mi: 1, 2, 3 e 4, Mj e Ss; ToSRV	-	-	170	Vermelho
Jamacaru	I	Vd:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi:1, 2, 3 e 4, Mj, Ss, Pst e ToMV.	-	-	190	Vermelho

EMPRESA: HortiCeres

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
HS 1188	I	Fol: 1, 2 e 3, ToMV, Va	100-120	Alongado	140 a 170	Vermelho intenso
Tomate Italiano	I	-	-	-	-	-
Tomate Híb. Vitalino	D	TYLCV, Mi, Va, Vd, Fol:1 e 2	-	-	-	Vermelho intenso

EMPRESA: Seminis (Bayer)

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
SM16	D	Aal, Fol: 1 e 2, Sbl/SI/Ss, Va, Vd: 1; Pst: 0, Ma, Mi, Mj	105-115	Pera	140 a 160	Vermelho
SV2333TJ	I	ToMV: 0 e 2, Fol:1 e 2, Sbl/SI/Ss, Va, Vd: 1, TYLCV	-	-	160 a 180	Vermelho intenso
TY 2006	D	ToMV: 0 e 2, Aal, Fol: 0, Sbl/SI/Ss, Va, Vd: 0; TYLCV; Ma; Mi; Mj	95-110	-	180	Vermelho

EMPRESA: Syngenta

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
Caniati	-	TSWV, TMV, Fol: 1 e 2, V: A e D, Mi	97	Longa Vida	110	Vermelho Intenso
Gênova	-	TSWV, TYLCV, Fol: 1, 2 e 3, V: A e D, TMV e TOMV	105	Longa Vida	120	Vermelho Intenso

(Continua)

TABELA 4 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Saladete (Continuação)

EMPRESA: Topseed (agristar)

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
Imola F1	I	Fol: 0 e 2, Mi, ToMV, TYLCV, Va e Vd	110	Italiano	200	Vermelho
Milão F1	I	Fol: 0 e 2, N, ToMV, TYLCV, TSWV, Va e Vd	107	Italiano	175	Vermelho
Candieiro F1	D	Fol: 0 e 1, Ma, Mi, Mj, ToMV, TSWV, TYLCV, Va e Vd	105	Italiano	160	Vermelho
Lampião F1	D	Fol: 0 e 2, N ToMV, TYLCV, Va e Vd	106	-	170	Vermelho intenso

EMPRESA: BlueSeeds

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
BSDI001	D	V:1, Fol: 1, 2 e 3, TSWV, TYLCM	Médio	Italiano	160 a 180	Vermelho
BSDI0021	D	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi e TSWV			140 a 160	
BS DI0037	D	V: 1, F: 1, 2 e 3, N, Pst, TSWV e TYLCM	Médio	Saladete	160 a 180	Vermelho
BS DI0038	D	V: 1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, Pst, TMV, TSWV e TYLCM	Médio	Saladete	160 a 180	Vermelho
BS DI0083	D	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, TSWV e TYLCM e Pst	Médio	Saladete	180 a 220	Vermelho
BS DIA0026	D	V: 1, Fol: 1 e 2 e Fc.	Precoce	Italiano	180 a 220	Amarelo

EMPRESA: BlueSeeds

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
BS II0004	I	V: 1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, TMV e TYLCM	Tardio	Italiano	180 a 220	Vermelho
BS II0011	I	V: 1, Fol:1, 2 e 3, Mi, Pst TMV, TSWV e TYLCM	Médio	Saladete	180 a 220	Vermelho
BS II0012	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, Pst, TMV, TSWV e TYLCM	Médio	Saladete	180 a 220	Vermelho
BS II0019	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, Pst, TMV, TSWV e TYLCM	Médio	Saladete	170 a 180	Vermelho
BS II0020	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, Pst, TMV, TSWV e TYLCM	Médio	Saladete	170 a 180	Vermelho
Caeté	D	V: 1, Fol: 1 e 2, TMV, TSWV e TYLCM	Precoce	Saladete	200 a 220	Vermelho
Guacá	I	V:1, Fol: 1 e 2, Mi, Pst e TMV	Médio	Saladete	180 a 200	Vermelho
Kaiapó	I	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, TSWV e TYLCM	Médio	Italiano	200 a 220	Vermelho
Kátia	D	V: 1, Fol: 1 e 2 e Pst	Médio	Italiano	160 a 180	Vermelho

TABELA 4 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal Saladete (Continuação)

EMPRESA: BlueSeeds

Híbrido/ Cultivar	Háb. cresc.*	PLANTA		FRUTO		
		Resistência	Ciclo (dias)	Tipo Média (g)	Massa	Cor da casca
Netuno	I	V:1,Fol: 1 e 2, Mi e TMV	Tardio longa vida	Italiano/	160 a 180	Vermelho
Plutão	I	V:1, Fol: 1 e 2, Mi e TMV	Médio longa vida	Italiano/	210 a 230	Vermelho
Saturno	I	V: 1, Fol: 1 e 2, Mi e TMV	Precoce	Saladete	180 a 220	Vermelho
Vênus	D	V:1, Fol: 1, 2 e 3, Mi, TMV e TSWV	Médio	Italiano	200 a 230	Vermelho

*Hab. cresc: Hábito de crescimento

¹ Abreviações: Aal (*Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici*); As (*Alternaria solani*); PVY (*Potato virus Y*); CMV (*Cucumber mosaic virus*); ToMV (*Tomato mosaic virus*); TYLCM (*Tomato yellow leaf curl virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); PeMV (*Pepper mottle virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); TSWV (*Tomato spotted wilt virus*); TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*); ToTV (*Tomato torrado virus*); P (*Pseudomonas*); Pc (*Phytophthora capsici*); Pp (*Phytophthora paraitica*); Pst (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*); Fol 1, 2 e 3 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* raças 1, 2 e 2); Fc (*Fusarium crown*); Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5 (*Cladosporium fulvum* raças Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5); V (*Verticillium*); (Vd (*Verticillium dahliae*); Va (*Verticillium albo-atrum*); Mi (*Meloidogyne incognita*); Mj (*Meloidogyne javanica*); Ma (*Meloidogyne arenaria*); Ss (*Stemphylium solani*); Si (*Silvering*); Sbl (*Stemphylium botryosum* f. sp. *Lycopersici*); Sl (*Stemphylium lycopersici*); Xc (*Xanthomonas campestris*); Xcv (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*); On (*Oidium lycopersicum* (novo *Oidium neolycopersic*)); Lt (*Leveillula taurica*); D (Determinado); I (Indeterminado).

1.6. Grupo Minitomate (Cereja)

O grupo Cereja pode ser igualmente denominado de Minitomate, pelo tamanho reduzido dos frutos, com massa média de 10 a 50g, biloculares ou triloculares e uma grande diversidade de formatos e cores (Figuras 8 a 10). Atualmente, encontram-se materiais distintos do tomate cereja tradicional, quanto a formato e coloração, o que viabiliza o uso da nomenclatura “mini”. São disseminados e cultivados em diferentes regiões do planeta.



Figura 8. Variabilidade de tomate dentro do grupo varietal Minitomate

Foto: Raquel Cintra de Faria

O plantio de minitomates é um nicho de mercado. As produções em escala comercial, na grande maioria, são sob cultivo protegido. Os híbridos comerciais apresentam elevada produtividade, com mais de 20 frutos por penca. No Brasil, o formato alongado e a coloração vermelho intenso, com peso médio de 10 a 20g detém o mercado. O custo de produção é mais elevado, com alta tecnologia no controle de irrigação e aplicação de fertilizantes e agrotóxicos. Atualmente, os frutos podem ser comercializados também na forma de pencas - um atrativo visual para os consumidores de todas as idades.

A utilização dos minitomates abrange uma culinária requintada; são considerados um produto *gourmet*. Os frutos são mais adocicados e têm alto teor de sólidos solúveis do que aqueles dos demais grupos. Podem ser consumidos como fruta, tira-gosto, saladas, molhos e como acompanhamento em pratos finos. Quando o assunto é diversidade de cores, podem ser encontrados de coloração vermelha, amarela, roxa, marrom, rosa e alaranjada, quando maduros. Quanto ao formato, alguns se assemelham à pera e pitanga, podendo ser ainda redondos, alongados, ovoides, obovoides e periformes (NICK; SILVA & BORÉM, 2018).

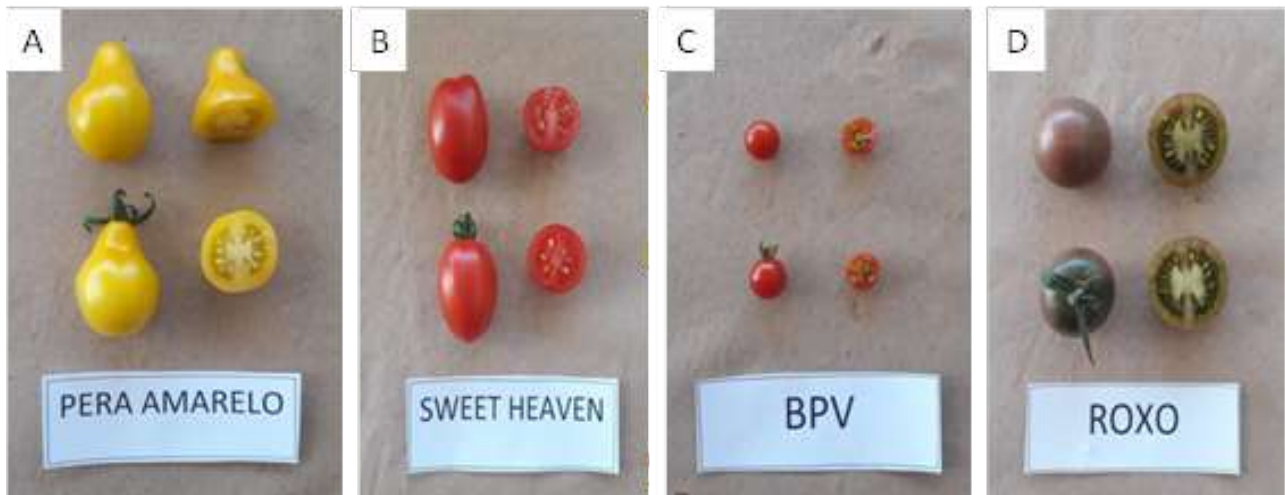


Figura 9. Variedades de tomate do grupo Minitomate: Pera amarelo (A); Sweet Heaven (B); BPV (C) e Roxo (D)

Fotos: Raquel Cintra de Faria

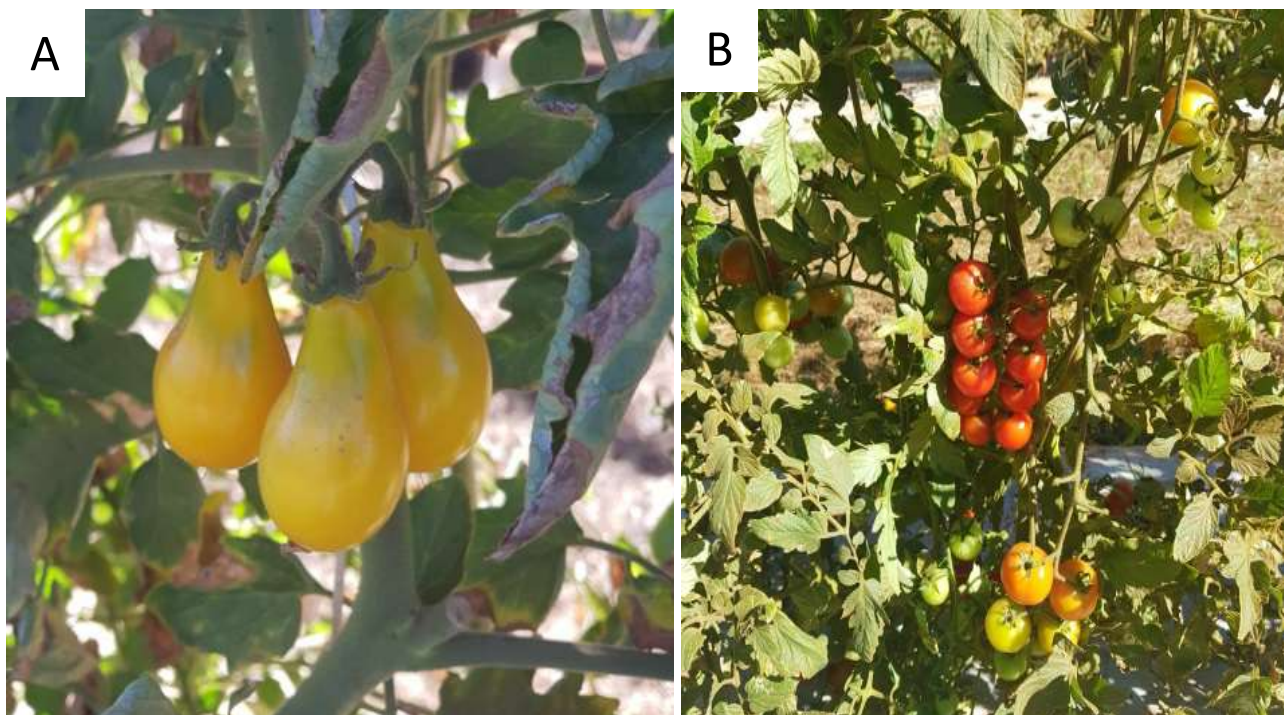


Figura 10. Frutos de tomate do grupo Minitomate da variedade Pera Amarelo (A) e Vermelho (B)

Fotos: Raquel Cintra de Faria

TABELA 5. Genótipos comerciais de sementes de tomate do grupo varietal Minitomate

EMPRESA: Sakata

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
Sweet Dreams	I	Vd: 1, Fol: 1 e 2, ToMV estirpe Tm1 ¹	-	Cherry	20	-
Sweet Italian	I	Vd: 1, Fol: 1 e 2 e ToMV estirpe Tm1	-	-	60	Vermelho intenso
Sweet Heaven	I	Fol: 1, ToMV estirpe Tm1 e Ss	90	-	15	Vermelho

EMPRESA: Horticeres

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
Cereja Vermelho	D	-	-	-	20	Vermelho
Red Sugar	I	TMV, V, Fol: 1 e 2 e Mi	-	Alongado	20	Vermelho
Bubble Candy	I	TMV, V, Fol: 1, 2	-	Alongado (Grape)	15	Vermelho
Penca Rita DRC 107	I	TMV, Ff 0-5, V, Fol: 1 e 2	-	Arredondado	20	Vermelho

EMPRESA: Seminis (Bayer)

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média(g)	Cor da casca
Cupido	I	TMV: 0 e 2, Fol: 1 e 3, VA, Vd: 1; Ma; Mi; Mj.	75 a 80	Grape	12-15	Vermelho
DRC 564	I	ToMV: 0 e 2, TSWV, Fol: 0 e 1, VA, Vd: 0; Ma; Mi; Mj.	-	Cocktail	18-22	Vermelho
DSC2015	I	ToMV: 0 e 2, Aal: A e E, Fol:1 e 2, Pst: 0	-	Grape	14-16	Vermelho
Santawest	I	Fol; TYLCV	-	Grape	15-20	Vermelho intenso

EMPRESA: BlueSeeds

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
Abiru	D	Fol:1 e 2.	Precoce	Grape	20 a 24	Vermelho
BSDCR0028	D	V:1, Fol:1 e 2, Mi, TMV e TYLCM	Precoce	Cereja	20 a 24	Vermelho
BSDGR0017	D	V: 1, Fol:1 e 2, TSWV e TYLCM	Precoce	Grape	22 a 26	Vermelho
BSDGR0022	D	V:1, Fol: 1 e TMV.	Precoce	Grape	25 a 35	Vermelho
BS IGR0023	I	V:1, Fol: 1, Pst, TMV e TSWV	Precoce	Grape	26 a 32	Vermelho
BS IGR0048	I	-	Precoce	Grape	10 a 18	-
BS IGR0049	I	V:1 e Fol: 1	Precoce	Grape	14 a 22	-
Baby Italiano	I	V:1, Fol: 1 e 2, Mi e TMV	Precoce	Italiano	60 a 80	Vermelho
Essai	I	V: 1, Fol:1 e TMV	Precoce	Cereja	25 a 30	Alaranjado
Guaraci	I	Fol:1 e TMV	Precoce	Grape	28 a 32	Vermelho

(Continua)

TABELA 5. Genótipos comerciais de sementes de tomate do grupo varietal Minitomate (Continuação)

EMPRESA: BlueSeeds

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
Iraí	D	Fol: 1	Precoce	Grape	20 a 26	Amarelo
BS IGR0023	I	Fol: 1 e TMV	Precoce	Grape	26 a 30	Vermelho
Pori	I	Fol: 1 e TMV	Precoce	Cereja	24 a 28	Vermelho
Upyra	I	V:1, Fol: 1 e 2, Mi e TMV	Precoce	Grape	24 a 30	Alaranjado
Ytaí	I	V: 1, Fol: 1 e 2, Mi e TMV	Precoce	Cereja	18 a 22	Vermelho
Yuti	D	V: 1 e Fol:1 e 2.	Precoce	Cereja	22 a 26	Amarelo

*Háb. cresc: Hábito de crescimento

¹Abreviações: Aal (*Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*); As (*Alternaria solani*); PVY (*Potato virus Y*); CMV (*Cucumber mosaic virus*); ToMV (*Tomato mosaic virus*); TYLCM (*Tomato yellow leaf curl virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); PeMV (*Pepper mottle virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); TSWV (*Tomato spotted wilt virus*); TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*); ToTV (*Tomato torrado virus*); P (*Pseudomonas*); Pc (*Phytophthora capsici*); Pp (*Phytophthora paraitica*); Pst (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*); Fol 1, 2 e 3 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* raças 1, 2 e 2); Fc (*Fusarium crown*); Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5 (*Cladosporium fulvum* raças Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5); V (*Verticillium*); Vd (*Verticillium dahliae*); Va (*Verticillium albo-atrum*); Mi (*Meloidogyne incognita*); Mj (*Meloidogyne javanica*); Ma (*Meloidogyne arenaria*); Ss (*Stemphyllium solani*); Si (*Silvering*); Sbl (*Stemphyllium botryosum* f. sp. *Lycopersici*); Sl (*Stemphyllium lycopersici*); Xc (*Xanthomonas campestris*); Xcv (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*); On (*Oidium lycopersicum* (novo *Oidium neolycopersic*)); Lt (*Leveillula taurica*); D (Determinado); I (Indeterminado).

1.7. Grupo Industrial

As plantas que se enquadram neste grupo têm sua arquitetura características distintas das apresentadas nos grupos anteriores. Isso porque apresentam hábito de crescimento determinado, maior ramificação e menor porte, o que, por sua vez, dispensa a adoção de poda, amarrão e tutoramento, possibilitando menor custo de produção. As cultivares deste grupo são predominantemente destinadas para fins de processamento, demandando que os frutos sejam mais firmes, para suportar as operações mecanizadas de campo e o transporte a granel. O peso médio dos frutos varia entre 70 e 80g, com adequado teor de ácido cítrico, em detrimento do elevado teor de sólido solúvel - características necessárias para o maior rendimento na agroindústria.

Os frutos têm coloração vermelha intensa, e dois tipos de formato, sendo piriforme e oblongo, com destaque atualmente para cultivares híbridas em formato oblongo. Têm-se verificado ainda, a introdução no mercado de híbridos com frutos biloculares e forma oblongo-alongado, de favorável aceitação no mercado para consumo fresco em algumas regiões do país (FILGUEIRA, 2007).

TABELA 6 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal industrial

EMPRESA: Horticeres

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
Saladete Determinado	D	-		Achatado	100	Vermelho

(Continua)

TABELA 6 – Genótipos comerciais de sementes de tomate, do grupo varietal industrial (Continuação)

EMPRESA: Seminis (Bayer)

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
AP529	D	Aal, Fol: 1 e 2, Sbl, Ss, Va, Vd: 1 ¹	120	Pera	120 a 130	Vermelho
AP533	D	Aal, Fol: 1 e 2, Sbl, Ss, Va, Vd: 3 Pst: 0, Xc: 1 e Ma, Mi, Mj	125 a 130	Pera	120 a 130	Vermelho

EMPRESA: BlueSeeds

Híbrido/ Cultivar	PLANTA			FRUTO		
	Háb. cresc.*	Resistência	Ciclo (dias)	Tipo	Massa média (g)	Cor da casca
BA5630	D	V, Fol: 1 e 2 e Mi, Pst e Xc	110 a 115		75 a 85	Vermelho
BSP0031	D	V, Fol: 1, 2 e 3, Mi e TSWV, Pst e Xc.	115 a 120		80 a 85	Vermelho
BSP0032	D	Pst e Xc, V, Fol: 1 e 2, Mi e TSWV	110 a 115		95 a 110	Vermelho
BSP0033	D	V, Fol: 1 e 2, Mi e TSWV, Pst e Xc.	115 a 125		90 a 110	Vermelho
BSP0034	D	V, Fol: 1 e 2, Mi e TSWV, TYLCV, PsT e Xc.	115 a 125		110 a 120	Vermelho
BSP0086	D	V, Fol: 1 e 2, Mi e TSWV, PsT e Xc.	115 a 120		85 a 90	Vermelho
BSP0087	D	V, Fol: 1, 2 e 3, Mi e TSWV, P, Xc, Xcv	120 a 130		90 a 95	Vermelho
BSP0088	D	V, Fol: 1 e 2, Mi e TSWV, P, Xc e Xcv	110 a 120		90 a 95	Vermelho
BSP0089	D	V, Fol: 1 e 2, Mi, TSWV e TYLCV, P, Xc e Xcv	115 a 125		85 a 90	Vermelho
F0574	D	V, Fol: 1 e 2, Mi e TSWV	115 a 120		85 a 90	Vermelho

*Hab. cresc: Hábito de crescimento

¹Abreviações: Aal (*Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici*); As (*Alternaria solani*); PVY (*Potato virus Y*); CMV (*Cucumber mosaic virus*); ToMV (*Tomato mosaic virus*); TYLCM (*Tomato yellow leaf curl virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); PeMV (*Pepper mottle virus*); TMV (*Tobacco mosaic virus*); TSWV (*Tomato spotted wilt virus*); TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*); ToTV (*Tomato torrado virus*); P (*Pseudomonas*); Pc (*Phytophthora capsici*); Pp (*Phytophthora paraitica*); Pst (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*); Fol 1, 2 e 3 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* raças 1, 2 e 2); Fc (*Fusarium crown*); Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5 (*Cladosporium fulvum* raças Ff 0, 1, 2, 3, 4 e 5); V (*Verticillium*); (Vd (*Verticillium dahliae*); Va (*Verticillium albo-atrum*); Mi (*Meloidogyne incognita*); Mj (*Meloidogyne javanica*); Ma (*Meloidogyne arenaria*); Ss (*Stemphylium solani*); Si (*Silvering*); Sbl (*Stemphylium botryosum* f. sp. *Lycopersici*); Sl (*Stemphylium lycopersici*); Xc (*Xanthomonas campestris*); Xcv (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*); On (*Oidium lycopersicum* (novo *Oidium neolycopersic*)); Lt (*Leveillula taurica*); D (Determinado); I (Indeterminado).

Cabe mencionar que o mercado de sementes é dinâmico, pautado na pesquisa e desenvolvimento de materiais que atendam às demandas dos produtores, ao mesmo tempo em que resguarde os atributos apreciados pelos consumidores, com grande competitividade e diversidade de portfólio. Assim, por meio dos programas de melhoramento, busca-se obter maior resistência a pragas e doenças; maior produtividade por planta; adaptabilidade às diferentes regiões do país, e aumento da “vida de prateleira” dos frutos. Verifica-se, ainda, o lançamento de variedades com formato, tamanho, coloração e sabor diferenciados, considerados produtos *gourmet*.

2. Referências

- ALVARENGA, F.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004, 400p.
- ALVARENGA, F.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia**. 2ª ed. rev. e ampl., Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013, 455p.
- CARMO, C.A.S.; CALIMAN, L.F. **Clima, época de plantio e cultivar**. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Tomate. Vitória: INCAPER, 2010, 67p.
- CEAGESP - Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Tomate: Guia de identificação *Solanum lycopersicum* L.** Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/entrepostos/servicos-entrepостagem/hortiescolha/tomate/>>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 20 set. 2020.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção de hortaliças**. 3ª ed., Viçosa: Ed. UFV, 2007, 422p.
- MELO, P.C.T. de. **Desenvolvimento tecnológico para cultivo de tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais**. Tese de Livre Docência. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2017. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/11/tde-30012017-150140/pt-br.php>>. Acesso em: 5 abr. 2020.
- MINAMI, K.; MELLO, S.C. **Fisiologia e nutrição do tomateiro**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2017, 1200p.
- NICK, C.; SILVA, D.J.H.; BORÉM, A. **Tomate: do plantio à colheita**. Viçosa, Ed. UFV, 2018, 237p.

3. Produção de mudas

Marçal Henrique Amici Jorge¹ e Raphael Augusto de Castro e Melo¹

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças marcal.jorge@embrapa.br; raphael.melo@embrapa.br.

1. Introdução

A área cultivada com tomate no Brasil, em 2018, foi de 59.726 hectares com uma produção de 4.084.910 toneladas (IBGE/LSPA, 2019). Para que a PI de tomate seja efetivada nas diferentes regiões, a qualidade das mudas é um fator primordial no processo produtivo. Como exemplo de sua importância na cadeia de valor dessa hortaliça, em 2016, houve um faturamento total de US\$18,68 milhões apenas com a produção de mudas, além de US\$60,51 milhões com sementes de tomate para mesa (CNA, 2017). Trata-se de uma atividade de caráter altamente técnico, realizada por viveiristas que atuam como fornecedores de plântulas com elevado padrão fisiológico e sanitário, que se torna cada dia mais evidentes (Figura 1). Nesse aspecto, os insumos utilizados e o manejo adotado são decisivos para o sucesso dessa etapa que antecede a produção no campo (Jorge et al., 2016).



Figura 1. Produção de mudas de tomate. Vista das mudas em bandejas (A). Detalhe de barra de irrigação em funcionamento (B)

Fotos: Marçal H. A. Jorge

2. Aspectos técnicos da produção de mudas de tomate

Um viveiro profissional que atenda às necessidades técnicas e ao que rege a legislação vigente deve contar com um conjunto de estruturas e equipamentos (Figura 2). Cada uma dessas categorias varia grandemente em função da localização geográfica, nível tecnológico adotado/dispo-

nível e escala de produção. Ao se estabelecer um novo empreendimento associado à produção integrada (PI), recomenda-se aos responsáveis técnicos o planejamento detalhado desses componentes, conforme consta em Lima et al. (2016).



Figura 2. Estrutura de um viveiro comercial de produção de mudas de tomate. Escritório (A). Trator empilhador em parte externa aos telados (B). Galpão para sementeira (C)

Fotos: Marçal H. A. Jorge

3. Qualidade da água

A qualidade da água impacta sobremaneira o desenvolvimento das plantas, especialmente quando em sistemas sem solo (substrato e, certamente, é um dos insumos mais críticos da produção em viveiros (Ingram, 2014a).



Fontes de água superficiais, como rios, córregos, açudes ou reservatórios pluviosos, não são recomendadas para a produção de mudas. É indicado, portanto, o uso de poços semiartesianos que utilizam água subterrânea (Lima et al., 2016).

Os riscos de utilização de águas e sua contaminação requerem cuidados referentes aos indicadores de qualidade, amostragem para análise, classificação e medidas de tratamento (Marouelli et al., 2014). Alguns dos parâmetros analisados rotineiramente por laboratórios, suas unidades e valores normais são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água para irrigação

PARÂMETRO	SÍMBOLO	UNIDADE	VALORES NORMAIS
Salinidade (teor de sais)			
Condutividade elétrica	CE _a	dS m ⁻¹ (25°C)	0 - 3
Sais dissolvidos totais	SDT	mg L ⁻¹	0 - 2000
Cátions e ânions			
Cálcio	Ca ⁺⁺	mmol _c L ⁻¹	0 - 20
Magnésio	Mg ⁺⁺	mmol _c L ⁻¹	0 - 5

(Continua)

TABELA 1. Principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água para irrigação (Continuação)

PARÂMETRO	SÍMBOLO	UNIDADE	VALORES NORMAIS
Sódio	Na ⁺	mmol _c L ⁻¹	0 - 40
Cloreto	Cl ⁻	mmol _c L ⁻¹	0 - 30
Sulfato	SO ₄ ⁻	mmol _c L ⁻¹	0 - 20
Carbonato	CO ₃ ⁻	mmol _c L ⁻¹	0 - 0,1
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	mmol _c L ⁻¹	0 - 10
Nutrientes			
Nitrogênio - Nitrato	N-NO ₃ ⁻	mgL ⁻¹	0 - 10
Nitrogênio - Amônio	NNH ₄ ⁺	mgL ⁻¹	0 - 5
Fósforo - Fosfato	P-PO ₄ ³⁻	mgL ⁻¹	0 - 1
Potássio	K ⁺	mgL ⁻¹	0 - 2
Outros			
Acidez	Ph	-	6,0 - 8,0
Boro	B	mgL ⁻¹	0 - 2
Relação de adsorção de sódio	RAS ^o	(mmol _c L ⁻¹)	0 - 15

¹Fonte: Amorim et al (2008); UCCC (1974); Ayers e Westcot (1994). dS m⁻¹ (deciSiemens por metros) = mmho cm⁻¹; mg L⁻¹ miligramas por litro) = partes por milhão (ppm), mmolL⁻¹ (milimol carga por litro) = meq L⁻¹ (miliequivalente por litro). ²N-NO₃⁻ significa que se deve determinar o NO₃⁻ e expressá-lo como equivalente químico do N. Analogamente para N-NH₄⁺ se determinará o NH₄⁺ e expressá-lo na forma de equivalente químico de N elementar. O mesmo procedimento deve ser utilizado para expressar o Fósforo. Fonte: Holanda et al. (2016)

Em sistemas de irrigação localizada, como na produção de mudas de tomate em pequenos vasos (“mudão”), é necessária a atenção quanto a alguns parâmetros e inclusão de outros. Os relacionados à salinidade devem ser manejados, prevenindo-se quanto ao entupimento de emissores (Holanda et al., 2016). Alguns parâmetros químicos da água são detalhados por Ingram (2014b) e podem ser utilizados como referência para manejo.

A contaminação física da água com areia, restos vegetais, insetos, entre outros, pode ser eliminada pela filtração, realizada antes de sua colocação em reservatórios. Quando houver contaminação biológica, deve-se utilizar a cloração, adicionando de 5 mg L⁻¹ a 20 mg L⁻¹ de cloro ativo, por meio de bombeamento por dispositivo do tipo venturi ou bombas injetoras pneumáticas, o que auxiliará na precipitação de Fe⁺² e Mn antes da filtragem (Testezlaf, 2009). Isso implica no uso de pelo menos dois reservatórios (Figura 3): um com a água a ser tratada e outro que a receberá após tratamento. Não é recomendada a cloração diretamente no local de captação, por risco de contaminação ambiental (Lima et al., 2016).

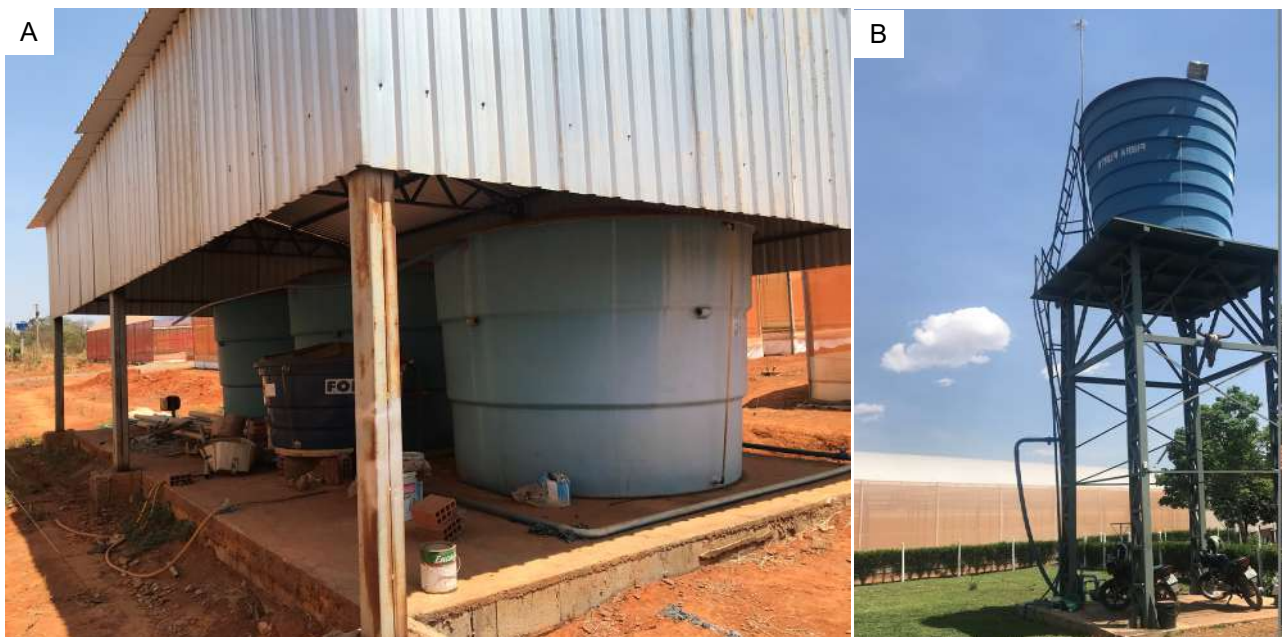


Figura 3. Armazenamento de água captada para suprimento de um viveiro de produção de mudas de tomate (A e B)
Fotos: Marçal H. A. Jorge

4. Qualidade do substrato

As condições físicas e químicas do substrato devem prover adequado armazenamento de água e nutrientes para as plantas, enquanto mantém boa aeração (Maher et al., 2009). Substratos diversos devem apresentar estabilidade de comportamento para seu manejo, permitir armazenamento (Figura 4), ter pouca atividade biológica, ser previsíveis quanto à dinâmica de nutrientes, à ausência de pragas, às sementes de plantas daninhas, aos agentes patogênicos e de substâncias inibidoras de crescimento ou prejudiciais às plantas (Furlani, 2015).



Figura 4. Galpões de armazenamento de substrato adequados em viveiros de produção de mudas de tomate (A e B)
Fotos: Marçal H. A. Jorge



SAIBA MAIS: As definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos substratos para plantas constam da Instrução Normativa n.º 14 (IN n.º 14), de 15 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004). Você pode acessar Essa IN, na íntegra, pelo [link: https://abcsem.com.br/upload/arquivos/IN_14_-_2004%281%29.pdf](https://abcsem.com.br/upload/arquivos/IN_14_-_2004%281%29.pdf)



No Brasil, os substratos mais utilizados para a produção de mudas de tomate são constituídos basicamente por dois tipos de materiais vegetais: a fibra de coco e a casca de pinus, resultantes do aproveitamento de resíduos da indústria ou de subprodutos do consumo humano. A adição de outros materiais orgânicos ou minerais como turfa de esfagno, casca de arroz carbonizada, vermiculita, corretivos e fertilizantes, em pequenas quantidades, auxilia na retenção de água, aeração, poder tampão e disponibilidade inicial de nutrientes (Lima et al., 2016).

A escolha do substrato deve priorizar suas características físicas, em função do manejo de água (capacidade de retenção – CRA - e aeração/porosidade), enquanto que suas características químicas (pH e CE) são consideradas, levando-se em conta o manejo para fornecimento de nutrientes em quantidades adequadas (nem insuficiência, nem excesso de nutrientes), especialmente nitrogênio, para evitar crescimento acima do padrão do viveiro e atender as necessidades do mercado ao qual as mudas serão destinadas.

A CRA dos substratos comerciais utilizados para mudas de tomateiro no país varia de 60% a 200%. Dessa forma, os turnos ou calendário de irrigação devem estabelecer um equilíbrio entre a água disponível para as plantas e o espaço de aeração para o desenvolvimento das raízes, evitando reduzir a oxigenação e dificultar seu desenvolvimento.

Valores de pH do substrato considerados adequados para mudas de tomateiro variam de 5,6 a 6,2. Para a CE, a depender do método de extração, os valores podem variar de 0,9 mS cm⁻¹ a 1,3 mS cm⁻¹, pela metodologia da pasta saturada, e de 1,3 mS cm⁻¹ a 2,0 mS cm⁻¹, com o método *Pour-Thru* (Torres et al., 2016; Whipker et al., 2018). Tais métodos, ainda que não oficiais, são utilizados em outros países. Em pesquisas nacionais, apresentam boa correlação com o método 1:5 (v/v) preconizado no âmbito da Instrução Normativa nº 17 do MAPA. A CE do método 1:5, obrigatória no rótulo de substratos comerciais brasileiros, via de regra, varia de 0,5 mS cm⁻¹ a 1,2 mS cm⁻¹.

5. Qualidade das sementes

As sementes utilizadas na produção de mudas de tomate por viveiros especializados devem apresentar qualidade satisfatória quanto aos atributos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos. O somatório de todos esses atributos definirá a qualidade, relevante ao processo de produção de mudas, bem como para o sucesso em campo. Lotes de sementes com elevada qualidade apresentam altas taxas de germinação e emergência de plântulas normais (Figura 5), com estruturas de parte aérea e raízes bem formadas, dentro dos padrões determinados pelos viveiristas.

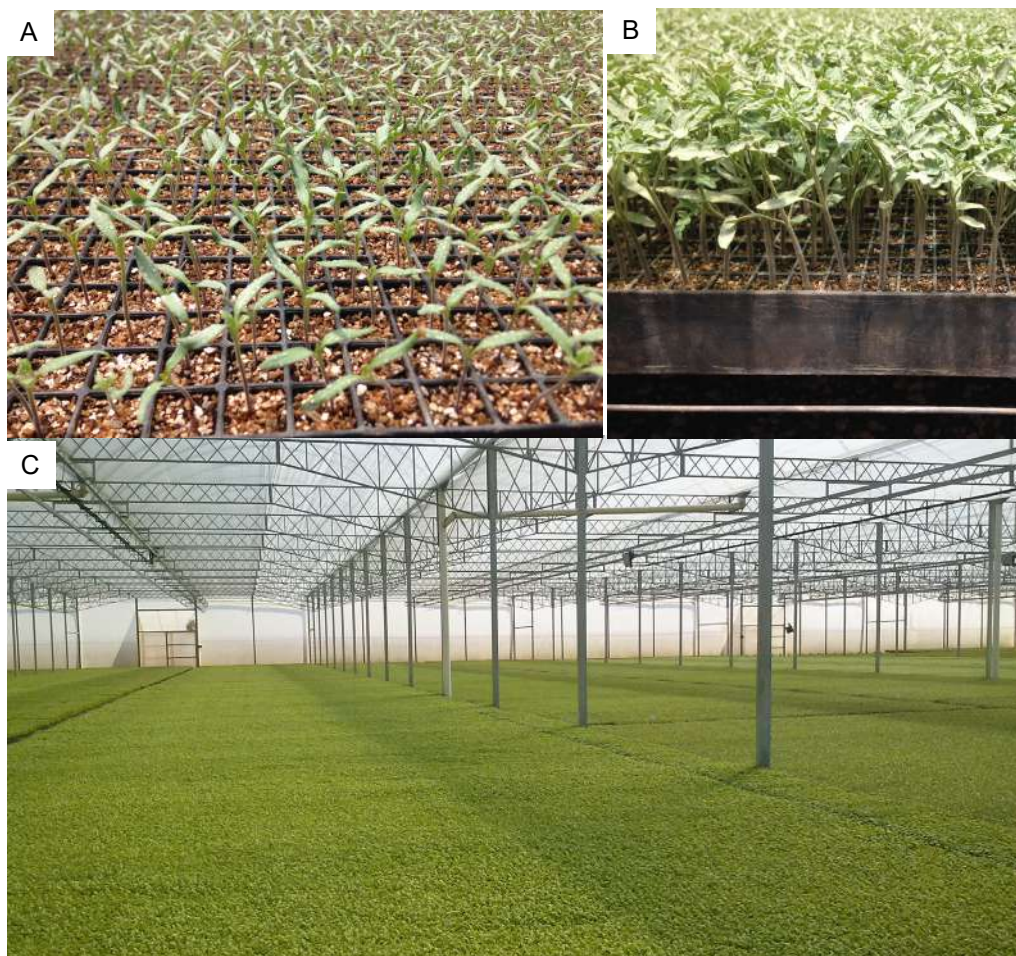


Figura 5. Detalhes do padrão de emergência de plântulas (A e B) e vista das mudas de tomate com desenvolvimento uniforme em um viveiro comercial

Fotos: Marçal H. A. Jorge

Lotes de sementes contaminados por patógenos são um problema de ocorrência comum, mas considerado de difícil detecção ou de medidas preventivas. Os mais frequentes são os fungos e bactérias, que podem estar presentes tanto aderidos à superfície externa como em tecidos internos das sementes, ou mesmo misturados ao lote. As mudas contaminadas produzidas no viveiro (caso não expressem sintomas, ou mesmo expressando, mas não sejam detectadas e descartadas) trarão problemas no campo de produção e acarretarão prejuízos.



Ainda que na maioria dos casos, sementes sejam comercializadas com tratamento químico visando fungos patogênicos, lotes devem ser guardados (amostra) para análise posterior para acionamento/medidas cabíveis relativas às empresas. A uniformidade dos lotes de mudas produzidas está diretamente relacionada à qualidade das sementes. Lotes de sementes de qualidade indesejável já demonstram problemas na fase de emergência (em casos mais graves os problemas já aparecem na germinação) e, na maioria dos casos, não há tempo hábil para corrigir as falhas com repicagens ou ressemeadura.

Os padrões de identidade e qualidade de comercialização são os estabelecidos pelo MAPA, por meio do amparo legal da Lei 10.711 (de 5 de agosto de 2003), do Decreto 5.153 (de 23 de julho de 2004) e das Instruções Normativas números 9 (de 2 de junho de 2005), 24 (de 16 de dezembro de 2005), 25 (27 de junho de 2017) e 42 (de 17 de setembro de 2019). Informações de rótulo são de fundamental importância para conhecimento das características da(s) cultivar(es) e tomadas de decisões durante seu manejo, que se inicia na sementeira.

6. Recipientes (bandejas)

O sistema de produção de mudas de tomate amplamente utilizado por parte dos viveiros especializados é o de bandejas multicelulares, pois facilitam sobremaneira a obtenção de lotes de mudas com alta qualidade. O tipo de bandeja pode variar conforme as características do produtor de mudas e do demandante (produtor) (Figura 6), com volumes de célula normalmente variando de 11 ml a 30 ml. Pode ser de plástico rígido ou flexível e células com geometria trapezoidal, cônica ou cilíndrica.



Figura 6. Pilhas de bandejas multicelulares descartáveis (A) e reutilizáveis (B) utilizadas na produção de mudas de tomate

Fotos: Marçal H. A. Jorge

Há também a produção em recipientes de maior volume, no caso dos chamados mudões. Essa diversidade de número e formatos de células reflete diretamente, tanto nas características e quantidade de outros insumos (por exemplo, o substrato. Seu rendimento (enchimento) pode chegar a uma diferença de 25%), como na quantidade de mudas produzidas no viveiro, que pode variar de 1.245 a 2.554 por m², ou seja, uma diferença de mais de 50%.

A maioria dos viveiros que reutiliza suas bandejas tem estrutura própria de limpeza e desinfecção, uma vez que a introdução de pragas e doenças, via bandejas retornadas, no viveiro, é uma preocupação constante. Por isso, muitos viveiristas optam por bandejas descartáveis justamente para eliminar este problema. Nesse caso, a estrutura de limpeza e desinfecção se torna desnecessária, com economia de mão de obra, tempo e, principalmente, água.

7. Manejo fitossanitário

Vários fitopatógenos que causam doenças ao tomateiro podem estar presentes nas sementes e, assim, serem transmitidos às mudas. Podem alcançar as mudas a partir de alguma fonte externa, como também ocorrer em relação aos insetos-pragas. Dessa forma, para garantir a qualidade sanitária das mudas, é imprescindível que haja um bom manejo de doenças e artrópodes-praga nas diferentes etapas de produção (Koch; Menten, 2016; Cardoso et al., 2016).

Uma das medidas mais eficientes de controle é evitar a entrada do inóculo inicial da doença e de insetos no viveiro. Nesse contexto, algumas medidas preventivas são práticas simples, mas efetivas num processo integrado de manejo do viveiro, como:

- a restrição da entrada e trânsito na área de produção de mudas apenas aos trabalhadores;
- instalação de antecâmara para acesso ao viveiro;
- utilização de sementes e substratos isentos de patógenos;
- desinfecção de ferramentas e bandejas (com cloro ativo e produtos à base de ácidos/peróxidos, geralmente diluídos em concentração que varia de 0,5% a 1,0%, para imersão das ferramentas e bandejas);
- utilização de água de boa qualidade (de preferência, analisada para verificar a qualidade microbiológica);
- uso de telas antiáfideos para fechamento lateral de estruturas (como referência, a malha de 0,239 mm estabelecida pela Instrução Normativa nº 6 de 2011 da Agência Goiana de Defesa Agropecuária - Agrodefesa);
- eliminação de plantas daninhas nas áreas do viveiro e externas;
- manuseio mínimo de mudas, com prévia higienização das mãos com água e sabão, seguido de álcool, além da proibição de fumar (pela transmissão do vírus do mosaico do fumo – TMV);
- descarte adequado de bandejas, mudas e materiais passíveis de contaminação (Koch; Menten, 2016; McAvoy; Ozores-Hampton, 2019).

Por terem efeito mais rápido, agrotóxicos são comumente utilizados quando uma doença ou praga já está instalada e as medidas preventivas falham ou não são suficientes. A rotação de produtos, com modos de ação e ingredientes ativos distintos, é importante para que não haja indução de resistências e perda da sua eficácia ao longo do tempo. Muitos produtores, em função dessa conjuntura, têm migrado para um uso racional combinando-os com produtos biológicos, que ganharam espaço no mercado nos últimos anos, pela possibilidade de registro para um alvo determinado, por terem rápida degradação, baixa fitotoxicidade e ação rápida (Koch; Menten, 2016).

Como exemplos de produtos com ampla adoção em viveiros, têm-se o fungo *Trichoderma* spp. para controle biológicos de patógenos associados ao tombamento de mudas (*damping-off*), como *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium* e *Sclerotinia*; a liberação de parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* e a aplicação de *Bacillus thuringiensis* para controle de lagartas; outros *Bacillus*, como o *B. subtilis*, *B. pumilus* e *B. amyloliquefaciens* para o controle de doenças; a *Beauveria bassiana*, que tem ação sobre diversos insetos, e a aplicação/inundação de ácaros predadores junto ao material de cobertura das bandejas, tais como *Stratiolaelaps scimitus* para controle de fungus gnats (*Bradysia* spp.).

Em relação aos biológicos, em geral, estão limitados ao fornecimento por poucas empresas, o que interfere em seu custo (que pode ser muito superior aos químicos em alguns casos). Além disso, nem sempre atuam na eliminação total das pragas e doenças, mantendo-os em população baixa ou em supressão (Koch; Menten, 2016).

Na produção de algumas espécies, tem-se o uso de técnicas/sistemas de amostragem e de índices populacionais para a tomada de decisão. Entretanto, mesmo com uma gama de armadilhas (luminosas, adesivas, feromônios) e sensores (molhamento foliar, variáveis ambientais, entre outros), para a produção de mudas de tomateiro ainda não há critérios definidos ou regulamentados por órgãos oficiais, apenas resultados de pesquisas pontuais. Assim, viveiros profissionais têm utilizado um conjunto de procedimentos voltados a suas necessidades/peculiaridades, elaborados com base na experiência (planilhas e instrumentos de avaliação) e em fatores como a observação do desenvolvimento das plântulas.

8. Processo de formação de mudas

A qualidade das mudas é definida por um conjunto de fatores, os quais são interdependentes. O grau de adoção tecnológica de equipamentos de semeadura automatizados e a identificação eletrônica de lotes por código de barras, por exemplo, vão depender do nível de investimento do viveirista.



O tempo requerido para formação de mudas de tomateiro varia de 3 a 6 semanas (ciclos mais longos são esperados para plantas enxertadas pela necessidade de semeadura prévia da cultivar porta-enxerto, ou para formação de mudas em contêntores de maior volume, quando se almeja que apresentem o primeiro cacho já em formação), dependendo das condições de temperatura e luz (Kubota et al., 2018).

Entre os fatores que afetam os processos fisiológicos das plantas e a ambiência de estruturas, como as estufas onde são produzidas mudas, a luz solar (radiação) é um dos principais, embora muitas vezes seja desdenhado e/ou manejado de forma incorreta (Lopez et al., 2017). No Brasil, a radiação solar incidente em determinados períodos do ano pode ser considerada excessiva para o cultivo de tomate em algumas localidades, por exemplo, na região Nordeste (Rocha, 2007), e insuficiente para locais na região Sul (Buriol et al., 2000; Beckmann et al., 2006).

Por serem condições climáticas contrastantes, pelas dimensões continentais do país, esses cultivos careceriam de intervenções de manejo ou de mudanças estruturais, por meio da utilização de filmes plásticos com diferentes materiais e espessuras, telas (de sombreamento ou fotosselativas), painéis evaporativos (*pad e fan*), ventiladores, aberturas zenitais (janelas e vãos entre arcos), diferentes alturas do pé direito, entre outras (Figura 7).



Figura 7. Detalhe de plástico azul e tela lateral fotosseletiva (A) e da altura do pé direito em dois tipos de estufa de teto em arco (B)

Fotos: Marçal H. A. Jorge

A tomada de decisão referente ao manejo, na maioria das situações, é feita com base em procedimentos empíricos (ex.: sensação térmica dentro da estufa) ou com instrumentos de baixa precisão ou inadequados (luxímetros ou sensores de temperatura simples, que determinarão a abertura ou fechamento de telas). É importante que produtores e técnicos entendam as limitações dessas unidades. As unidades (lux ou candela) desses instrumentos fornecem a intensidade de luz instantânea (no momento em que está sendo realizada a medição). Portanto, essa única medição não representa, com precisão, a quantidade de luz que as plantas recebem durante o dia, pois os níveis de luz natural mudam continuamente (Torres; Lopez, 2016).

As unidades fotométricas são baseadas na quantidade de luz visível, que é detectada pelo olho humano (principalmente luz verde), não sendo adequadas para indicar o nível de luz disponível para fotossíntese em plantas (Torres; Lopez, 2016). Ainda que existam fatores de conversão entre medidas, eles não são adequados, e mudam conforme o instrumento (marca/modelo), bem como o ambiente. Portanto, não podem ser extrapolados, carecendo de uma calibração local com instrumento (sensor) correto.

A radiação fotossinteticamente ativa (PAR em inglês ou RFA em português) é a luz com comprimento de onda entre 400 nm a 700 nm (nanômetros), medida com instrumentos específicos (sensores de RFA ou sensores quânticos), que têm alto grau de precisão, porém custam muito acima do valor de luxímetros. Para mudas de tomateiro, após medição com sensor PAR, sugere-se a conversão em integral de luz diária (ILD ou DLI em inglês) e seu manejo, para que possam prover um mínimo de $6 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ e máximo de $12 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ de luz durante sua formação. Procedimentos para a medição, conversões e valores referentes à ILD são encontrados em Torres & Lopez (2016).

O aumento da temperatura no ambiente de produção, advindo das inadequações de manejo da luz/ambiente, também é fator relevante. Ele interfere tanto na velocidade de germinação das sementes, como no crescimento e desenvolvimento das mudas. Temperaturas altas irão acelerar o processo germinativo, e em baixas, o inverso pode acontecer. Em ambos os casos, extremos de tem-

peratura podem tanto induzir uma dormência secundária como inibir totalmente a germinação. Por isso, a estrutura de produção deve ser eficiente em manter a temperatura dentro de uma faixa ideal, que ficaria entre 20°C e 25°C, com extremos que não ultrapassassem os 13°C de mínima, pois abaixo desse valor não há germinação (Heuvelink; Okello, 2018), nem os 35°C de máxima, respectivamente.



A profundidade de semeadura e a umidade do substrato também são fatores que podem comprometer a uniformidade da produção. Sementes de tomate geralmente são semeadas a uma profundidade de 6 mm a 12 mm (Santos; Salamé-Donoso, 2018) e germinam entre 2 e 5 dias após semeadura. O processo pode ser tanto manual como mecânico (misturador mecânico com descarregador na máquina de semeadura).

Como nos estádios iniciais a umidade tem papel fundamental, os viveiristas têm administrado esse fator de acordo com as condições do ambiente de produção. Devem-se cobrir as sementes com o próprio substrato, com uma camada fina de vermiculita média ou com malhas/mantas, cuidando para que não se tornem obstáculo para o desenvolvimento normal da parte aérea. Produtores também optam por câmaras de germinação, por alguns dias, antes do início da emergência, onde se controla a temperatura e a umidade do substrato (Figura 8)



Figura 8. Pilhas de bandejas multicelulares semeadas (A) prontas para serem levadas para a câmara de germinação (B) e subsequente transporte para o viveiro e distribuição nas bancadas (C)

Fotos: Marçal H. A. Jorge

A partir do momento em que as bandejas são levadas para o viveiro, considera-se que o processo germinativo das sementes já foi finalizado. Todo processo de produção de mudas é tecnicamente dividido em quatro estádios (Figura 9), que sofrem diferenciações, sendo necessário atender as exigências das suas plântulas. Os detalhes são apresentados, de forma resumida, com adaptação das recomendações de Lima et al (2016):

- **Estádio I: Semeadura até a emissão da radícula:** cuidados na irrigação, mantendo-se a umidade do substrato próxima a CRA e condições ambientais controladas (umidade acima de 80% e temperatura de $\approx 28^{\circ}\text{C}$);
- **Estádio II: Emissão da radícula até a expansão do cotilédone:** utilização de telas de sombreamento ou fotosseletivas para melhoria da ambiência após as bandejas serem levadas

para o viveiro, evitando radiação solar excessiva. Valores de ILD de $6 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ a $8 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ podem ser utilizados, havendo retirada das telas quando 30% das plântulas emergirem. Realizar irrigações diárias, de baixa intensidade e, quando necessários, tratamentos preventivos com agrotóxicos para doenças fúngicas;

- **Estádio III: Expansão do cotilédone até o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras:** aplicação de regulador de crescimento (80% das plântulas com primeiro par de folhas e comprimento de 2 mm a 5 mm. Realizar a primeira fertirrigação com CE, variando de $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ a $1,2 \text{ mS cm}^{-1}$, e aplicação de agrotóxicos para manejo de insetos sugadores e patógenos associados a tombamento (*damping off*). Ao final dessa fase, as irrigações podem se tornar mais frequentes e de maior intensidade, de acordo com as condições climáticas;
- **Estádio IV: Primeiro par de folhas até o pleno desenvolvimento vegetativo (muda pronta para o transplântio):** as irrigações devem ser frequentes e regulares entre os lotes para garantir uniformidade das mudas, seu enrijecimento e enraizamento. Ao final dessa fase, de 2 a 3 fertirrigações semanais (CE variando de $2,0 \text{ mS cm}^{-1}$ a $2,5 \text{ mS cm}^{-1}$) são necessárias para nutrição adequada e equilíbrio de seu crescimento vegetativo, satisfatório para as condições de transplântio. As relações de macronutrientes utilizados devem estar próximas a 1N:1/5P:1K:1Ca:1/Mg, podendo-se utilizar 250 mg L^{-1} de S sem problemas e manter a proporção de N amoniacal e N nítrico de 25% e 75%, respectivamente.

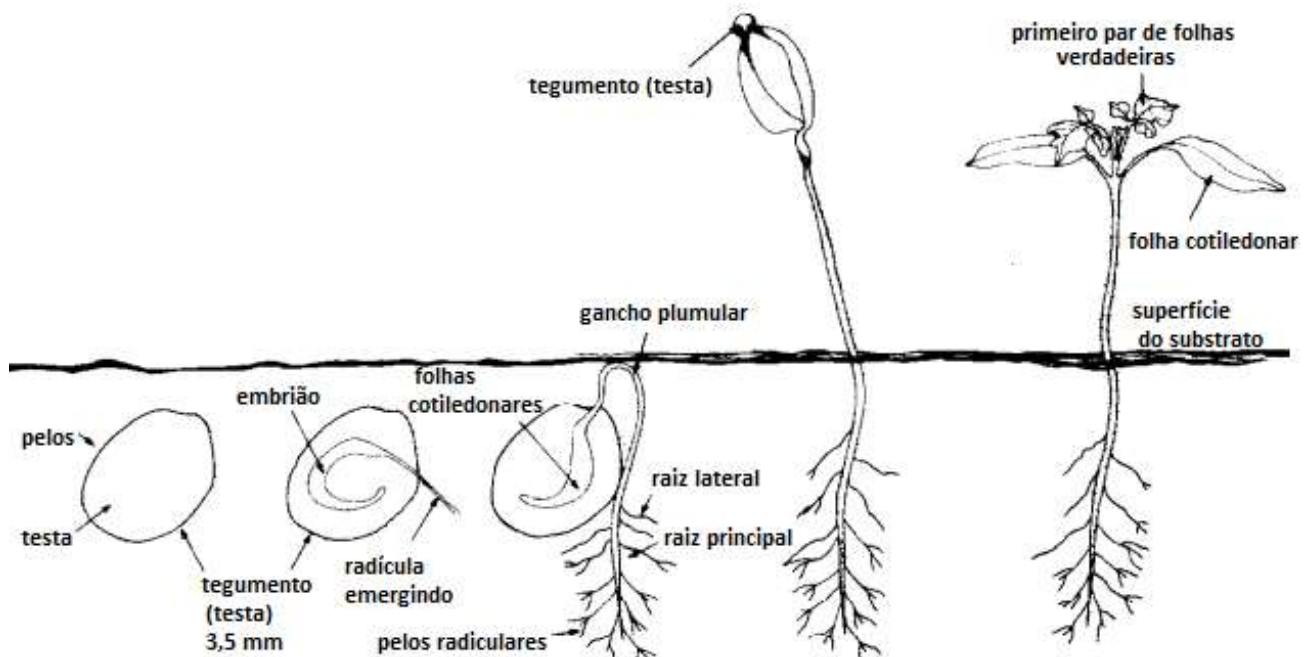


Figura 9. Estágios de uma plântula de tomate (de I a III)
Fonte: adaptado de Papadopoulos (1991)

Como parâmetro para programas de nutrição de plântulas no viveiro, valores de faixas de suficiência para análise foliar de mudas de tomateiro podem ser utilizados conforme a Tabela 2 (Whipker et al., 2018).

TABELA 2. Faixa recomendada para interpretação de análise de folhas de mudas de tomateiro

ELEMENTO	FAIXA DE SUFICIÊNCIA ¹
Nitrogênio (%)	3,0 – 5,0
Fósforo (%)	0,3 – 0,6
Potássio (%)	3,0 – 5,0
Cálcio (%)	1,0 – 2,0
Magnésio (%)	0,3 – 0,5
Enxofre (%)	0,3 – 0,8
Ferro (ppm ou mg kg ⁻¹)	40 – 100
Manganês (ppm ou mg kg ⁻¹)	40 – 100
Zinco (ppm ou mg kg ⁻¹)	25 – 40
Cobre (ppm ou mg kg ⁻¹)	5 – 15
Boro (ppm ou mg kg ⁻¹)	25 – 40
Molibdênio (ppm ou mg kg ⁻¹)	0,2 – 0,6

¹Para tomateiros de crescimento indeterminado com 5 folhas verdadeiras. Os valores representam folhas recém-maduras com pecíolo.

Exemplos de soluções nutritivas utilizadas para fertirrigação de mudas de tomateiro podem ser encontrados em Araújo (2006), Trani & Carrijo (2011), Lima et al. (2016) e Santos et al. (2017). Os ajustes de concentração, fertilizantes a serem utilizados em sua formulação e estádios de aplicação dependerão de uma série de variáveis, como: substrato (ex.: inerte), cultivar (ex.: precoce e indeterminada), fatores ambientais (ex.: temperatura), qualidade da água (ex.: pH = 5,5), tipo de irrigação (ex.: barra suspensa), entre outros. Portanto, devem ser ajustados de acordo com as necessidades do viveirista e ao longo do tempo, com o auxílio de análises de folha/substrato e de profissionais especialistas.

8.1. Mudas com maior volume de substrato (mudão) e enxertia

Mudas produzidas em bandejas com maior volume por célula, tubetes ou vasos pequenos (Figura 10) têm sido uma estratégia para evitar perdas de plântulas, seja por patógenos (majoritariamente viroses), seja por estresses diversos, atribuídas ao maior tempo no viveiro em condições protegidas e pelo sistema radicular vigoroso (Cardoso et al., 2016). Tais mudas permanecem, pelo menos, por 20 dias a mais na estrutura do viveiro, porém atribui-se uma redução do início do ciclo de colheita em até 30 dias. A decisão por utilizar essas mudas deve levar em conta o histórico de ocorrência de problemas fitossanitários, o escalonamento de áreas para produção considerando seu maior ciclo, o custo individual e a disponibilidade delas nas diferentes regiões (atrelado a despesas como frete, entre outras).

Para a enxertia de tomateiro visando ao manejo de doenças do solo, há uma série de híbridos do tipo porta-enxerto com diferentes resistências e/ou imunidade disponíveis no mercado. Além de levar em conta o(s) patógeno(s) presente(s) na área e sua compatibilidade com a cultivar (Figura 10), outras características devem ser consideradas pelo viveirista, tais como: vigor e rusticidade; condições morfológicas ótimas para a realização da enxertia (tamanho do hipocótilo, consistência, entre outras) e não afetar desfavoravelmente a qualidade dos frutos (Peil, 2003). Não havendo a presença de patógenos de solo, a viabilidade econômica e o desempenho agrônômico de mudas enxertadas necessitam ser avaliados localmente. Avaliando cinco porta-enxertos em sistema de cultivo orgâ-

nico e convencional de tomate sob condições protegidas no DF, Batistella (2017) não observou aumento da produção e melhor resultado econômico em comparação a mudas pé-franco.



Figura 10. Tipos de mudão de tomate – sem (A) e com enxertia (B)

Fotos: GardnersWorld e Alexandra Tursi – UVM Food Feed (Imagens retiradas de: <https://learn.uvm.edu/foodsystemsblog/2012/05/01/tomatoes-are-growing-in-vermont-greenhouses/grafted-tomato-seedlings-1/> e <https://www.gardenersworld.com/how-to/grow-plants/how-to-pot-on-tomato-seedlings/>)

8.2. Cuidados no plantio das mudas

De acordo com Lima et al (2016), devem ser observados alguns pontos importantes para o melhor aproveitamento das mudas na formação e condução de campos de produção de elevado padrão:

- gerenciar a descarga das mudas em lugar adequado e evitar colocá-las direto no chão (solo);
- realizar a avaliação da sanidade e da qualidade das mudas recebidas;
- proceder uma contagem de falhas e bandejas com desuniformidade para posterior confronto com as informações de qualidade do viveiro;
- realizar a irrigação das mudas, caso não sejam transplantadas no mesmo dia (necessidade de estocagem);
- realizar com o máximo de cuidado o transporte/deslocamento das mudas entre o lugar de descarga e o local de transplante propriamente dito;
- checar a umidade do solo antes das mudas serem transplantadas e a adubação de plantio, com relação a profundidade e distribuição.

9. Referências

- AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Instrução normativa nº 06 de 2011**. Disponível em: < <http://www.agrodefesa.go.gov.br/publicacoes/sanidade-vegetal/programas-1/488-in-06-11/file>>. Acesso em: 22 jan. 2016.
- ARAÚJO, W.P. **Fertirrigação em viveiros de mudas de hortaliças**. In: Fertirrigação: teoria e prática. BOARETTO, A.E.; VILLAS BOAS, R.L.; SOUZA, W.F. PARRA, L.R.V. (Eds.) 1ª ed. Piracicaba, v. 1, p. 774-795, 2006. (CD-Rom)
- BATISTELLA, G. **Desempenho agrônomo e análise econômica do tomateiro sobre porta-enxertos em dois sistemas de produção sob cultivo protegido**. Brasília: Universidade de Brasília-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária: 2017, 146p. (Dissertação de Mestrado)
- BECKMANN, M.Z.; DUARTE, G.R.B.; PAULA, V.A.; MENDEZ, M.E.G.; PEIL, R.M.N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.86-92, jan-fev, 2006.
- BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L.; MATZENAUER, R.; TAZZO, I.V. Disponibilidade de radiação solar para o cultivo do tomateiro durante o inverno no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, n.1, p.113-120, 2000.
- CARDOSO, A.I. I.; DORIZZOTTO, C.D.A.; BUENO, R.C.O.F. **Manejo de pragas**. In: NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R.B. (Eds). Produção de mudas de hortaliças. 1ª ed. Brasília: Embrapa, p.152-175, 2016.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. **Mapeamento e quantificação da cadeia produtiva das hortaliças do Brasil**. 2017, 79p. Disponível em <http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/mapeamento_e_quantificacao_da_cadeia_de_hortalicas.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2018.
- FURLANI, P.R. **Como obter mudas de alta qualidade através da nutrição?** In: I Encontro de Viveiristas do Estado de Santa Catarina, Florianópolis: ABCSEM, 2015, 77p. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/PRFURLANI_ENCONTRODEVIVEIRISTASSC.pdf>. Acesso em: 1 set. 2020. (Apresentação em powerpoint)
- HEUVELINK, E.P.; OKELLO, R.C.O. **Developmental process**. In: HEUVELINK, E. P. (Ed.) Tomatoes, 2nd Edition (Crop Production Science in Horticulture, 27), Wallingford: CABI, 2018, p.59-88.
- HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A.; NETO, M.F.; HOLANDA, A.C.; SÁ, F.C. **Qualidade da água para irrigação**. In: GHEYI, H.R.; SILVA DIAS, N.; LACERDA, C.F.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudo **básico e aplicados**, 2ª ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. 504p.
- IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e/>>. Acesso em: 1 set. 2020.
- INGRAM, D.L. 2014a. **Understanding soilless media test results and their implications on nursery and greenhouse crop management**. Disponível em: < https://uknowledge.uky.edu/anr_reports/161/>. Acesso em: 1 set. 2020.
- INGRAM, D.L. 2014b. **Understanding irrigation water test results and their implications on nursery and greenhouse crop management**. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/anr_reports/160/>. Acesso em: 1 set. 2020.

- JORGE, M.H.A.; ANDRADE, R.J.A.; COSTA, E. **O mercado de mudas de hortaliças.** In: NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.B (Eds). Produção de mudas de hortaliças. **1ª ed. Brasília: Embrapa**, p. 57-86, 2016.
- KOCH, E.F.A.; MENTEN, J.O. **Manejo de doenças.** In: NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.B. (Eds). Produção de mudas de hortaliças. 1ª ed. Brasília: Embrapa, p. 127-151, 2016.
- KUBOTA, C.; GELDER, A.; PEET, M.M. **Greenhouse tomato production.** In: HEUVELINK, E. P. (Ed.). Tomatoes, 2nd Edition (Crop Production Science in Horticulture, 27), Wallingford: CABI, p. 276-313, 2018.
- LIMA, G.G. da S.; NASCIMENTO, A. dos R.; AZARA, N.A. de. **Produção de mudas.** In: CLEMENTE, F.M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Ed.). Produção de tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa, p.79-101, 2012.
- LOPEZ, R.; CURREY, C.; RUNKLE, E. **Light and young plants,** In: LOPEZ, R.; RUNKLE, E. (Eds.). Light management in controlled environments. Meister Media Worldwide, Willoughby, OH, p.109-118, 2017.
- MACVOY, G.; OZORES-HAMPTON, M. **Commercial Transplant Production in Florida.** Gainesville: University of Florida-Institute of Food and Agricultural Sciences, 2019, 12p. Disponível em: <<https://edis.ifas.ufl.edu/cv104>>. Acesso em: 1 set. 2020.
- MAHER, M.; PRASAD, M.; RAVIV, M. **Organic soilless media components.** In: RAVIV, M.; LIETH, J. H (Eds). Soilless Culture: Theory and Practice. London: Elsevier, p.459-504, 2008.
- MARQUELLI, W. A.; MALDONADE, I. R.; BRAGA, M. B.; SILVA, H. R. da. **Qualidade e segurança sanitária da água para fins de irrigação.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014 (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 134).
- PAPADOPOULOS, A.P. **Growing greenhouse in soil and in soilless media.** Ottawa: Agriculture Canada, 1991. 79p. (Agriculture Canada Publication 1865/E).
- PEIL, R.M.A. Enxertia na produção de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, nov-dez, 2003.
- ROCHA, R.C. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu. 2007. 90p.
- SANTOS, B. M.; SALAMÉ-DONOSO, T. P. **Production in open field.** In: HEUVELINK, E. P. (Ed.) Tomatoes, 2nd Edition (Crop Production Science in Horticulture, 27). Wallingford: CABI, 2018, p. 258- 275.
- SANTOS, S.T.; OLIVEIR, F.A.; COSTA, J.P.B.M.; SOUZA NETA, M.L.; ALVES, R.C.; COSTA, L.P. Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 326-333, 2016.
- SANTOS, P.L.F.; SANTOS, O.N.M.; PAIXÃO, A.P.; CASTILHO, R.M.M. Germinação e desenvolvimento de mudas de tomate cereja em diferentes substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 11, n. 5, p. 41-45, 2017.
- TESTEZLAF, R. **Qualidade e tratamento da água para irrigação.** Disponível em: <https://www.feagri.unicamp.br/irrigacao/index.php?option=com_attachments&task=download&id=1>. Acesso em: 8 mar. 2018.

- TORRES, A.P.; LOPEZ, R.G. 2016. **Medición de Luz Diaria Integrada en Invernaderos**. Disponível em: <https://www.canr.msu.edu/resources/medicion_de_luz_diaria_integrada_en_invernaderos>. Acesso em: 8 mar. 2018.
- TRANI, P.E.; CARRIJO, O.A. **Fertirrigação em hortaliças**. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 2011. 58 p. (2ª Edição - Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 196).
- WHIPKER, B.; COCKSON, P.; HENRY, J.; OWEN, G.W. **Tomato Transplants**. In: OWEN, G.W. (Ed.). Fert, Dirt, & Squirt: nutritional monitoring of greenhouse crops, p. 85-89, 2018. Disponível em: <<https://www.scribd.com/document/428911519/2018-Nutritional-Monitoring-Book>>. Acesso em: 1 set. 2020.

4. Instalação da lavoura

**Janice Valmorbida, Anderson Fernando Wamser,
Fernando Pereira Monteiro.**

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa e Extensão Rural de Santa Catarina-Estação Experimental de Caçador
janicevalmorbida@epagri.sc.gov.br; afwamser@epagri.sc.gov.br;
fernandomonteiro@epagri.sc.gov.br

1. Escolha da área

A escolha da área é um aspecto importante da gestão da propriedade agrícola. As normas técnicas específicas para a Produção Integrada de tomate tutorado recomendam ter croqui, planta baixa ou foto aérea da propriedade e tornam obrigatório apresentar as coordenadas geográficas e identificação do uso da terra (BRASIL, 2016).



A área deve ser ondulada suave, com declividades inferiores a 12%, evitando-se, assim, problemas de pressão no sistema de irrigação e/ou fertirrigação por gotejamento. O local deve ter disponibilidade de água adequada e o acesso à lavoura deve ser fácil e em qualquer condição climática. A exposição do terreno deve ser preferencialmente de face norte, permitindo a livre circulação do ar e máxima insolação. Se possível, estar protegido por quebra-ventos, pelo menos, do lado dos ventos dominantes. Deve-se evitar as áreas frias, sombreadas e úmidas para não favorecer as doenças.

É condição obrigatória respeitar a legislação vigente do meio ambiente em relação às Áreas de Preservação Permanentes (APP) e Áreas de Reserva Legais (ARL). Além desse aspecto, deve-se identificar os talhões para registro de informações da Produção Integrada, cada um com a mesma variedade, idade e tratos culturais, conforme estabelecido na Portaria nº 443 do Inmetro (INMETRO, 2012).

O tomate prefere solos profundos, friáveis, bem drenados e com altos teores de matéria orgânica. Evitar solos compactados ou sujeitos a encharcamentos periódicos, o que favorece intensamente as doenças fúngicas e bacterianas do solo, áreas que tenham sido cultivadas com solanáceas (tomate, tabaco, batata, pimentão, berinjela, etc.) nos últimos três anos ou terreno com alta infestação de plantas espontâneas da família das solanáceas ou outras que sirvam de sobrevivência para patógenos causadores de doenças do tomate.

Para uma eficiente absorção de água e nutrientes pelas plantas, é necessário um sistema radicular bem desenvolvido, para o qual devem existir boas características químicas, físicas e biológicas no solo. Sob o ponto de vista físico do solo, as características podem ser melhoradas pela subsolagem e aração profunda ou pelo emprego do plantio direto na palha já consolidado.

Já sob o ponto de vista químico do solo, este pode ser melhorado pela calagem e adubação. Essas ações, juntamente com outras medidas de manejo, favorecem o aumento da população microbiológica benéfica do solo.

2. Preparo do solo

O preparo do solo tem por objetivo melhorar as condições físicas e químicas do solo, bem como facilitar o plantio. Isso significa realizar a incorporação dos corretivos da acidez em quantidades e na profundidade adequadas e melhorar as condições físicas do solo. Este preparo do solo deve ser feito, no mínimo, com 90 dias de antecedência ao plantio.

É muito importante observar a qualidade e a profundidade do solo. Afinal, o êxito da lavoura estará condicionado às condições adequadas do solo, como ausência de compactação e áreas de boa drenagem.

As etapas no preparo do solo, para uma boa lavoura de tomate, em geral, compreendem:

- a aplicação da metade da dose total de calcário;
- subsolagem do terreno até a profundidade de 40 cm;
- limpeza do terreno, retirando raízes, tocos e pedras;
- primeira aração na profundidade de correção pretendida de 20 cm, seguida de gradagem;
- aplicação do restante do calcário;
- segunda aração e gradagem;
- semeadura do adubo verde (aveia preta, branca ou outra cobertura verde);
- e, por fim, uma gradagem leve para incorporação das sementes de cobertura.

Alternativamente, a semeadura poderá ser feita com semeadeiras de grãos miúdos, principalmente em sistemas já consolidados de plantio direto do tomate.

3. Marcação para o plantio

O sistema de cultivo de tomate precisa garantir a preservação ambiental e utilizar um conjunto de práticas preconizadas no Sistema de Produção Integrada do Tomate Tutorado de Mesa (Sispit), com o mínimo de revolvimento do solo. Este conjunto inclui o preparo do solo de cultivo sobre a cobertura verde ou cobertura morta, irrigação por gotejamento e a adubação de cobertura por fertirrigação.

O cultivo sobre cobertura verde (palhada) é uma técnica que propicia o maior controle de erosão e diminuição de respingo do solo, reduzindo a propagação de doenças, além das melhorias na condição de umidade e de população microbiana benéfica no solo. Quando o plantio é feito sobre cobertura vegetal, os sulcos para a adubação e o plantio devem ser preparados cerca de duas ou três semanas antes do plantio, para melhor incorporação e mistura dos adubos químicos ou orgânicos, que ficarão concentrados nos sulcos.

Ressalta-se que a semeadura da planta de cobertura deve ser planejada para que o plantio do tomate ocorra quando ela se encontrar em estágio de acamamento. As coberturas devem ter alta relação C:N para permitir que a palhada se mantenha até o final da safra do tomate.

No sul do Brasil, onde o tomate é cultivado no verão, a principal planta de cobertura utilizada é a aveia preta, com o acamamento na fase de grão leitoso (aproximadamente 120 dias após a semeadura). Não é necessária sua dessecação, pois é tombada pelo movimento das máquinas e trabalhadores. Em locais com cultivo no inverno, as plantas de cobertura podem ser dessecadas, trituradas ou acamadas. Como exemplo, cita-se a crotalária, o milho e o milheto.

A abertura dos sulcos é realizada por implemento próprio ou adaptado. Ajusta-se uma lâmina que corta a palhada e rasga o solo, tornando-o apto a receber a muda de tomate.

É importante destacar que o sistema de plantio sobre cobertura vegetal para a cultura do tomate é uma técnica de grande utilidade para a preservação do solo. Isso porque está associada ao uso racional e eficiente da irrigação por gotejamento e fertirrigação, à utilização de tratos culturais baseados em critérios técnicos definidos e ao adequado manejo pela mínima mobilização mecânica da superfície do solo, procurando mantê-lo coberto por cultivos sucessivos durante todo o ano, por meio de uma rotação de cultura racional.

4. Referências

- BRANCO, R. B. F.; BOLONHEZI, D.; SALLES, F. A.; BALIEIRO, G.; SUGUINO, E.; MINAMI, W. S.; NAHAS, E. Soil properties and tomato agronomic attributes in no-tillage in rotation with cover crops. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, n.2, p.184-190, 2013. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/AJAR>>. Acesso em: 20 jun. 2020. DOI: 10.5897/AJAR12.1256.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Instrução Normativa no. 42 de 9 de novembro de 2016. **Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Tomate Tutorado**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 14 nov. 2016, ed. 218, seção 1.
- HAHN, L.; SUZUKI, A. Manejo de solo, adubação e nutrição de plantas. In: BECKER, W.F. (Coord.); WAMSER, A.F.; FELTRIM, A.L.; SUZUKI, A.; ASNTOS, J.P.; VALMORBIDA, J. HAHN, L.; MARCUZZO, L.; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, p.41-56, 2016.
- INMETRO. Portaria nº 443, de 23 de novembro de 2011. **Requisitos de avaliação da conformidade para produção integrada agropecuária – PI Brasil**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 dez. 2012.
- MUELLER, S.; WAMSER, A.F.; BECKER, W.F. et al. **Indicações técnicas para o tomateiro tutorado na Região do Alto Vale do Rio do Peixe**. Florianópolis: Epagri, 2008, 78p. (Epagri. Sistemas de Produção, 45).
- VALMORBIDA, J.; WAMSER, A. F.; SANTIN, B. L.; ENDER, M. Métodos de manejo e plantas de cobertura do solo para o cultivo do tomateiro tutorado. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 2, p.76-81, 2020.

5. Manejo de plantas

Anderson Fernando Wamser¹, Janice Valmorbida¹, Fernando Pereira Monteiro¹

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

- Estação Experimental de Caçador (Epagri)

afwamser@epagri.sc.gov.br,

janicevalmorbida@epagri.sc.gov.br,

fernandomonteiro@epagri.sc.gov.br.

1. Introdução

O manejo da planta no sistema de produção integrada de tomate consiste em práticas que modifiquem o seu crescimento normal, com o objetivo de controlar o crescimento vegetativo, melhorar a distribuição da radiação solar e a ventilação no dossel, as condições fitossanitárias e a produtividade e qualidade de frutos. Assim, o sucesso das outras práticas culturais, como o manejo fitossanitário e a nutrição de plantas, depende da forma como é efetuado o manejo das plantas ao longo do ciclo.

2. Mudas

Segundo as Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Tomate Tutorado (Brasil, 2016), para sementes e mudas, é obrigatório utilizar mudas próprias ou adquiridas com registro de procedência e com certificado fitossanitário, conforme legislação vigente. É recomendado utilizar mudas de propagação vegetativa (mudas de brotos) apenas se forem oriundas de viveiros próprios, protegidos e com certificação sanitária. Aliado a isso, é proibido transitar com material propagativo sem autorização e utilizar mudas provenientes de propagação vegetativa de áreas de produção comercial.



A produção de mudas se constitui numa das etapas mais importantes do sistema produtivo de tomate. As mudas de tomateiro devem ser adquiridas de produtores especializados e idôneos, com certificado fitossanitário, a fim de assegurar a alta qualidade em termos fisiológicos e fitossanitários. Elas devem ser produzidas preferencialmente em bandejas de poliestireno expandido (isopor) ou de plástico. Bandejas desse material têm se mostrado eficientes nas etapas de semeadura, manuseio, produção, controle fitossanitário e nutricional e no transplante das mudas de tomate. As bandejas são leves, de fácil manuseio, comportam um grande número de unidades, ocupam pouco espaço para a sua produção e proporcionam mudas com torrão. Além disso, destacam-se pela economia de substrato e melhor utilização da área de viveiro.

Há vários modelos de bandejas de poliestireno expandido e de plástico com diversos números de células (72, 128, 200 e 288), todas padronizadas no tamanho de 68 x 34cm, com as profundidades e os volumes das células inversamente proporcionais, ao número das células por bandeja; ou seja, quanto maior o número de células por bandeja, menor é sua profundidade, por conseguinte menor o volume de substrato por célula. Para a produção de mudas de tomateiro, as bandejas de 200 e de 288 células são as mais indicadas.

Na produção de mudas em bandejas, o tamanho da célula e o tipo de substrato são fatores que influenciam no desenvolvimento, na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das mudas - o maior volume de substrato por célula é mais favorável às mudas. Mudanças muito pequenas, com apenas duas folhas e pouco volume radicular, acarretam atraso do início da colheita, devido ao lento crescimento inicial, gerando prejuízo na produção final.

O substrato deve apresentar ótimas propriedades físicas e teores adequados de nutrientes, além de facilitar a retirada das mudas das células, em ponto de transplante, com torrão. Segundo as Normas Técnicas (Brasil, 2016), é obrigatório utilizar substrato isento de insetos-praga, patógenos e plantas daninhas.

3. Plantio

As Normas Técnicas (Brasil, 2016) especificam que é obrigatório identificar os talhões para registro de informações da Produção Integrada, cada um com a mesma variedade, idade e tratamentos culturais, utilizando-se espaçamentos, conforme recomendação técnica de cultivares para cada região.

As mudas podem ser plantadas no local definitivo aproximadamente 30 dias após a semeadura, quando tiverem duas a três folhas definitivas e altura de 8 a 12cm. Devem ser eliminadas aquelas que não apresentem bom aspecto ou estejam malformadas e/ou doentes.

O plantio das mudas deve ser realizado, preferencialmente, em dias nublados e à tarde, quando o período de luz direta é mais curto. Assim, durante a noite, devido ao sereno e à temperatura mais baixa, as mudas se recuperam, favorecendo o enraizamento. Salienta-se que a irrigação dos sulcos de plantio antes e logo depois do transplante é uma operação imprescindível para o sucesso no enraizamento das mudas. Por isso, é importante que o sistema de irrigação esteja implantado antes do plantio das mudas.

A colocação das plantas nos sulcos de plantio deverá ser na mesma profundidade em que se encontram nas células das bandejas, evitando o contato com adubos químicos e ferimentos nas raízes das mudas (Figura 1A). O plantio das mudas pode ser realizado manualmente ou utilizando plantadeiras manuais (Figura 1B). Em ambos os casos, deve-se tomar o cuidado de garantir o completo contato do torrão das mudas com o solo. O replantio, quando necessário, deve ser realizado até, no máximo, oito dias após o primeiro plantio, substituindo as plantas mortas ou que apresentem desenvolvimento anormal. Salienta-se que, ao produzir ou adquirir as mudas, o produtor deve prever, ao menos, 10% de replantio.

4. Espaçamento e densidade de plantas

Entende-se por espaçamento de plantas o intervalo entre fileiras; já densidade de plantas é o espaço deixado entre as plantas dentro das fileiras de uma lavoura. O espaçamento e a densidade são aspectos tecnológicos que definem a população na área e o arranjo de plantas nas fileiras. Podem interferir no controle fitossanitário, nas operações técnicas a serem realizadas na lavoura e, conseqüentemente, na rentabilidade.

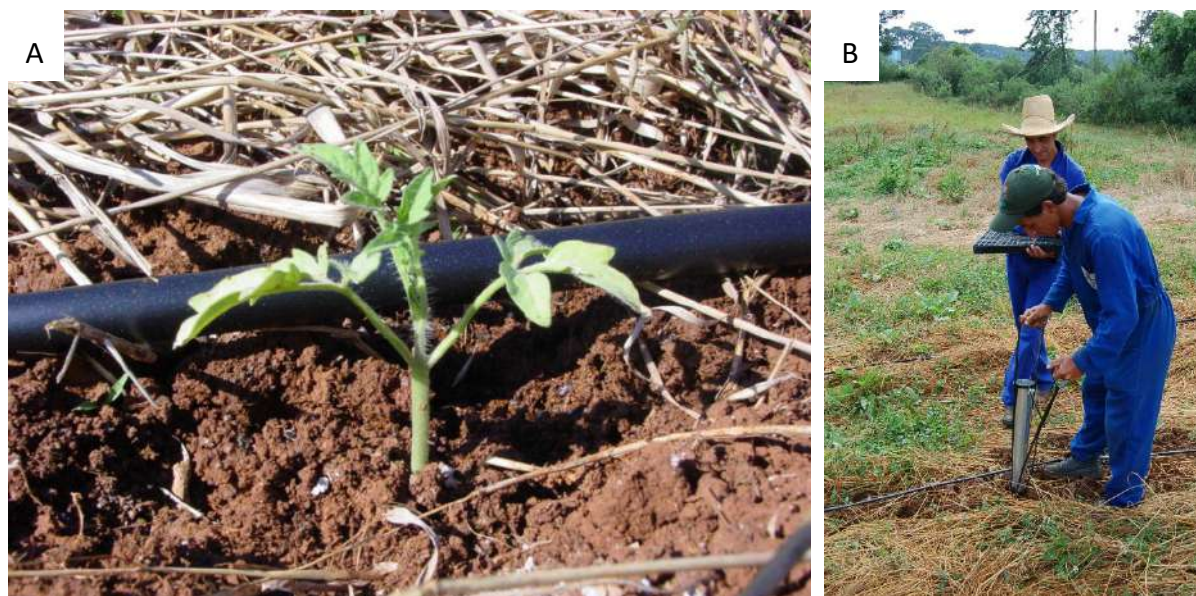


Figura 1. Altura correta da muda após ser plantada no sulco ou cova de plantio (A) e utilização de plantadeira manual no plantio das mudas de tomate (B)

Fotos: Acervo Epagri

Na Produção Integrada do tomate, no qual o tomateiro é conduzido na vertical, os espaçamentos entre sulcos (fileiras) de plantio podem variar de 0,8 a 2,4m e os espaçamentos entre as plantas na fileira de 0,4 a 0,7m. O espaçamento entre fileiras depende, principalmente, do sistema de pulverização que se queira adotar. Caso se use pulverizador, barra vertical ou turbinado, acoplado ao trator, são recomendadas fileiras duplas espaçadas internamente de 0,8 a 1,0m e de 2,2 a 2,4m entre cada conjunto de fileiras duplas (Figuras 2A e 2B). Deve-se lembrar de que é entre cada conjunto de fileiras que passará o trator com o pulverizador para aplicar as caldas com fungicidas e inseticidas. Quando a aplicação dos agrotóxicos é feita com canetas de pulverização acopladas à motobomba acoplada ao trator, as fileiras podem ficar expostas em fileiras individuais espaçadas entre elas de 1,25 a 1,50m (Figuras 2C e 2D). Salientando-se que a condução das plantas sempre deve ser na vertical.



O espaçamento entre as plantas na fileira vai depender, basicamente, da cultivar, do número de hastes por planta e da preferência do tomaticultor. No geral, o espaçamento entre plantas deve ser ajustado para que se obtenha de 11 a 13 mil plantas por hectare, conduzidas com duas hastes por planta.

Os espaçamentos entre plantas conduzidas com duas hastes podem variar de acordo com o enfolhamento da cultivar utilizada. Para a condução de uma haste por planta, os espaçamentos entre plantas podem ser reduzidos pela metade.



Figura 2. Arranjo de plantas em fileiras duplas de plantas tutoradas verticalmente para a pulverização tratorizada (A e B) e arranjo de plantas em fileiras simples de plantas tutoradas verticalmente para a pulverização manual com “canetas” (C e D)

Fotos: Acervo Epagri

5. Tutoramento

O tutoramento do tomateiro consiste em fornecer suporte às plantas durante o seu crescimento, evitando o contato delas com o solo, aumentando a ventilação e a iluminação ao longo do dossel, facilitando os tratos culturais e diminuindo as curvas em “S” nos caules

próximo do solo. Assim, a planta se desenvolve em melhores condições fitossanitárias, colaborando para o prolongamento do período de produção, aumentando a quantidade e a qualidade dos frutos.

5.1. Tutoramento vertical

No tutoramento vertical, preconizado no Sistema de Produção Integrada de Tomate, as plantas são conduzidas perpendicularmente ao solo em tutores de essências florestais, usualmente em estacas de bambu ou em fitilhos plásticos. Os principais métodos de tutoramento vertical são:

- o vertical com bambu ou outras essências florestais (Figura 3A);
- o vertical com fitilho (Figura 3B), e
- o método denominado “mexicano” (Figura 3C).



Figura 3. Métodos de tutoramento de plantas vertical com bambu (A), vertical com fitilho (B), vertical “mexicano” (C) e cruzado ou “V” invertido (D)

Fotos: Acervo Epagri

No método “mexicano”, as plantas são conduzidas verticalmente entre fitilhos que ficam dispostos horizontalmente nos dois lados das plantas, à medida que as hastes crescem (Figura 4A), e que são amarrados em essências florestais ou estacas de bambu, dispostas ao longo da fileira de plantio a cada seis plantas (Figura 4B). Nesse caso, dispensa-se o uso de palanques/mourões. Esse sistema de tutoramento, também denominado de meia-estaca, é indicado para cultivares que apresentam hábito de crescimento determinado, especialmente as pertencentes aos grupos varietais salada e saladete em cultivos a campo aberto.

Para montagem desse método, mourões de aproximadamente 1,3 a 1,8m de altura são fixados nas extremidades das linhas de plantio. Fitilhos plásticos são colocados horizontalmente a cada 30 cm, ao longo do desenvolvimento da planta, e estacas de bambu são fixadas a cada três metros para dar suporte aos fitilhos e plantas (Alvarenga, 2013; Nick et al., 2018). No vertical com bambu e vertical com fitilho, as plantas são amarradas nos tutores dispostos verticalmente (Figuras 3C e 3D, respectivamente).

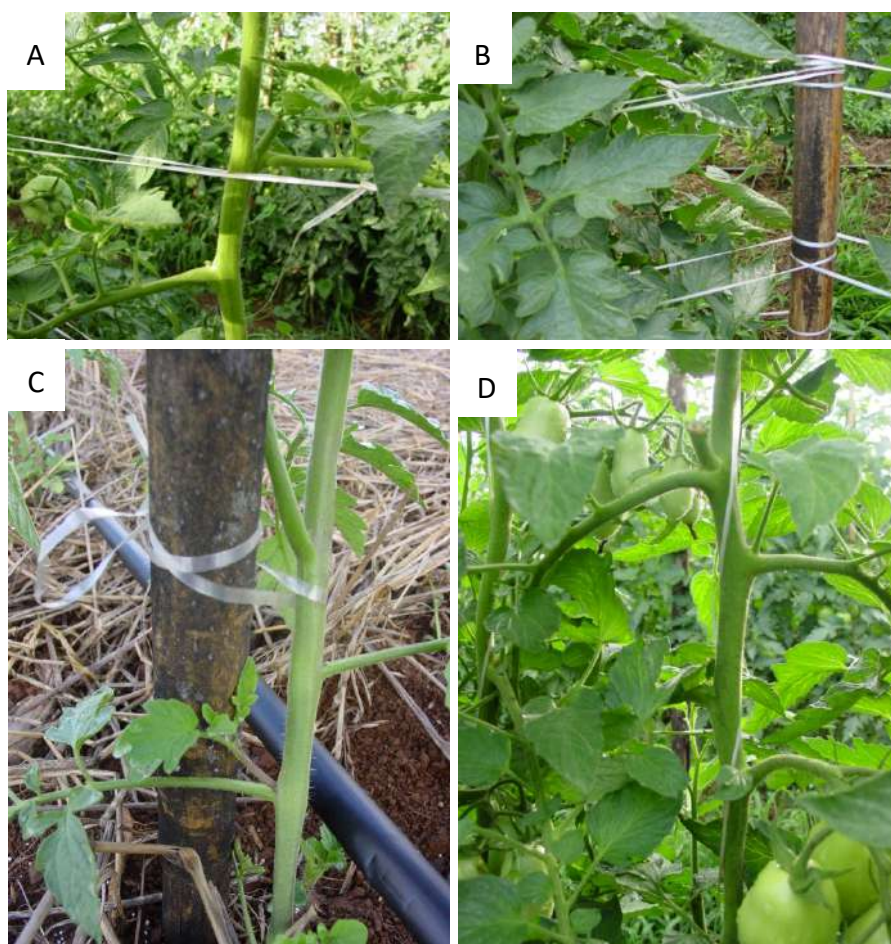


Figura 4. Detalhe do amarrão de plantas nos sistemas de tutoramento vertical “mexicano” (A-B), com estacas de bambu (C) e com fitilho (D)

Fotos: Acervo Epagri.

No tutoramento vertical, a aplicação dos defensivos é mais eficiente nos dois lados das plantas ao longo das filas e há melhores distribuições de radiação solar e ventilação ao longo do dossel das plantas, contribuindo para a menor incidência de insetos-praga e doenças, em comparação ao tutoramento cruzado (Figura 3D).

5.2. Implantações do método de tutoramento de plantas

A implantação do tutoramento de plantas, principalmente a fixação dos mourões, deve ser realizada, preferencialmente, antes do plantio, para evitar danos às mudas por pisoteio ou pelo manuseio dos materiais (mourões, arame, estacas de bambu, etc.), porém, depois de feitos o sulco de adubação e adubação de base.

No tutoramento vertical com estacas de bambu, são recomendadas varas com aproximadamente 2,2m de comprimento, que devem ser dispostas ao lado de cada planta. As estacas, levemente enterradas no solo, são amarradas em um fio de arame galvanizado nº 14 ou nº 16, que fica a 1,5-1,8m acima do nível do solo, amarrado aos mourões de 2,0m de altura, situados nas extremidades e aos mourões ou às cruzetas de bambu grosso ao longo das fileiras.



Caso sejam reutilizados os tutores de essências florestais do ano anterior, deve-se proceder a desinfestação por imersão dos tutores numa solução com 5% de cobre ou 1% de hipoclorito de sódio. Os tutores devem ficar imersos nesta solução por alguns minutos. Para o tratamento de arames utilizados no ano anterior, devem ser evitados produtos cúpricos. Um método prático é mergulhar os arames em água fervente durante 10 minutos.

No tutoramento vertical com fitilho, o fio de arame nº 14 ou 16 deve ficar na altura a que se pretende conduzir as plantas. Os fitilhos, um para cada haste, são presos no arame e na base da planta. O espaçamento entre mourões para o método de tutoramento vertical com fitilho deve ser menor do que o com bambu, para evitar que o arame se curve com o peso das plantas. Os mourões de cada extremidade das fileiras, no método de tutoramento vertical com fitilho, devem ser enterrados numa maior profundidade, visto que a maior parte do peso das plantas das fileiras está concentrada neles.

O uso de fitilho em substituição ao bambu reduz tempo e mão de obra na instalação e na condução das plantas.

O sistema de tutoramento também é mais barato do que o tutoramento com bambu. A seguir, estão detalhados alguns cuidados na instalação deste sistema de tutoramento.

- Fixar os mourões mestres (2 m do solo), nas duas extremidades das fileiras de plantas, com firmeza a pelo menos 60 cm no solo;
- Os arames de sustentação dos fitilhos, presos aos palanques, devem ser lisos, de nº 14, e fortemente tensionados para manter os fitilhos esticados;
- Nas linhas de plantas, deve ser colocado um palanque ou cruzeta a cada 8 m e, entre eles, algumas varas de bambu grossas, dispostas em cada lado das fileiras, para auxiliar na sustentação do arame e, conseqüentemente, das plantas;
- O tutoramento, propriamente dito, deve ser iniciado quando as plantas alcançarem cerca de 30cm de altura;
- Os fitilhos devem ter aproximadamente 5m para a condução das duas hastes de cada planta;
- A amarração deve ser feita na base da planta, abraçando as primeiras folhas, a fim de não causar o estrangulamento do caule. Na base de cada planta, amarra-se o centro do fitilho, de modo que fique metade do seu comprimento disponível para cada haste. Já as extremidades do fiti-

lhos são fixadas no arame com um nó tipo “laço”, deixando-os levemente esticados;

- O fitilho deve ser enrolado nas hastes, uma a duas vezes por semana, acompanhando o crescimento da planta, juntamente com a operação da desbrota das plantas. Salienta-se, entretanto, que o método de tutoramento com bambu proporciona maior produtividade comercial de frutos, em relação aos métodos de tutoramento vertical com fitilho e “mexicano” (Figura 5)

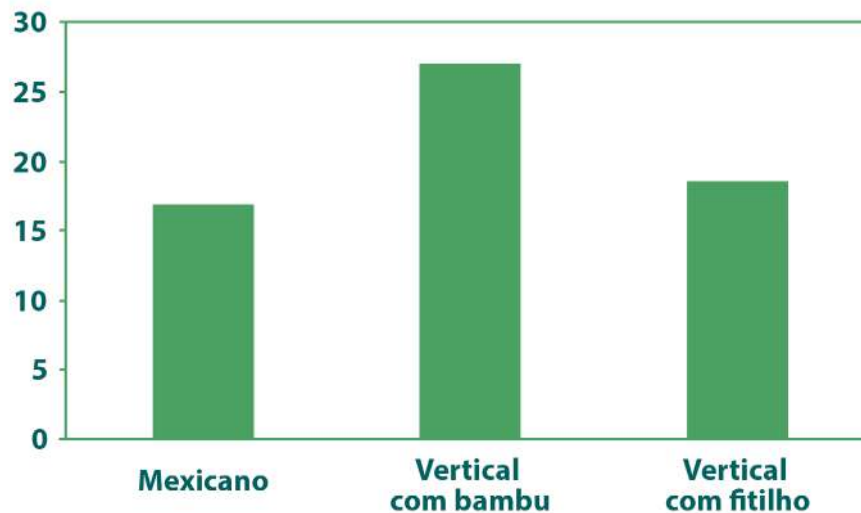


Figura 5. Ganhos de produtividade (%) dos métodos de tutoramento vertical, em relação ao cruzado
Fonte: Wamser et al., 2007.

6. Método de condução

As plantas podem ser conduzidas com duas ou uma haste guia por planta. A condução de duas hastes por planta é feita mantendo o broto imediatamente abaixo do primeiro cacho e retirando os demais, tanto da haste principal como da segunda haste (Figura 6A).

Já na condução de uma haste por planta retiram-se todos os brotos laterais da haste principal, ajustando o espaçamento entre plantas para a metade do espaçamento utilizado na condução de duas hastes por planta. Embora a produtividade comercial de frutos seja maior com a condução de uma haste por planta, a necessidade de mudas por área é o dobro, em relação à condução de duas hastes.

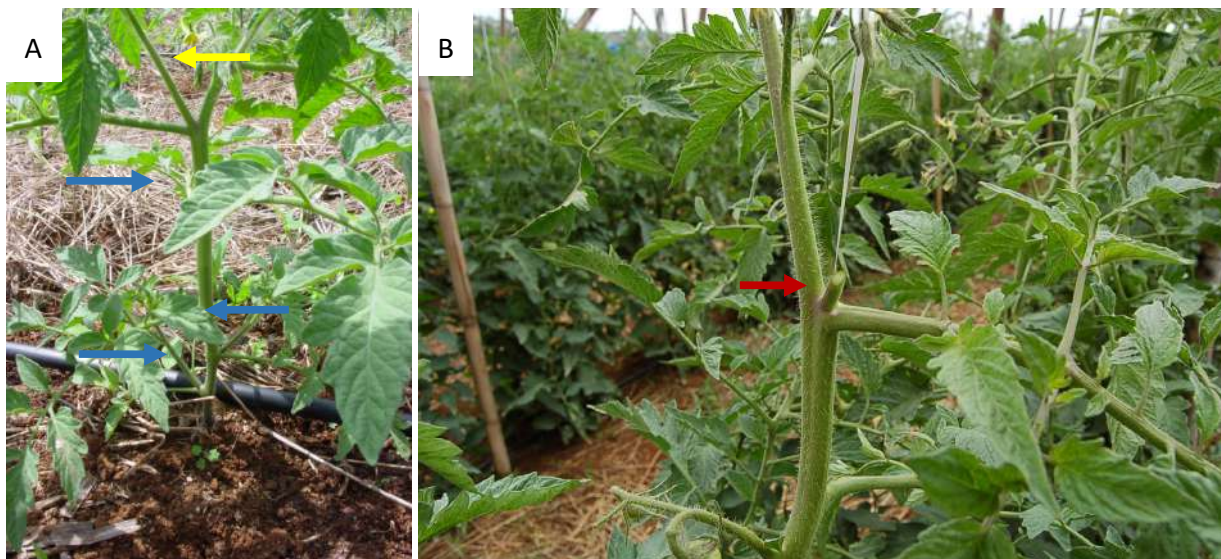


Figura 6. Planta de tomate no momento da definição da segunda haste (A): seta amarela indica o broto mais vigoroso, logo abaixo do primeiro cacho, comparando com os demais brotos menos vigorosos (setas azuis). (B) Detalhe da retirada do broto mantendo cerca de dois centímetros de altura do caule conforme indicado pela seta vermelha (B)

Fotos: Acervo Epagri

7. Desbrota

A desbrota é a retirada dos brotos que surgem nas axilas das folhas, às vezes no ápice dos ramos (cachos) ou, até mesmo, nas folhas e frutos. Deve ser realizada para controlar o crescimento vegetativo acentuado do tomateiro. É uma prática fundamental para as cultivares de tomate de crescimento indeterminado, as quais devem ficar com duas hastes, mas, em casos especiais, dependendo do espaçamento, da densidade e da cultivar, com somente uma haste.

Os brotos laterais devem ser eliminados manualmente quando atingirem 3 a 10 cm de comprimento, quebrando-os e destacando-os a cerca de 2 a 3 centímetros de altura (Figura 6B). A manutenção de parte do broto na planta promove a rápida cicatrização do ferimento no tecido, desfavorecendo a entrada de patógenos no sistema vascular principal das hastes.



A desbrota deve ser realizada de uma a duas vezes por semana. Após cada desbrota, deve-se pulverizar fungicida à base de cobre. A desbrota não deve ser realizada em dias de chuva ou com orvalho. Plantas com sintomas de virose não devem ser desbrotadas, a fim de evitar a disseminação de doenças. Não se deve fumar (tabagismo) durante esta prática cultural, para que não ocorra a contaminação pelo vírus do mosaico do tabaco.

8. Amarrio

Nos métodos de tutoramento com bambu, as hastes do tomateiro devem ser amarradas nos tutores a cada 25-30cm. O amarrio é feito com fitilho em forma de "8", com folga, e nunca imediatamente abaixo do cacho, para que não ocorram perdas de frutos por estrangulamento (Figura 4C).

No método de tutoramento vertical com fitilho, as hastes são enroladas nos fitilhos à medida que crescem (Figura 4D). Já no método de tutoramento “mexicano” as hastes vão crescendo apoiadas nos fitilhos dispostos lateralmente e apoiadas umas nas outras, dispensando o amarrio (Figura 4A).

9. Poda apical ou desponte

Consiste em se podar o ápice das hastes de produção da planta quando elas ultrapassarem a altura do tutor ou cada haste tiver de seis a sete cachos de frutos formados. Devem-se deixar duas a três folhas acima do último cacho para favorecer o nível de fonte de fotoassimilados para o desenvolvimento dos frutos. Esta prática auxilia no crescimento dos frutos dos cachos mais altos. É realizado para controlar o desenvolvimento vegetativo acentuado do tomateiro, manter robustez da planta, aumentar o tamanho de frutos e propiciar a maturação precoce dos frutos.

Ao se deixar um menor número de cachos por planta, o desponte ou poda apical traz benefícios à cultura do tomateiro, tais como: redução do ciclo, facilidade de execução dos tratamentos culturais, aumento da massa média dos frutos, redução e maior segurança na aplicação de agrotóxicos. Além disso, a limitação do número de cachos por planta é uma prática recomendada principalmente nos cultivos, cujas condições ambientais limitem o crescimento da planta do tomateiro e, em consequência, o número de cachos produtivos.

10. Desfolha

A prática de eliminação das folhas mais velhas é indicada para melhorar o arejamento, a iluminação e o controle fitossanitário. Entretanto, não deve ser muito severa, porque as folhas são fontes de suprimento de energia à planta.

As folhas velhas da parte inferior da planta devem ser retiradas mantendo-se 2-3cm de pecíolo. Pode-se manter até três folhas logo abaixo do cacho ainda produtivo da planta, dependendo das suas condições fitossanitárias. Esta prática contribui na diminuição da disseminação de doenças e evita o contato ou a proximidade das folhas com o solo, dificultando, conseqüentemente, a entrada de doenças bacterianas pelos respingos de chuva. Recomenda-se a sua realização em dias secos. Após a desfolha, os cortes dos pecíolos devem ser pulverizados com produtos à base de cobre.

A retirada das folhas baixas é eficiente para reduzir a área foliar lesionada por doenças, o que pode significar menor severidade e diminuição de inóculo na área de cultivo. A desfolha leve favorece a produtividade pelo aumento fitossanitário das plantas de tomate.

11. Raleio de frutos

O tomateiro pode ser dividido em unidades fonte-dreno. As folhas são fontes de fotoassimilados e os frutos são os principais drenos. Os fotoassimilados das folhas podem ser translocados para qualquer fruto, dependendo das condições fitossanitárias da planta. Como os frutos são drenos metabólicos fortes, os fotoassimilados são translocados preferencialmente a eles. A relação fonte-dreno pode exercer influência nas variações da produção por planta, bem como no tamanho e massa individual dos frutos. Assim, o raleio de frutos é uma técnica cultural que pode alterar a relação fonte-dreno, propiciando aumento da produtividade comercial, no tamanho e na massa média dos frutos.

É necessário destacar que a resposta à técnica de raleio de frutos dos cachos de tomate é diversa entre as cultivares. Os cachos (racimos) florais, principalmente, de cultivares com cachos ramificados, têm excessiva produção de frutos. Assim, os frutos terminais/apicais (Figura 7A), menores e defasados, devem ser retirados logo no início do desenvolvimento para favorecer o maior crescimento daqueles remanescentes. Algumas cultivares apresentam cachos simples e com número de frutos definidos, dispensando a prática para esta finalidade. Frutos com doenças (Figura 7B), danificados por insetos-praga (Figura 7C), com distúrbios fisiológicos (Figuras 7D e 7E) e malformados também devem ser retirados logo após a constatação do problema e depositados longe da lavoura.

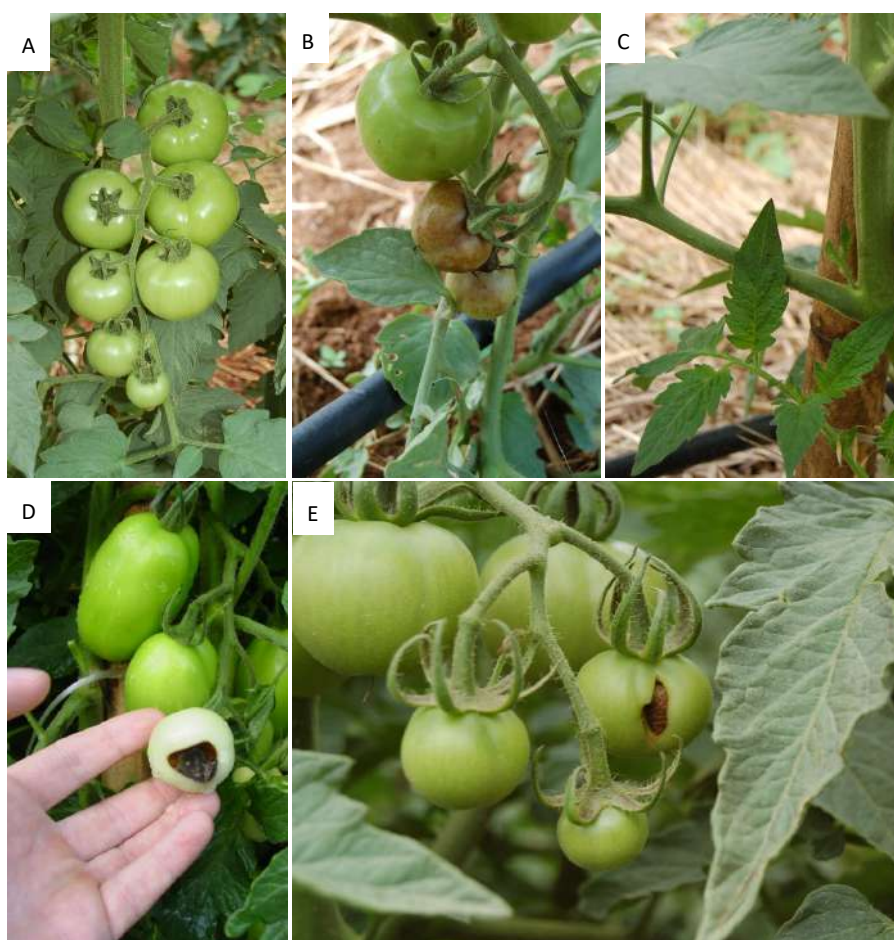


Figura 7. Raleio de frutos defasados (indicado pela seta) (A), com doença (B), com ataque de insetos-praga (C), com podridão apical (D) e com lóculo aberto (E)

Fotos: Acervo Epagri



A prática do raleio também favorece o maior crescimento dos frutos sadios remanescentes e elimina fontes de inóculo de doenças e, por conseguinte, propicia maior produtividade comercial e massa média de frutos. Por outro lado, sem a efetuação do raleio, o tomateiro apresenta maior número de frutos por planta, podendo inclusive haver maior produtividade, porém, frutos com menor massa média, isto é, com menor valor comercial.

12. Uso de porta-enxertos

A enxertia é a união de duas porções de tecido vegetal vivo, representada pela união morfológica e fisiológica dessas partes, visando ao crescimento e desenvolvimento de uma única planta. O uso de porta-enxertos permite a utilização sucessiva das mesmas áreas para o cultivo do tomateiro.

Os porta-enxertos são utilizados na cultura do tomateiro com diferentes propósitos:

- **controle de doenças** - vários trabalhos têm demonstrado a superioridade dos porta-enxertos no manejo de patógenos de solo, como *Ralstonia solanacearum* (Figura 8), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi*, raças 1, 2 e 3, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne mayaguensis*, *Meloidogyne arenaria* e *Meloidogyne javanica*, *Verticillium dahliae* e *Verticillium albo-atrum*;
- **tolerância a temperaturas adversas** - plantas enxertadas podem tolerar melhor temperaturas subótimas, como 14,6°C;
- **tolerância à salinidade do solo** - a enxertia aumenta a tolerância de tomates ao sal, por limitar o transporte de sódio e cloreto para a parte aérea;
- **promoção do vigor** - o uso de porta-enxertos que promovem o vigor pode influenciar positivamente a produtividade do cultivar de tomate, se comparado ao mesmo material pé-franco;
- **redução de desordens fisiológicas das plantas** - as trocas gasosas podem ser afetadas por doenças, como a murcha bacteriana. Mas nas plantas enxertadas essa desordem fisiológica pode ser menor se comparada ao pé-franco, e
- **produção de frutos de melhor qualidade** - a forma, cor, textura da casca ou da polpa, e teor de sólidos solúveis podem ser influenciados pelo porta-enxerto.

O porta-enxerto deve reunir algumas características importantes para ser considerado promissor: deve ter resistência à doença que se pretende controlar; vigor; rusticidade; bom nível de compatibilidade com o cultivar enxertado; condições morfológicas ótimas para a realização da enxertia, e não afetar a qualidade. Um porta-enxerto vigoroso faz com que a planta enxertada também seja vigorosa.

Recomenda-se semear o enxerto aos 10 a 13 dias após a semeadura do porta-enxerto. Variações quanto ao período adequado para a semeadura podem ser encontradas devido às condições climáticas, principalmente à temperatura. No entanto, outros autores afirmam que a semeadura de ambos pode ser realizada no mesmo dia. De fato, existem pequenas variações no período ideal para realizar a enxertia, devido às condições de cultivo.

O tipo de enxertia mais utilizado é o método de fenda simples, o qual consiste no uso de porta-enxertos no estágio de cinco a seis folhas, sendo o ponto de enxertia realizado na terceira folha.



Após o plantio, cuidados adicionais são necessários quando o porta-enxerto é destinado ao controle de doenças de solo. Isso porque, na região de união entre "cavalo" e "cavaleiro", podem surgir raízes que entram em contato com o solo contaminado por patógenos (Figura 8). Por essa razão, o "achego" de terra ou "amontoa" é uma prática incompatível com o uso de porta-enxertos destinados ao controle de doenças de solo. Devido à formação dessas raízes, plantios profundos também devem ser evitados, de modo que a cicatriz da enxertia fique o mais distante possível do solo. Uma cobertura vegetal também pode servir de interface entre o solo contaminado e a cicatriz da enxertia.



Figura 8. Produção de raízes adventícias no ponto de união entre enxerto e porta-enxerto

Fotos: Janice Valmorbidia

13. Referências

- ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2ª ed., Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013, 455p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Instrução Normativa nº. 42 de 9 de novembro de 2016. **Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Tomate Tutorado**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 14 nov. 2016, ed. 218, seção 1.
- CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Crescimento e produção de híbridos de pepino em função da enxertia. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.2, p. 110-113, 1998.
- CANTU, R.R.; WILCKEN, S.R.S.; ROSA, J.M.O.; GOTO, R. Reação de porta-enxertos comerciais de tomateiro a *Meloidogyne mayaguensis*. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.3, p. 216-218, 2009.
- CANTU, R.R. **Desempenho de porta-enxertos de tomateiro em resistência a nematoides, murcha-de-fusário e produção da planta enxertada**. São Paulo: UNESP, 2007, 73p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia - Horticultura).
- CORTADA, L.; SORRIBAS, F.J.; ORNAT, C.; ANDRÉS, M.F.; VERDEJO-LUCAS, S. Response of tomato rootstocks carrying the Mi-resistance gene to populations of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica*. **European Journal of Plant Pathology**, v.124, n.2, p.337-343, 2009.
- ESTAN, M.T.; MARTINEZ-RODRIGUEZ, M.M.; PEREZ-ALFOCEA, F.; FLOWERS, T.J.; BOLARIN, M.C. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. **Journal of Experimental Botany**, v.56, n.412, p. 703-712, 2005.
- FARIA JÚNIOR, P.A.J. **Sistemas de produção de mudas hortícolas em ambiente protegido**. In: ENCONTRO NACIONAL DO AGRONEGÓCIO PIMENTAS (CAPSICUM SPP.), 1., 2004, Anais... Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. (CD-ROM)
- GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. 1ª ed. Botucatu: Editora UNESP, 2003, 85p.

- HEINE, A.J.M. **Produção e qualidade do tomateiro híbrido Lumi sob adensamento e condução de hastes**. Vitória da Conquista, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-Campus de Vitória da Conquista, 2012, 98p. (Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal)
- LEE, J.M. Cultivation of grafted vegetables. Current status, grafting methods, and benefits. **HortScience**, v. 29, n. 4, p. 235-239, 1994.
- LUCIANO, L.H.C., MEDINA, I.R., DE CASTRO ANTÔNIO, A., GONÇALVES, R.F. AND BARBOSA, C.A.C. Crescimento e produção de tomateiro em função das cultivares utilizadas em porta-enxerto. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 1, p. 7-11, 2019.
- MARIM, B.G.; SILVA, D.J.H.; GUIMARÃES, M.A.; et al. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 951-955, 2005.
- MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 357p.
- MODELO, V.A.; TESSARIOLI NETO, J.; ORTIGOZZA, L.E.R. Produção de frutos de quiabeiro a partir de mudas produzidas em diferentes tipos de bandejas e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 39-42, 2001.
- MONTEIRO, F.P.; WAMSER, A.F.; OGOSHI, C.; VALMORBIDA, J.; CARDOSO, D.A.; PERAZOLLI, V. Performance of Green Power and Shincheonggang tomato rootstocks in *Ralstonia solanacearum* contaminated area. **Plant Pathology & Quarantine**, v. 10, n. 1, p. 28-43, 2020.
- MUELLER, S.; WAMSER, A.F. **Manejo de plantas na produção integrada de tomate tutorado**. In: BECKER, W.F. (Coord.); WAMSER, A.F.; FELTRIM, A.L.; SUZUKI, A.; ASNTOS, J.P.; VALMORBIDA, J. HAHN, L.; MARCUZZO, L.; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016, p. 27-39.
- MUELLER, S.; WAMSER, A.F. Combinação da altura de desponte e do espaçamento entre plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 64-69, jan.-mar. 2009.
- MUELLER, S.; WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; et al. **Indicações técnicas para tomateiro tutorado na Região do Alto Vale do Rio do Peixe**. Florianópolis: Epagri, 2008, 78 p. (Epagri. Sistemas de Produção, 45).
- NICK, C.; SILVA, D.; BORÉM, A. Tomate: do plantio a colheita. Viçosa/MG, Ed. UFV, 2018, 237 p.
- ODA, M. Growth and yield of tomato plants grafted using instrument for plugs. **Bull. Natl. Res. Inst. Veg. Ornam. Plants. Tea. Ser.**, v. 10, p. 33-8, 1995.
- PIEL, R. **A enxertia na produção de hortaliças**. Revisão bibliográfica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2002. p. 2-13.
- PIRÓG, J. The influence of seedling grafting, date of planting and cultivar on tomato yield. **Rocz. Akad. Roln. Poznaniu**, v. 165, p. 91-106, 1986.
- RESENDE, G.M.; YURI, J.E.; MOTA, J.H.; et al. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplantio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade da alface. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 558-563, 2003.
- RODRIGUES, E.T.; LEAL, P.A.M.; COSTAL, E. et al. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p.

483-488, 2010.

- SHINOHARA, Y. **Raising vegetable seedlings**. Tsukuba: Faculty of Horticultural, 1994.
- SILVA, E. G. **Resposta enzimática, fisiológica e produtiva do tomateiro e desempenho de porta enxertos resistentes à murcha bacteriana**. 2015. xi, 85 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015.
- SILVA JÚNIOR, J.V.da; SOUZA, J.S.N. de; OSAJIMA, J.A. et al. **Produção de mudas de tomateiro em substratos à base de materiais regionais em dois tipos de recipientes**. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 7, 2010, Goiânia, GO, Anais... Goiânia, GO, 2010.
- SILVA, J.B.C. da; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O. et al. **Cultivo de Tomate para Industrialização**. Brasília, DF, 2006. (Embrapa Hortaliças, Sistemas de Produção, 1). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/pragas.htm>. Acesso em 10 de abril de 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre, RS: Artmed, 4ª ed., 2004. 819 p.
- VAZ, F.M.G.B. Reação hospedeira de cultivares de porta-enxerto de tomateiro ao nematoide-das-galhas-radiculares *Meloidogyne incognita*. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima, Portugal. 2017, 65 p. (Dissertação de mestrado)
- VENEMA, J.H.; DIJK, B.E.; BAX, J.M.; VAN HASSELT, P.R.; ELZENGA, J.T.M. Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, n.1-3, p. 359-367, 2008.
- WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P.; et al. Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 180-185, 2008.
- WAMSER, A.F.; MUELLER, S. Curvatura da base do caule do tomateiro afetada por métodos de tutoramento e sua relação com a produtividade de frutos. **Agropecuária Catarinense**, 23, p. 49-52, 2010.
- WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; BECKER, W.F.; et al. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 238-243, 2007.
- WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; BECKER, W.F. et al. Espaçamento entre plantas e cachos por haste no tutoramento vertical do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 565-570, 2009.
- YAMAKAWA, K. Use of rootstocks in solanaceous fruit-vegetable production in Japan. **JARQ (Jpn. Agric. Res. Q.)**, v. 15, n.3, p. 175-179, 1982.
- YOSHIOKA, H.; TAKAHASHI, K.; ARAI, K. Studies on the translocation and accumulation of photosynthates in fruit vegetables. VII. Excess accumulation of carbohydrates in young grafted tomato plants. **Bull. Veg. Ornamental Crops Res. Stn. Ser.A**, v. 13, p. 1-10, 1985.

6. Fertilidade do solo e nutrição de plantas

Leandro Hahn¹ e Juscimar Silva²

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Estação Experimental de Caçador
leandrohahn@epagri.sc.gov.br

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Hortalças
juscimar.silva@embrapa.br.

1. Introdução

O manejo da fertilidade do solo e a nutrição do tomateiro são áreas importantes para o bom desempenho do cultivo no Sistema de Produção Integrada do Tomate Tutorado de Mesa (Sispit). A tomada de decisão sobre a correção do solo, a adubação no plantio e a fertirrigação é fundamentada principalmente na análise química do solo. Para isso, utiliza-se como auxílio a análise do tecido vegetal e a curva de acúmulo de nutrientes e matéria seca das plantas. Como o tomateiro é cultivado em diferentes regiões do país, o uso destas ferramentas é fundamental para aumentarmos as probabilidades de respostas às adubações que terão reflexos diretos nos ganhos de produtividade.

Embora localizadas nas faixas tropical e subtropical do globo, nas quais os processos de intemperismo dos solos são mais acentuados, levando ao seu empobrecimento químico, as áreas tradicionalmente produtoras de tomate já apresentam seus solos com fertilidade construída. Ao longo de vários anos de cultivo e a partir do uso de doses altas e continuadas de adubos, os teores de nutrientes disponíveis no solo ficam próximos do valor de nível crítico, às vezes, atingindo valores bem acima.

Assim, as recomendações de adubação devem ser aperfeiçoadas, levando-se em consideração, além dos teores de nutrientes disponíveis no solo, outras variáveis importantes para o manejo mais assertivo, mais equilibrado da nutrição, como, por exemplo, a taxa de extração e exportação de nutrientes pelo tomateiro.

O papel da matéria orgânica do solo (MOS) na qualidade química, física e biológica do solo deve ser destacada e, por isso, as práticas de manejo que visam à sua preservação ou complementação são fundamentais. Para isso, as técnicas de plantio direto ou o cultivo com o mínimo de revolvimento do solo são essenciais para a manutenção da MOS e as características químicas e físicas dele.



A forma de restituição dos nutrientes ao solo com vistas a promover uma correta nutrição do tomateiro deve estar sempre atrelada a práticas de manejo que visem aumentar a eficiência da adubação, minimizando as perdas que podem ocorrer pelas interações do nutriente com os minerais do solo, pela volatilização ou pela lixiviação.

Nesse sentido, o parcelamento da adubação em cobertura por meio da fertirrigação é uma prática a ser implantada por técnicos e produtores. Tanto o tomate em cultivo a campo quanto em ambiente protegido pode ser fertirrigado, tendo em vista o aumento da eficiência no uso dos nutrientes pelas plantas e o menor risco de poluição ambiental.

2. Manejo do solo

O solo para o cultivo do tomateiro deve ser preparado de forma a permitir o crescimento das plantas, por meio do bom desenvolvimento radicular. Devido ao trânsito de implementos agrícolas nas áreas de produção, a perda da qualidade física é verificada ao longo do tempo. A compactação do solo é a variável física que merece destaque, uma vez que pode limitar o desenvolvimento radicular, favorecer o acúmulo superficial de água e limitar o fluxo difusivo de nutrientes ao longo do perfil do solo.

Para preservar a qualidade física, na estratégia de manejo do solo deve-se optar por métodos conservacionistas, caracterizados por preparos com mínimo ou nulo revolvimento. No primeiro caso, por exemplo, são utilizados implementos sobre os resíduos da cultura anterior, com o revolvimento mínimo necessário para o cultivo seguinte.

Por isso, antes de iniciar o cultivo e decidir qual o preparo a ser adotado, recomenda-se fazer uma avaliação das condições físicas do solo, para verificar se há camadas de solo compactadas, principalmente nas profundidades superiores a 30 cm. Constatada a presença de camadas compactadas, deve-se lançar mão de escarificadores ou subsoladores (Figura 1).



Figura 1. Subsologem para descompactação do solo

Foto: Leandro Hahn

Solos compactados têm o movimento de água reduzido ao longo do perfil, devido à diminuição da porosidade. Essa alteração no fluxo difusivo afeta sobremaneira a mobilidade de nutrientes. Por isso, é importante o monitoramento periódico da área cultivada, por exemplo, com avaliações a cada 3 ou 4 ciclos de preparo.

As recomendações anteriores são importantes mesmo que na área seja adotado o sistema de plantio com elevação de canteiros, com ou sem cobertura com *mulch* de plástico.

3. Preparo do solo

O preparo tem por objetivo melhorar as condições físicas e químicas do solo, bem como facilitar o plantio. Isso significa realizar a incorporação dos corretivos da acidez em quantidades e na profundidade adequadas e melhorar as condições físicas do solo. O preparo do solo deve ser feito, no mínimo, com 90 dias de antecedência ao plantio.

As etapas no preparo do solo, para uma boa lavoura de tomate, em geral, compreendem:

- a aplicação da metade da dose total de calcário;
- subsolagem do terreno até a profundidade de 40 cm;
- limpeza do terreno, retirando raízes, tocos e pedras;
- primeira aração na profundidade de correção pretendida de 20 cm, seguida de gradagem;
- aplicação do restante do calcário;
- segunda aração e gradagem;
- semeadura da cobertura vegetal;
- e, por fim, uma gradagem leve para incorporação das sementes da cobertura vegetal.

O sistema de cultivo de tomate precisa garantir a preservação ambiental e utilizar um conjunto de práticas preconizadas no Sispit. Nesse sistema, utiliza-se o preparo do solo de cultivo sobre a cobertura verde ou cobertura morta, irrigação por gotejamento e a adubação de cobertura por fertirrigação. O cultivo sobre cobertura verde ou palha é uma técnica que propicia o maior controle de erosão e diminuição de respingo do solo, evitando o favorecimento da propagação de doenças, além das plantas terem melhorias na condição de umidade e de população microbiana benéfica no solo.



Quando o plantio é feito sobre cobertura vegetal, os sulcos para a adubação e o plantio devem ser preparados de duas a três semanas antes do plantio, para melhor incorporação e mistura dos adubos minerais ou orgânicos, que ficarão concentrados nos sulcos. Ressalta-se a semeadura da cobertura vegetal deve ser planejada para que o plantio do tomate ocorra quando a cultura se encontra na fase final do crescimento. Nessa fase, não é necessária sua dessecação, pois é tombada pelo movimento das máquinas e trabalhadores.

É importante destacar que o sistema de plantio do tomate sobre cobertura vegetal é uma técnica de grande utilidade para a preservação do solo. Isto porque está associada ao uso racional e eficiente da irrigação por gotejamento e fertirrigação, à utilização de tratos culturais baseados em critérios técnicos definidos e ao adequado manejo pela mínima mobilização mecânica da superfície do solo, procurando mantê-lo coberto por cultivos sucessivos durante todo o ano através de uma rotação de cultura racional.

No Sul do Brasil, a cobertura vegetal com aveia é a melhor indicação para o cultivo do tomate na safra de verão (Figura 2). Sementes de aveia estão facilmente disponíveis a baixo custo; a cultura é de rápido desenvolvimento no inverno e de longa persistência no tomate, pela alta relação carbono/nitrogênio do resíduo. Nessa cobertura, o tomate é implantado com abertura de sulcos, necessitando de uma máquina com disco de corte da palhada e um sulcador. Alternativamente, quando o solo já está com a fertilidade e a acidez corrigidas, todo o fertilizante da hortaliça pode ser aplicado na implantação da planta de cobertura, em área total ou em sulcos que receberão as plantas de tomate (Figura 3). Nesse caso, há muito pouco ou nenhum revolvimento do solo.



Figura 2. Máquina tracionada por trator para corte da palhada e demarcação das linhas de plantio de tomate em plantio direto

Fotos: Leandro Hahn



Figura 3. Implantação de tomate direto na palha, sem abertura de sulcos

Fotos: Leandro Hahn

Já nos cultivos de tomate no período de inverno, o milho é a cobertura vegetal de verão comumente mais utilizada pelos produtores (Figura 4). Tanto o milho quanto a aveia como culturas de cobertura são preferenciais, por serem gramíneas e, quando manejadas na fase do florescimento em diante, permanecem sobre o solo até a colheita do tomate. Dessa maneira, protegem o solo contra a perda de solo, água e nutrientes em quase todo o ciclo do tomate.

Na Epagri, Estação Experimental de Caçador, comparou-se em duas safras a produção de tomate implantada nos sistemas de plantio convencional e plantio direto em quatro coberturas de solo (aveia, nabo, aveia consorciada com nabo e pousio). Verificou-se que a produtividade de frutos comerciais e Extra AA (os de maior calibre e valor comercial) e a massa média dos frutos foram

superiores no plantio direto de tomate em comparação ao plantio convencional (Tabela 1). As plantas de cobertura de solo de inverno, aveia, nabo, aveia + nabo ou o pousio, não interferiram nos parâmetros de produção. Nesse caso, sugere-se o uso da aveia por permitir uma cobertura mais prolongada do solo.

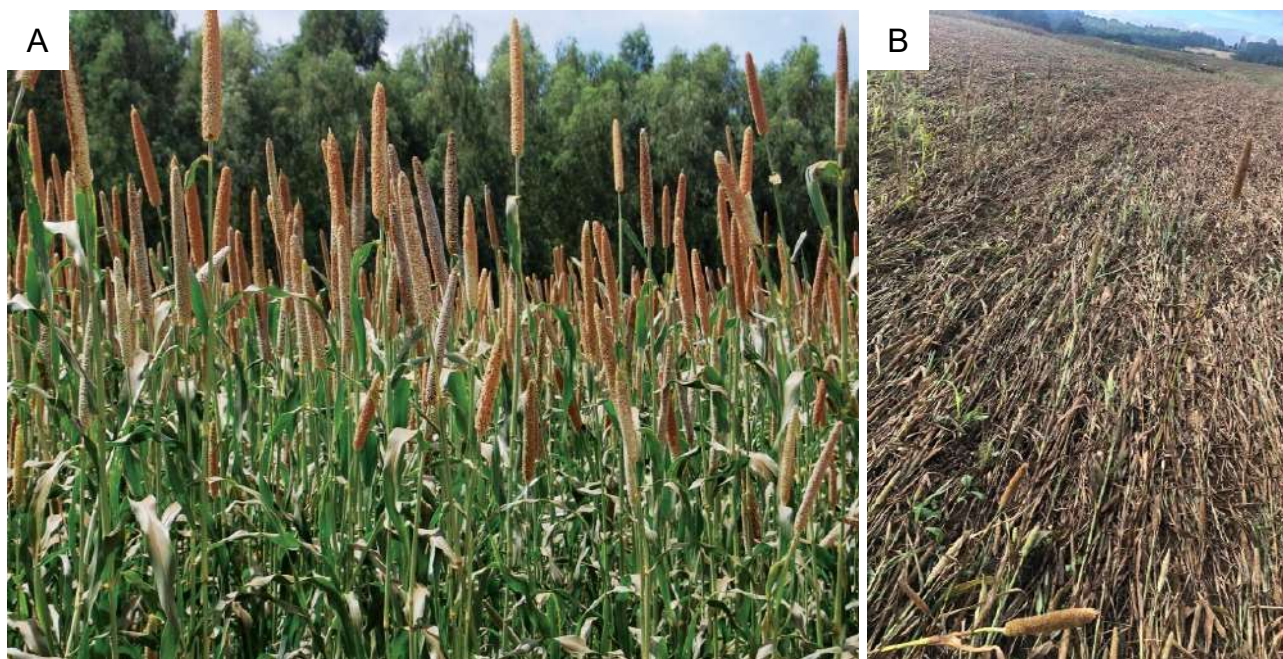


Figura 4. Área com cobertura do solo com milho, antes de ser dessecada para plantio direto (A); Milheto tombado para transplante das mudas de tomate em plantio direto (B)

Fotos: Leandro Hahn

TABELA 1. Produtividade de frutos do tomateiro e massa média de frutos em função do sistema de plantio e da cobertura de solo de inverno

NÍVEIS DOS FATORES	----- PRODUTIVIDADE DE FRUTOS (t ha ⁻¹) -----					Massa média de frutos
	Total	Comercial	Extra AA	Extra A	Descarte	Comercial (g)
SISTEMA DE PLANTIO						
Plantio convencional	104,3 ^{ns}	97,3 B	77,2 B	20,0 A	6,9 ^{ns}	196,5 A
Plantio direto	109,0	102,8 A	85,1 A	17,7 B	6,1	200,2 B
COBERTURA DE SOLO DE INVERNO						
Aveia + Nabo	110,2 ^{ns}	103,8 ^{ns}	85,5 ^{ns}	18,4 ^{ns}	6,4 ^{ns}	200,3 ^{ns}
Aveia	105,0	98,4	80,3	18,0	6,6	198,2
Nabo	107,7	101,1	80,9	20,2	6,6	198,5
Pousio	103,7	97,2	78,2	18,9	6,6	196,5
Média	106,7	100,2	81,3	18,9	6,5	198,4

ns: não significativo.

Fonte: Walmorbida et al. (2020).

4. Correção do solo

O tomateiro está entre as espécies cultivadas que apresenta as maiores demandas por nutrientes por área produzida. O fornecimento de nutrientes nas quantidades adequadas é fundamental para se atingir o máximo potencial produtivo do tomateiro e deve ser realizado de maneira equilibrada, visando atender à demanda da planta. Devem-se evitar os excessos, já que esses insumos podem representar, em alguns casos, até 50% do custo de produção.

A adição ou a restituição ao solo de nutrientes exportados pela cultura pode se dar por meio de técnicas agrícolas convencionais, como calagem e uso de fertilizantes, ou a partir de soluções nutritivas balanceadas, no caso da produção por sistemas sem solo.

Para o cultivo do tomateiro direto no solo, a análise química é uma ferramenta-chave para avaliar a disponibilidade de nutrientes, auxiliar na tomada de decisão referente às quantidades de corretivos e nutrientes a serem adicionadas, bem como corrigir os possíveis desequilíbrios nutricionais causados pelo uso excessivo de um ou mais fertilizantes - muito comum em áreas de cultivo de hortaliças.



O manejo mais assertivo da fertilidade do solo passa por uma boa amostragem; ou seja, a quantidade de amostras simples a ser coletada deve ser suficiente para representar a fertilidade média da área amostrada. Para isso, considerando as variabilidades que podem ocorrer a longas e a médias distâncias, deve-se dividir a propriedade em subáreas de produção (unidade de amostragem, talhão, gleba, etc.).

Os talhões ou glebas devem ser delimitados considerando as características similares, como o histórico de cultivo da área, uniformidade em relação à vegetação, à posição topográfica e às características perceptíveis do solo (cor e textura). Após a definição da unidade de amostragem, sejam quantas forem necessárias, para cada uma deve-se retirar entre 20 e 30 amostras simples (subamostras). A coleta deve ocorrer de maneira aleatória, percorrendo toda a área e respeitando a camada de amostragem que, em geral, faz-se de 0,00 a 20,0 cm de profundidade.

Em regiões onde é adotado o plantio direto, a profundidade de amostragem do solo é menor, às vezes ocorrendo até os 10 cm, em razão da concentração de nutrientes nas camadas superficiais do solo. No entanto, recomenda-se amostrar também a camada de 10 a 20 cm de profundidade para identificar a necessidade de incorporação de corretivos da acidez. Novamente, essa incorporação deverá ser feita antes da implantação da cobertura vegetal.

A coleta de solos em camadas mais profundas (até 40 cm) é incentivada, pois permite verificar possíveis impedimentos químicos que poderiam limitar o desenvolvimento das raízes.

Depois de coletadas, as amostras simples devem ser bem misturadas para a obtenção da uma amostra composta, a qual deverá ser enviada, com maior brevidade possível, para laboratório com selo de proficiência em análises de solo. A partir do laudo técnico, serão estimadas as quantidades de corretivos e de fertilizantes.

4.1. calagem

A prática da calagem visa ajustar o pH do solo para uma faixa de valores na qual os nutrientes, presentes na solução do solo, possam estar prontamente passíveis de absorção pela planta e reduzir a atividade do alumínio trocável (Al^{3+}), que é prejudicial ao tomateiro. Além disso, a maioria dos corretivos de acidez são as fontes mais baratas para o suprimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg).



A necessidade de calagem (NC) pode ser estimada por diferentes métodos e devem ser respeitados os critérios regionais. Como exemplo, no estado de Minas Gerais e em outras regiões, utiliza-se o método da Neutralização do Al trocável e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Já no estado de São Paulo é considerada a Saturação por Bases. Não obstante a determinação da quantidade de corretivos, para obter os efeitos desejáveis da calagem, deve-se considerar ainda a época de aplicação, o tipo e a forma de incorporação do calcário.

• Método de neutralização do Al^{3+} e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+}

Utilizado na maioria dos estados brasileiros, em especial em Minas Gerais, neste método, a NC é calculada a partir de duas equações que se somam e o resultado, depois de ajustado considerando o poder relativo de neutralização total (PRNT) do corretivo, equivale a quantidade a ser adicionada ao solo.

$$\text{NC (t/ha)} = Y * \left[\text{Al}^{3+} - \left(m_t * \frac{t}{100} \right) \right] + [X - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$$

NC = Necessidade de calcário, em t ha^{-1} ;

Y = variável relacionada à capacidade tampão do solo e que pode ser definida de acordo com a textura do solo (Tabela 2);

Al^{3+} = acidez trocável, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$;

m_t = saturação máxima por Al tolerada, $m = 5\%$;

t = capacidade de troca catiônica efetiva ($\text{CTC}_{\text{efetiva}}$), em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$;

X = disponibilidade de Ca e Mg requerida pelo tomateiro, $X = 3$;

$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ = teores trocáveis de Ca e Mg, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

O resultado negativo nos colchetes deve ser substituído por zero para dar continuidade ao cálculo.

TABELA 2. Valores de Y em função da textura e porcentagem de argila do solo

TEXTURA DO SOLO	TEOR DE ARGILA (%)	Y
Arenosa	0 – 15	0,0 – 1,0
Média	15 – 35	1,0 – 2,0
Argilosa	35 – 60	2,0 – 3,0
Muito argilosa	> 60	3,0 – 4,0

Fonte: Alvarez e Ribeiro (1999).

Considerando que o tomateiro é sensível ao Al^{3+} presente na solução do solo e que apresenta alta demanda por Ca e Mg, pode-se adotar o valor $mt = 0$ e $X = 3$. Adicionalmente, dividindo o valor da NC pela fração do PRNT do corretivo, podemos calcular a quantidade de calcário (QC) da seguinte maneira:

$$\text{QC (t/ha)} = \frac{Y * \text{Al}^{3+} + [3 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]}{\text{PRNT}/100}$$

• Método da saturação por bases

Uso mais difundido no estado de São Paulo, esta recomendação é baseada na relação existente entre o pH e a saturação por bases. Assim, procura-se elevar a saturação por bases (V) do solo para o valor recomendado para o tomateiro, no caso de 70% da capacidade de troca de cátions (CTC pH 7,0 ou T).

$$\text{NC (t/ha)} = \frac{[T * (V_2 - V_1)]}{100}$$

NC = Necessidade de calcário, em t ha^{-1} ;

T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0, estimada pela soma de bases e acidez potencial [SB + (H+Al)], determinadas pela análise do solo, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$;

V₂ = porcentagem de saturação por bases recomendada, para o tomateiro (70%);

V₁ = saturação por bases atual do solo, em %, estimado por: $V_1 = (100 \times \text{SB}/T)$; sendo **SB = $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K} + \text{Na}$, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$**

De maneira simplificada e corrigindo a NC pela fração do PRNT do corretivo, a quantidade de calcário (QC) é calculada da seguinte maneira:

$$\text{QC (t/ha)} = \frac{0,7 * T - \text{SB}}{\text{PRNT}/100}$$

• Método SMP

Para as condições do RS e SC, são utilizadas as recomendações de calagem da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (CQFS-RS/SC, 2016) -, as quais são baseadas no índice SMP. Neste método, a acidez potencial (H+Al) é estimada pela medição do pH de equilíbrio da mistura solo: solução SMP, a qual relaciona-se à quantidade de calcário necessária para correção da acidez do solo, para que o solo atinja pH em água igual a 6,0.

As quantidades de corretivo a serem usadas, segundo a recomendação do índice SMP (Tabela 3), referem-se à aplicação de calcário e correção na camada de 0–20 cm de profundidade do solo. Para uma boa reatividade do corretivo, este deve ser bem misturado ao solo. Sugere-se que quantidades superiores de 8 a 10 t ha^{-1} sejam parceladas e aplicadas em duas etapas, possibilitando, assim, a melhor distribuição e incorporação na camada de solo a ser corrigida.

TABELA 3. Recomendações de calagem (calcário com PRNT 100%) com base no índice SMP, para a correção elevar o pH em água do solo a 6,0 (camada de 0 a 20 cm) nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Continuação)

ÍNDICE SMP	CALCÁRIO (t ha ⁻¹)	ÍNDICE SMP	CALCÁRIO (t ha ⁻¹)
≤ 4,4	21,0	5,8	4,2
4,5	17,3	5,9	3,7
4,6	15,1	6,0	3,2
4,7	13,3	6,1	2,7
4,8	11,9	6,2	2,2
4,9	10,7	6,3	1,8
5,0	9,9	6,4	1,4
5,1	9,1	6,5	1,1
5,2	8,3	6,6	0,8
5,3	7,5	6,7	0,5
5,4	6,8	6,8	0,3
5,5	6,1	6,9	0,2
5,6	5,4	≥ 7,0	0,0
5,7	4,8		

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

Independentemente do método utilizado para estimar a NC, o resultado obtido equivale à quantidade de materiais corretivos – carbonatos, óxidos, hidróxidos e silicatos – a ser incorporada por hectare de solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Caso haja alteração na camada amostrada (0 a 10 cm de profundidade, por exemplo), a QC deverá ser corrigida, proporcionalmente, para evitar especialmente a supercalagem.

Recomenda-se que a escolha do corretivo seja feita em função do PRNT, o qual deve ser de, no mínimo, 45%, conforme legislação vigente, do preço do transporte e do tipo de equipamento disponível de aplicação.



Considerando que a cultura do tomate é muito exigente em cálcio, na escolha do corretivo, recomenda-se optar por produtos que, após a reação no solo, resultem numa relação Ca/Mg igual ou superior a 3. Isso pode ser obtido pela aplicação de mais de uma fonte de corretivo. Uma opção é aplicar 50% da dose na forma de calcário dolomítico e 50% na forma de calcário calcítico. A lama ou borra de cal, subproduto da indústria de papel, é um corretivo calcítico que pode ser usado, com o devido cuidado por ser um produto corrosivo.

Devido às diferentes fontes e composição química dos corretivos, deve-se ter atenção quanto aos teores de MgO deles e fazer uso de corretivos com teores mais elevados desse nutriente, como os calcários dolomíticos. É recomendado sempre ajustar os teores de Mg²⁺ para acima de 1,0 cmol_c dm⁻³. Em situações favoráveis ao uso do calcário calcítico ou de óxidos - CaO ou hidróxidos - Ca(OH)₂ de Ca, o Mg deverá ser adicionado via outras fontes, como sulfatos, carbonatos e óxidos. Solos com teores de Mg baixo (Mg²⁺ < 0,8 cmol_c dm⁻³) recomenda-se aplicar de 100 a 120 kg ha⁻¹ de sulfato de Mg, no sulco, junto dos outros fertilizantes.

Ao lançar mão do uso de CaO ou Ca(OH)₂ em detrimento do calcário, é importante que a aplicação seja feita com bastante antecedência, pois são corretivos muito reativos e sua dissolução gera calor que pode afetar o desenvolvimento da planta, caso a aplicação seja muito próxima da data de cultivo.

O calcário pode ser aplicado a lanço, porém com boa antecedência do plantio, para permitir que as reações de solubilização se processem e o propósito da calagem seja atingido. Depois de aplicado, ele deve ser incorporado por meio de aração, considerando sistema de cultivo conservacionista. Para melhor efeito da calagem, o solo deve estar com umidade superior a 80% da capacidade de campo.

4.2. Uso do gesso agrícola

O gesso agrícola é um subproduto industrial proveniente da acidulação da rocha fosfatada para produção do ácido fosfórico. É empregado nas lavouras como condicionador do solo, pois auxilia na redução dos teores tóxicos de Al³⁺, principalmente nas camadas mais profundas do solo. Adicionalmente, pode ser fonte de Ca (16%) e enxofre (13%), pois esses elementos nutrientes estão presentes na sua composição.

O uso do gesso agrícola é mais difundido nas áreas de cultivo de grãos (espécies anuais) e de culturas perenes, porém, os ganhos de produtividade, observados especialmente nos solos de Cerrado brasileiro, encorajam seu uso na tomaticultura.

As fórmulas para o cálculo da necessidade de gesso (NG) são variáveis e podem ser estimadas em função do teor de argila, da concentração de fósforo remanescente (P-rem), bem como pela saturação por bases e CTC do solo. As fórmulas mais usuais são:

- **NG(t/ha)=50*argila(%)** ou **NG(t/ha)=5,0* argila(g/kg)**

- $NG(t/ha) = \frac{T * (V2 - V1)}{500}$ ou $NG(t/ha) = \frac{0,7 * T - SB}{500}$

A aplicação de gesso deve ser feita em área total e não há necessidade de sua incorporação. No entanto, devido ao seu efeito residual prolongado, novas aplicações devem ser feitas sempre fundamentadas na análise química do solo em subsuperfície.

4.3. Matéria Orgânica do Solo

A MOS participa de diferentes processos nos solos e, mesmo em pequenas quantidades, na maioria inferior a 2,0 dag kg⁻¹, estão presentes em diferentes frações ativas, como os ácidos húmicos e fúlvicos. Essas frações são as que contribuem para aumento da capacidade de troca catiônica, notadamente em solos arenosos e muito intemperizados, atuando na retenção e disponibilização de nutrientes, melhoria na retenção de umidade, retenção e complexação de poluentes, estruturação do solo e manutenção de biodiversidade, entre outras reações.

Apesar disso, na maioria das áreas de produção do tomateiro, a adição de compostos orgânicos nos solos é realizada com foco maior no aproveitamento da sua ação como condicionadora do solo e fonte de energia para os microrganismos do solo. Em menor importância, é utilizada também como fonte de nutrientes ou como meio de incrementar as frações ativas do solo. No último caso, seria necessário aplicar fontes orgânicas já humificadas.



As diferentes práticas de cultivo conservacionistas, principalmente o plantio direto, são eficientes para manutenção e incremento da MOS. Fazem parte desta estratégia para aumentar o estoque de carbono nos solos a manutenção da palhada, o revolvimento mínimo do solo, a rotação de culturas utilizando espécies fixadoras de nitrogênio (N) e outras cuja palhada é rica em carbono (gramíneas, por exemplo).

Em áreas com baixo teor de MOS ($< 2,0 \text{ dag kg}^{-1}$), recomenda-se complementar a adubação aplicando na área total 20 a 30 t ha⁻¹ de esterco de curral, previamente curtido ou composto orgânico, ou a décima parte dessa dose (2 a 3 t ha⁻¹) na forma de esterco de aves. Recomenda-se analisar quimicamente o adubo orgânico para verificar a sua composição e quantificar a contribuição dos nutrientes incorporados com a dose que está sendo utilizada.

O adubo orgânico pode ser utilizado também a lanço em toda a área antes do plantio da cobertura verde, principalmente em regiões com baixa fertilidade natural do solo. Adicionalmente, o cultivo de plantas de cobertura do solo anteriores ao tomate tem um impacto positivo no aumento da MOS. Esta técnica deve ser preconizada quando se busca a melhoria de propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

4.4. Adubação do Tomateiro

As doses de fertilizantes minerais, necessárias para atingir a produtividade de máxima eficiência econômica, devem ser estimadas considerando os teores de nutrientes obtidos na análise química e a classe textural do solo, e o potencial de produção da cultivar a ser plantada. Adicionalmente, o histórico de manejo da área deve ser levado em consideração, uma vez que alguns nutrientes podem apresentar os teores residuais elevados, em especial P, K e micronutrientes.

Nos cultivos diretos no solo, os elementos nutrientes Ca e Mg são adicionados via calagem, já que os calcários comumente utilizados no Brasil (dolomíticos e calcíticos) apresentam esses dois nutrientes em sua composição. Já os demais nutrientes essenciais ao tomateiro devem ser aplicados de acordo com a classe de fertilidade de cada um, constantes nos manuais ou boletins informativos das principais regiões produtoras de tomate. A partir da definição da classe de fertilidade do solo – muito baixa, baixa, média, alta ou muito alta –, recorrem-se às tabelas de recomendação de adubação mineral de plantio e de cobertura para o cultivo do tomateiro.

É importante estar atento quanto ao método de análise utilizado, o qual pode alterar sobremaneira a interpretação dos níveis de fertilidade do solo. No estado de São Paulo, por exemplo, os teores disponíveis de P e K são determinados pelo método da resina catiônica/aniônica (mista), enquanto em outros estados é utilizado o extrator Mehlich-1. Isto se torna problemático quando não se dispõe de tabelas de conversão nos teores dos elementos extraídos por diferentes métodos.

É importante reforçar a identificação da composição granulométrica ou a textura do solo para melhor prever a interação dos nutrientes com a fase sólida do solo. Nas áreas de cultivo nas quais o solo apresenta textura arenosa ou média (teor de argila menor que 400 g kg⁻¹) e baixa CTC, as adubações com N e K devem se parceladas para evitar perdas por lixiviação. Já para os solos de textura mais argilosa, a localização dos nutrientes na linha de plantio é outra prática recomendada, principalmente para as fontes mais solúveis de fertilizantes, principalmente os que contêm P em sua formulação, como o nitrofosfato (MAP ou DAP) ou o superfosfato triplo ou simples.



O posicionamento do fertilizante é fundamental para manter os níveis de nutrientes disponíveis em zonas mais próximas ao sistema radicular para favorecer a absorção pela cultura e minimizar a sua interação com os colóides do solo. Deve-se ter cuidado com os riscos de efeito salino dos fertilizantes, os quais, em muitos casos, têm sido responsáveis pela redução da população de plantas na lavoura, devido ao aumento abrupto da condutividade elétrica (CE) da solução do solo.

5. Adubação de plantio

a adubação de plantio é realizada a partir do uso de formulações, contendo diferentes proporções de N, P_2O_5 e K_2O , ou uso de fertilizantes simples com apenas um nutriente. Em geral, na escolha da fonte de fertilizantes formulada, é considerada a concentração de P_2O_5 da formulação, uma vez que o fósforo (P) é o nutriente mais limitante nos solos tropicais, sob o ponto de vista de produção. No solo, o P está presente nas formas $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} que são as espécies químicas absorvidas pelas plantas. Essas moléculas são muito reativas e a disponibilidade delas para as plantas reduz com o tempo, seja por precipitação, devido à interação com outros íons, como o Ca, seja por adsorção aos colóides do solo.

5.1. Adubação de plantio para o sul do Brasil

Pela interpretação dos resultados da análise de solo para P e K, adotada pela CQFS-RS/SC (2016), os valores de P (Tabela 4) e K (Tabela 5) extraíveis do solo são interpretados em cinco faixas. O limite inferior da faixa 'alto' corresponde ao nível crítico do nutriente no solo. Isso significa que, abaixo do nível crítico, aumentam as possibilidades de resposta da cultura à aplicação desses nutrientes. Devido à influência da argila na disponibilidade de fósforo às plantas, para a maioria das culturas existem quatro classes de interpretação dos teores nos solos em função da porcentagem de argila. Para a interpretação dos teores do K, existem três classes de acordo com a CTC do solo a pH 7,0.

TABELA 4. Interpretação do teor de fósforo do solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila

INTERPRETAÇÃO	CLASSE DE SOLO CONFORME O TEOR DE ARGILA ^(1,2)			
	1	2	3	4
	----- mg dm ⁻³ -----			
Muito baixo	≤3,0	≤4,0	≤6,0	≤10,0
Baixo	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	6,1 – 12,0	10,1 – 20,0
Médio	6,1 – 9,0	8,1 – 12,0	12,1 – 18,0	20,1 – 30,0
Alto	9,1 – 12,0	12,1 – 24,0	18,1 – 36,0	30,1 – 60,0
Muito alto	>12,0	>24,0	>36,0	>60,0

⁽¹⁾ Teores de argila: classe 1 = >60%; classe 2 = 60 a 41%; classe 3 = 40 a 21%; classe 4 = ≤20%.

⁽²⁾ Caso a análise tenha sido feita por Mehlich-3, transformar previamente os teores em "equivalentes Mehlich-1", conforme equação $PM1 = PM3 / (2 - (0,02 \times \text{argila}))$.

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

TABELA 5. Interpretação do teor de potássio, conforme as classes de CTC do solo a pH 7,0

INTERPRETAÇÃO	CTC _{pH 7,0} DO SOLO ⁽¹⁾			
	≤7,5	7,6 – 15,0	15,1 – 30,0	> 30,0
	----- mg dm ⁻³ de K -----			
Muito baixo	≤20	≤30	≤40	≤45
Baixo	21 – 40	31 - 60	41 - 80	46 – 90
Médio	41 - 60	61 - 90	81 – 120	91 – 135
Alto	61 - 120	91 - 180	121 -240	136 – 270
Muito alto	>120	>180	>240	> 270

⁽¹⁾ Caso a análise tenha sido feita por Mehlich-3, transformar previamente os teores em "equivalentes Mehlich-1", conforme equação KM1 = KM3 x 0,83.

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

A quantidade de adubo nitrogenado, fosfatado e potássico recomendada para a cultura do tomate, é definida utilizando as faixas de interpretações dos teores desses nutrientes no solo (CQFS-RS/SC, 2016). As recomendações das quantidades de adubos para a cultura são definidas segundo os trabalhos experimentais da Epagri – Estação Experimental de Caçador (Tabelas 6, 7 e 8).

TABELA 6. Porcentagem de adubação na base e em cobertura para o Sistema de Produção Integrada de Tomate de Mesa (Sispit) para Sul do Brasil

NUTRIENTE	ADUBAÇÃO DE BASE NO SULCO DE PLANTIO	ADUBAÇÃO DE COBERTURA EM FERTIRRIGAÇÃO
	----- % da dose total -----	
N	10	90
P ₂ O ₅	100	0
K ₂ O	5	95
Boro	100	0

TABELA 7. Recomendação da adubação nitrogenada, de acordo com o potencial máximo de produção a partir da interpretação do teor de matéria orgânica do solo para o Sistema de Produção Integrada de Tomate de Mesa (Sispit) para Sul do Brasil

TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO (%)	NITROGÊNIO TOTAL (kg ha ⁻¹)
< 2,5	700
2,6 a 3,5	600
3,6 a 5,0	500
> 5,0	400

TABELA 8. Recomendações de adubação fosfatada e potássica, de acordo com o potencial máximo de produção a partir da interpretação da análise de solo para o Sistema de Produção Integrada de Tomate de Mesa (Sispit) para o Sul do Brasil

TEOR NO SOLO	FÓSFORO	POTÁSSIO
	kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	kg ha ⁻¹ de K ₂ O
Muito baixo	1000	1100
Baixo	800	900
Médio	600	700
Alto	400	500
Muito alto	300	400

Na adubação de base, é recomendada a aplicação no sulco de corte da palhada nas seguintes proporções: para o N, 10% da dose total do adubo nitrogenado; no caso do P, a dose total de P na base ou ½ dose, de acordo com a interpretação do resultado de análise. Se a interpretação indicar teores muito baixos ou baixos, que são doses elevadas de adubos fosfatados, recomenda-se a aplicação em duas etapas: a primeira ½ dose aplicada a lanço em toda a área por ocasião do preparo do solo no plantio da aveia e a outra ½ dose aplicada na base no sulco de plantio do tomate.

Para a adubação de K, recomenda-se aplicar 5% da dose total do adubo potássico (Tabela 8). A aplicação poderá ser feita com o equipamento de corte e sulcador ou a lanço, sob o sulco. Se a incorporação for mais profunda, com o equipamento de corte, não há necessidade de efetuar uma prática de mistura. Se a aplicação for a lanço sob a linha do sulco, efetua-se uma prática de mistura dos adubos de forma manual ou mecanizada, para evitar a queima das raízes em contato direto com os adubos aplicados na linha. Essa prática deve ser efetuada de preferência 10 dias antes do plantio. Recomenda-se ainda aplicar nesta adubação de base, o micronutriente boro (3-5 kg ha⁻¹), utilizando 30-50 kg ha⁻¹ de bórax (Tabela 6) também na linha no sulco de plantio.

Como fontes da adubação nitrogenada, poderão ser utilizados diferentes adubos formulados ou simples: ureia, sulfato de amônia, nitrato de amônio, MAP ou DAP. Deve-se sempre optar por aquele adubo que ofereça melhor custo-benefício por unidade de nutriente. Se a opção for pelo uso da ureia, observe para que o solo esteja úmido, ou efetue a prática da incorporação logo após a aplicação, para evitar perdas por volatilização. O P deve sempre ser aplicado na fórmula de fosfatos solúveis (superfosfato simples ou triplo, MAP, DAP). Se for usado formulado, calcule a quantidade aplicada e complemente com adubos simples. Os fosfatos naturais não devem ser utilizados para a cultura do tomate, devido à sua baixa solubilidade e baixa eficiência. O cloreto de K é a principal fonte de adubo potássico na base. Se for usado o adubo formulado, calcule a quantidade aplicada e complemente com o cloreto de K.

5.2. Adubação de plantio para outras regiões

Como estratégia de adubação, para o P, recomenda-se aplicar no plantio de 80% a 100% da quantidade calculada. Já para o N e o K, as quantidades dependem do histórico da área e teores disponíveis no solo. Além disso, esses nutrientes podem ser perdidos por volatilização ou por lixiviação.

Nas condições do Cerrado brasileiro, é sabido que há uma carência de micronutrientes, em especial de boro (B) e zinco (Zn) e, por isso, deve-se redobrar os cuidados quanto ao suprimento correto desses elementos. As quantidades recomendadas de B e Zn giram em torno de 1 a 3 kg ha⁻¹ e de 3 a 5 kg ha⁻¹, respectivamente, e podem ser adicionadas no plantio na forma de sais solúveis, óxido ou silicatos.



Considerando que a demanda inicial do tomateiro por N e K é baixa, as quantidades a serem aplicadas no plantio variam de 40% a 60% do total calculado. Algumas áreas produtivas, em que os solos já apresentam fertilidade construída e os teores disponíveis de K estão acima de 100 mg dm^{-3} , não adicionam esse nutriente na adubação de base, optando por parcelar toda a quantidade recomendada na adubação de cobertura.

A restituição do enxofre (S) exportado pela cultura é outro ponto crucial para o alcance de altas produtividades. Sintomas de deficiência de S têm sido frequentes nas lavouras de tomate, por causa do uso continuado de formulações concentradas de NPK, como a 04:30:10 ou a 04:30:16. De maneira geral, o teor de S menor que $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ é considerado baixo e, portanto, sua correção se faz necessária.

A adubação com S pode ser feita via aplicação de gesso agrícola ou outras fontes que contenham o nutriente, como o sulfato de magnésio. Uma alternativa que tem sido utilizada nas lavouras é aplicar proporções diferenciadas de fontes menos e mais concentradas em P, como a adição de uma parte do P como 04:14:08 e a outra como 04:30:10. A primeira formulação contém S provenientes do sulfato de amônio e do superfosfato simples utilizados na mistura.

Outra opção interessante é aplicar parte da adubação fosfatada na forma de termofosfato magnesiano, no sulco de plantio. Essa prática fornece quantidades significativas de Ca, Mg, silício (Si) e micronutrientes.

O uso de fontes simples ou individuais de fertilizantes (ureia, cloreto de potássio, superfosfato triplo, dentre outros) é menos comum e a decisão dessa forma de adubação deve considerar os custos dos fertilizantes e das operações de aplicações dos insumos.

6. Adubação de cobertura

As adubações de cobertura visam complementar as quantidades de nutrientes requeridas pela cultura ao longo do seu ciclo vegetativo e que não foram aplicadas no momento do plantio, para evitar perdas ou alteração da CE do solo.

6.1. Adubação de cobertura do tomate para o sul do Brasil

A adubação de cobertura para o tomate cultivado nessa região basicamente é composta de N, 90% da dose total, e K, 95% da dose total (Tabela 6), que serão aplicados em fertirrigação, de acordo com o cálculo da curva de absorção. Na Tabela 9 é apresentada uma sugestão de distribuição de N e K fracionado em 20 semanas de cultivo. A distribuição desses nutrientes pode variar de acordo com a curva de absorção de cada híbrido de tomate. O início ocorre aos 21 dias ou na 3ª semana após o transplante, quando se aplicou 10% e 5% do requerimento de N e K_2O , respectivamente, no plantio.

As fertirrigações podem iniciar já na primeira semana, se não for aplicado N e K no transplante, como quando se utiliza superfosfato triplo ou simples no sulco. A adubação de cobertura é efetuada em fertirrigação, em apenas uma aplicação semanal, ou até duas, quando as doses recomen-

dadas são mais altas. O processo de injeção do adubo na linha de gotejamento pode ser feito por válvulas de sucção (*scruguel*) ou por injeção sobre pressão de bombas hidráulicas.

Deve-se observar que a mangueira gotejadora tenha uma uniformidade de pressão, e que o adubo tenha uma uniformidade de distribuição na sua aplicação. Em áreas de desníveis, é necessário subdividir em setores para a uniformidade de pressão e precisão da distribuição do adubo com homogeneidade ou usar mangueira gotejadora autopropelido. Outro aspecto importante na fertirrigação são os sistemas de filtros para que não haja entupimento da mangueira de gotejamento.

TABELA 9. Porcentagem semanal para o cálculo da quantidade de N e K na adubação de cobertura no Sistema de Produção Integrada de Tomate de Mesa (Sispit) no Sul do Brasil, por semana, após o plantio

SEMANAS	DIAS APÓS PLANTIO	N (%)	K ₂ O (%)
Plantio	0	10,0	5,0
1 ^a	7	0,0	0,0
2 ^a	14	0,0	0,0
3 ^a	21	1,5	0,5
4 ^a	28	2,5	2,5
5 ^a	35	3,5	2,8
6 ^a	42	4,0	3,7
7 ^a	49	4,5	4,0
8 ^a	56	5,2	5,8
9 ^a	63	8,5	9,2
10 ^a	70	9,2	12,1
11 ^a	77	10,2	12,5
12 ^a	84	10,0	10,1
13 ^a	91	9,2	9,1
14 ^a	98	8,1	8,3
15 ^a	105	7,0	6,5
16 ^a	112	6,0	5,0
17 ^a	119	3,5	3,1
18 ^a	126	3,3	2,5
19 ^a	133	2,5	1,1
20 ^a	140	1,0	1,1
TOTAL	-	100	100



O comportamento da curva de requerimento por N no tomate é maior e mais acentuado na fase inicial e, com aumento gradual, até a décima ou décima-primeira semana, quando se tem o pico máximo, e diminuição gradual até a vigésima semana. Comportamento semelhante se verifica para o K, com um requerimento mais lento na fase inicial; pico máximo entre a décima e décima-primeira semana, e uma diminuição gradual até próximo ao fim do ciclo.

Com a distribuição dos fertilizantes de acordo com a demanda das plantas, assegura-se o seu crescimento equilibrado, com distribuição adequada entre a estrutura vegetativa e reprodutiva (Figura 5), formação de um bom número de frutos de maior calibre por penca, além de uma distribuição uniforme dos frutos na planta. Por fim, garantem-se frutos de maior calibre no terço final da planta, denominado de ponteiro (Figura 6).



Figura 5. Plantas de tomate com adequado fornecimento de nutrientes via adubação de plantio e fertirrigação mostrando adequado crescimento vegetativo e bom estado nutricional

Foto: Leandro Hahn



Figura 6. Plantas de tomate com adequado estado nutricional, garantindo frutos de maior calibre no terço final (ponteiro)

Foto: Leandro Hahn

As fontes de adubos usadas em fertirrigação são geralmente o nitrato de amônio, nitrato de cálcio, ureia, nitrato de potássio ou cloreto de K branco. Podem-se usar adubos formulados de maior solubilidade, embora em experimentos conduzidos na Estação Experimental de Caçador não tenham apresentado diferenças para as fontes tradicionais, desde que a concentração do nutriente seja a mesma. Portanto, a escolha da fonte de adubo deve levar em consideração as características de maior facilidade no preparo da calda (solubilidade, limpeza, etc.) e o custo do adubo por unidade de nutriente.

6.2. Adubação de cobertura para outras regiões

Sob o ponto de vista prático, são utilizadas também as formulações, porém mais concentradas em N e K, como a 20:00:20 ou 20:05:20.

Geralmente, as adubações de cobertura se iniciam aos 20 – 25 dias após transplântio das mudas. Este período coincide com o início de florescimento do tomateiro. As quantidades restantes de adubo podem ser adicionadas a cada 15 dias, considerando um total de 4 a 5 aplicações.

Considerando que no período de frutificação há uma demanda mais acentuada por Ca, é aconselhável que parte do N seja adicionado na forma de nitrato de cálcio – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. A deficiência de cálcio pode ser devida à baixa concentração de Ca na solução do solo, pelo baixo fornecimento de água ou condições de dias seguidos de alta nebulosidade, quando a planta reduz sua evapotranspiração devido à alta umidade relativa.

A fertirrigação é a maneira mais eficiente para fornecer os nutrientes ao longo do período de cultivo e, para isso, devem ser utilizados sais específicos. Além da maior eficiência de uso de água e nutrientes pela planta, essa prática permite a adição de outros nutrientes em cobertura, como o Ca e os micronutrientes, em especial o B. Esta técnica consiste na aplicação dos nutrientes diluídos na água de irrigação. É o método mais eficiente e econômico de aplicar os fertilizantes, principalmente por meio de sistema de irrigação localizada, como o gotejamento. Adicionalmente, a aplicação parcelada dos fertilizantes nos momentos de maior demanda da cultura apresenta como vantagens: redução das perdas por lixiviação, evita a contaminação do lençol freático e de reservatórios de água superficiais e subterrâneas.

A eficiência da fertirrigação está condicionada às características do solo, da água, dos fertilizantes e da taxa de acúmulo de nutrientes da cultura. Informações mais detalhadas sobre os diferentes sistemas de irrigação podem ser consultadas no capítulo que trata especificamente desse tema.

Salienta-se que as doses a serem aplicadas devem sempre ser estimadas em função da análise química do solo, das classes de produtividade esperadas e do acúmulo de nutrientes.

Como exemplo do planejamento da fertirrigação, na Tabela 10 está a distribuição da demanda de N e K do tomateiro (cv Santa Clara) ao longo do ciclo produtivo. Os valores mais altos coincidem com o período de maior absorção. Após calculada a dose do fertilizante para todo ciclo produtivo, pode-se fazer a distribuição proporcional às quantidades a serem fornecidas via fertirrigação, utilizando as porcentagens demandadas pelo tomateiro.

Recomendamos que sempre se busque utilizar as curvas de acúmulo de nutrientes para a cultivar de interesse e, principalmente, que as recomendações sejam para as mesmas condições edafoclimáticas onde será realizado o cultivo. Não havendo estudos dessa natureza, pode-se utilizar essa recomendação como guia e vai se ajustando conforme a experiência de campo.

Para fertirrigação via gotejamento, sugere-se aplicar de 10% a 20% da recomendação total de N e K em pré-plantio, para suprir uma reserva de nutrientes no solo e favorecer o desenvolvimento inicial do cultivo. O restante é fornecido via fertirrigação à medida que as plantas se desenvolvem. Se os teores de K estiverem muito elevados, a adubação poderá ser realizada apenas por cobertura.



A ocorrência de podridão apical e a necessidade de pulverizações foliares com cálcio podem ser eliminadas, aplicando-se parte do cálcio via fertirrigação durante o florescimento e a frutificação. Para solos arenosos, a fertirrigação deve ser realizada a cada 1 ou 2 dias; para solos argilosos pode-se adotar uma frequência de 1 a 2 vezes por semana.

TABELA 10. Variação da necessidade de N e K do tomateiro (C.V. Santa Clara) em função da idade da planta

IDADE DA PLANTA (DIAS APÓS O TRANSPLANTIO)	NUTRIENTE	
	N	K
	%	
12	4,1	2,0
24	9,0	5,5
36	16,6	13,3
48	22,9	23,9
60	21,4	26,3
72	13,9	17,1
84	7,0	7,7
95	3,1	2,9
105	1,3	1,0
120	0,5	0,3

Fonte: Fayad et al. (2002)

Deve-se utilizar fertilizantes específicos para a fertirrigação, pois são de alta solubilidade e pureza. Os principais fertilizantes utilizados são: cloreto de cálcio, cloreto de potássio, monofosfato de potássio, nitrato de cálcio, nitrato de potássio, sulfato de amônio, sulfato de potássio e ureia, além dos micronutrientes em formulação ou individualmente - a maioria à base de sulfatos. O cálcio não deve ser aplicado em água contendo bicarbonato quando os valores estão acima de 400 mg L⁻¹ ou ser injetado simultaneamente com fertilizantes à base de sulfatos ou fosfatos, sob o risco de precipitar e causar entupimento de tubulações e emissores.

6.3. Escolha de fertilizantes

- **Fertilizantes solúveis**

Ainda são as principais fontes de adubos utilizadas nas lavouras. Além dos critérios técnicos para estimar as quantidades necessárias para o tomateiro, as fontes solúveis requerem a adoção de técnicas de manejo para aumentar eficiência de uso dos nutrientes. De maneira geral, a escolha da fonte a ser utilizada deverá levar em consideração o custo por nutriente adicionado e a eficiência da adubação, que está diretamente relacionada às reações com o solo.

Para a adubação nitrogenada, é importante conhecer as particularidades das fontes utilizadas. A ureia é o adubo mais utilizado, em especial nas adubações de cobertura, porém o seu manejo requer cuidados para minimizar a perda de N, devido à volatilização da amônia (NH_3). Ao aplicá-la, deve-se realizar a sua incorporação ao solo, mantendo-o úmido. Valor elevado de pH do solo pode contribuir para perda de N, portanto, muita atenção deve ser dada a calagem.

As fontes nítricas de N são mais estáveis que as amoniacais, ou seja, menos passíveis de volatilização, porém, em solos arenosos, poderá ocorrer a lixiviação do nitrato. O parcelamento da adubação é a principal forma de minimizar essa forma de perda.

As fontes solúveis de P, como o superfosfato simples (SSP) ou triplo (ST), MAP e DAP, ao se solubilizarem, devido ao contato com a umidade do solo, liberam o ânion fosfato que interagem prontamente com os minerais do solo ou outros íons, podendo ficar imóveis por processo de adsorção e/ou precipitação, respectivamente. Por isso, é importante a localização do adubo na linha de plantio, mais próximo do sistema radicular.

A maneira mais eficiente de aplicação de P é de forma localizada, no sulco de plantio do tomate. Aplicações parceladas de P via fertirrigação devem ser realizadas em solos com baixa capacidade de retenção de P, como solos arenosos. Neste caso, recomendam-se fontes solúveis de P, como MAP purificado e ácido fosfórico, e aplicações até 80 dias após o transplante, quando praticamente toda planta de tomate é formada estruturalmente.

Os adubos fontes de K comportam-se de maneira similar às fontes nítricas do ponto de vista de perdas por lixiviação. Porém, a depender da fonte, os fertilizantes potássicos podem aumentar a CE do solo, tornando-o salino. Para evitar a salinização do solo, é muito importante avaliar o índice salino do fertilizante ou evitar a adição de quantidades muito elevadas numa única vez.

Tecnologias para aumentar a eficiência dos adubos têm sido buscadas, com relativo sucesso. Algumas estratégias têm sido utilizadas para minimizar a perda de nutrientes, como o revestimento dos grãos com polímeros para controlar a solubilidade, inibidores da urease, etc. Contudo, a relação entre a eficiência da adubação e o custo dessa fonte deverá ser considerada frente a outras opções.

- **Fertilizantes organominerais**

São produzidos por tecnologia que combina fontes orgânicas e minerais no mesmo produto; ou seja, não se trata da aplicação de uma fonte orgânica e uma mineral no plantio.

Os fertilizantes organominerais (FOM) estão na categoria dos fertilizantes de eficiência aumentada e o uso deles tem crescido anualmente devido às repostas agronômicas favoráveis. A maioria dos FOM são fontes de P, embora sejam oferecidas também fontes com os demais nutrientes, inclusive com micronutrientes.



A presença da matéria orgânica no grão protege o fertilizante mineral, estando a sua disponibilização condicionada à oxidação dela pelos microrganismos do solo. Isso reduz os problemas de adsorção do fosfato, as perdas por lixiviação e o potencial de salinização do solo.

O custo do FOM também deve ser considerado na tomada de decisão de qual fonte utilizar.

- **Biofertilizantes**

O uso desses insumos tem crescido anualmente, principalmente na complementação da adubação. São misturas simples ou complexas de diferentes materiais – ácidos orgânicos, extratos vegetais, aminoácidos, dentre outros – ou produzidos por meio de processos nanotecnológicos e, em ambos os casos, apresentam um ou mais nutrientes. Esses materiais apresentam bioatividade e os principais benefícios observados são: desenvolvimento radicular, aumento da área foliar, aumento na absorção de nutrientes e regulação de enzimas importantes para o metabolismo vegetal.

A utilização de biofertilizantes no tomateiro se justifica se auferir em ganhos de produtividade ou para minimizar a sua perda quando a cultura experimentar condições de estresse abiótico, como restrição hídrica, excessos de sais, extremos de temperatura, dentre outros.

7. Nutrição do tomateiro

7.1. Função dos nutrientes requeridos na nutrição do tomate

Como a maioria das espécies vegetais, o tomateiro necessita que os elementos químicos essenciais estejam presentes em quantidades e proporções adequadas para o alcance do potencial produtivo de máxima eficiência econômica. Dentre eles, o carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) são obtidos da atmosfera ou da molécula da água. Já os demais N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e níquel (Ni) devem ser fornecidos por fontes externas.

A disponibilidade e a absorção dos nutrientes devem ocorrer em proporções adequadas, via solução do solo, solução nutritiva, ou como suplementação via foliar, uma vez que cada um tem uma função específica no metabolismo das plantas. Desequilíbrios em suas proporções podem causar deficiência ou excesso de um ou mais nutrientes, causando limitações ao desenvolvimento das plantas ou mesmo a morte delas.

No interior da planta, os nutrientes são agrupados conforme o seu padrão de mobilidade ou distribuição, podendo ser baixo, moderado ou alto. O conhecimento desses padrões pode auxiliar na diagnose visual para identificação de qual elemento químico está causando o(s) sintoma(s) de deficiência observado (Figura 7).

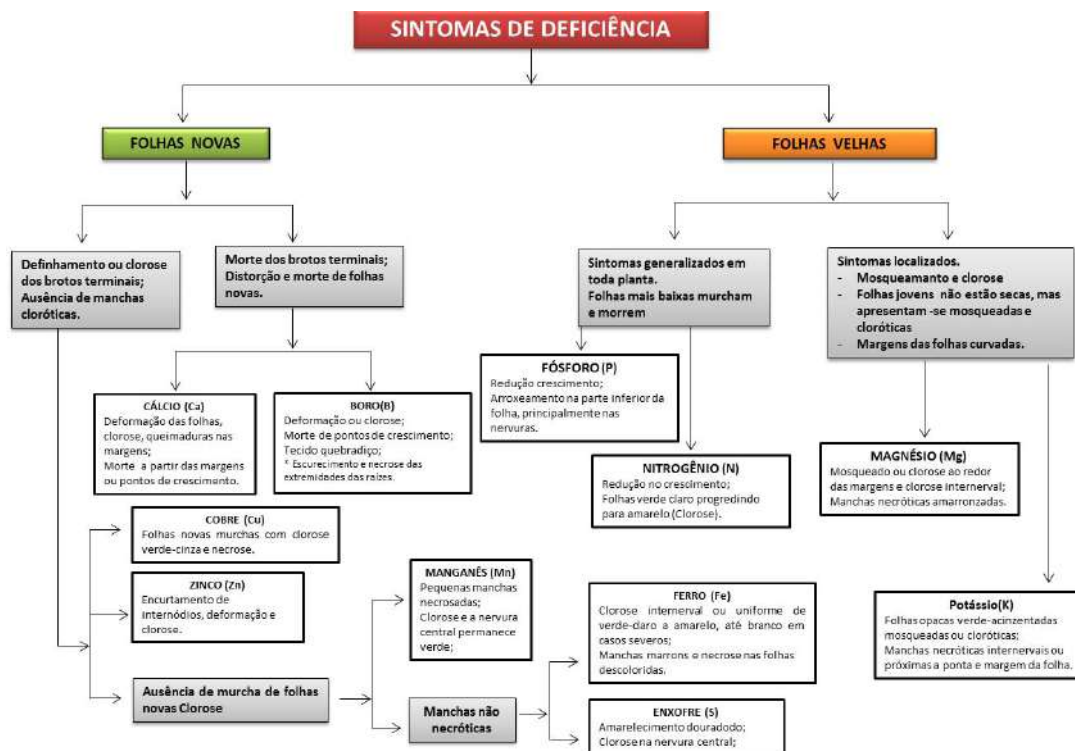


Figura 7. Fluxograma diagnóstico para auxiliar a identificação de deficiências comuns de nutrientes

• Nitrogênio

É elemento estrutural e componente de vitaminas e aminoácidos formadores de proteínas, enzimas e sistemas energéticos da planta. O fornecimento adequado de N está relacionado à produção de folhas e ramos bem desenvolvidos. A deficiência de N afeta a síntese de clorofila, reduzindo o desenvolvimento foliar e a eficiência fotossintética. Isto limita a planta de realizar funções essenciais, como a absorção de nutrientes, resultando em crescimento reduzido e queda de produtividade (Figura 8).

As principais formas de absorção do N pelo tomateiro são o amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-). Estas duas formas são bastante móveis no interior da planta e, por isso, os sintomas de deficiência são observados nas folhas mais velhas, baixas.



A deficiência de N ocorre quando há suprimento insuficiente de fertilizantes nitrogenados no plantio, baixo teor de matéria orgânica no solo, deficiência de molibdênio, compactação do solo, lixiviação intensa e seca prolongada. Já em doses elevadas pode ocorrer uma produção excessiva de folhas, maior incidência de pragas e doenças, formação de frutos ocos e defeituosos e, em alguns casos, afetar a qualidade e maturação tardia dos frutos.



Figura 8. Plantas de tomate sem adubação de N, mostrando crescimento reduzido, amarelecimento e senescência das folhas, além de frutos com baixo calibre

Foto: Leandro Hahn

- **Fósforo**

É fundamental para processos importantes na planta, principalmente os de transferência de energia, divisão e crescimento celular. Teores adequados de P favorecem o crescimento radicular, melhoram a qualidade e aumento dos frutos, sendo vital para a produção de sementes.

Plantas de tomate deficientes em P apresentam crescimento limitado, principalmente após o transplante das mudas (Figura 9). Em plantas bem desenvolvidas, os sintomas de deficiência ocorrem nas partes mais velhas, devido à sua alta mobilidade. Os sintomas são folhas com coloração púrpura ou avermelhada (arroxeadas) relacionada com o acúmulo de antocianina. A deficiência de P reduz a floração e retarda a maturação dos frutos.

Efeitos negativos diretos no desenvolvimento do tomateiro, devido a adubações ou teores excessivos de P, não têm sido relatados, porém essa condição pode induzir a deficiência em Zn devido a reações de precipitação.



Figura 9. Plantas de tomate cultivadas em solo com baixos teores e sem adubação de P, mostrando crescimento reduzido, e baixo pegamento de frutos

Foto: Leandro Hahn

- **Potássio**

As funções do K no crescimento do tomateiro estão associadas à regulação osmótica (dentro do vacúolo, por exemplo), manutenção do equilíbrio eletroquímico no interior das células e seus compartimentos e regulação de atividades enzimáticas. Diferente de outros nutrientes, o K não faz parte de estruturas orgânicas e sua participação está associada à ativação de enzimas do metabolismo de carboidratos e proteínas, bem como está intimamente relacionado à qualidade dos frutos. É o nutriente mais absorvido pelas plantas de tomate e mais exportado pelos frutos.

Altamente móvel no interior da planta, semelhante ao relatado para o N e o P, a deficiência de K se expressa nas folhas mais velhas: ela se caracteriza por amarelecimento entre as nervuras das folhas, acompanhada de necrose das pontas e margens das folhas. O amarelecimento das folhas ocorre das extremidades para o centro.



Embora muito raro, o excesso de K no solo, leva ao acúmulo nas folhas mais velhas, causando desidratação nas células vizinhas e o rompimento de membrana nas células, provocando o aparecimento de manchas necróticas nas folhas (Figura 10B). Além disso, pode ocasionar frutos ocos (Figura 10A) e rachados e interagir negativamente na absorção de outros nutrientes, como cálcio e magnésio, e, conseqüentemente, causar desequilíbrios nutricionais na planta.

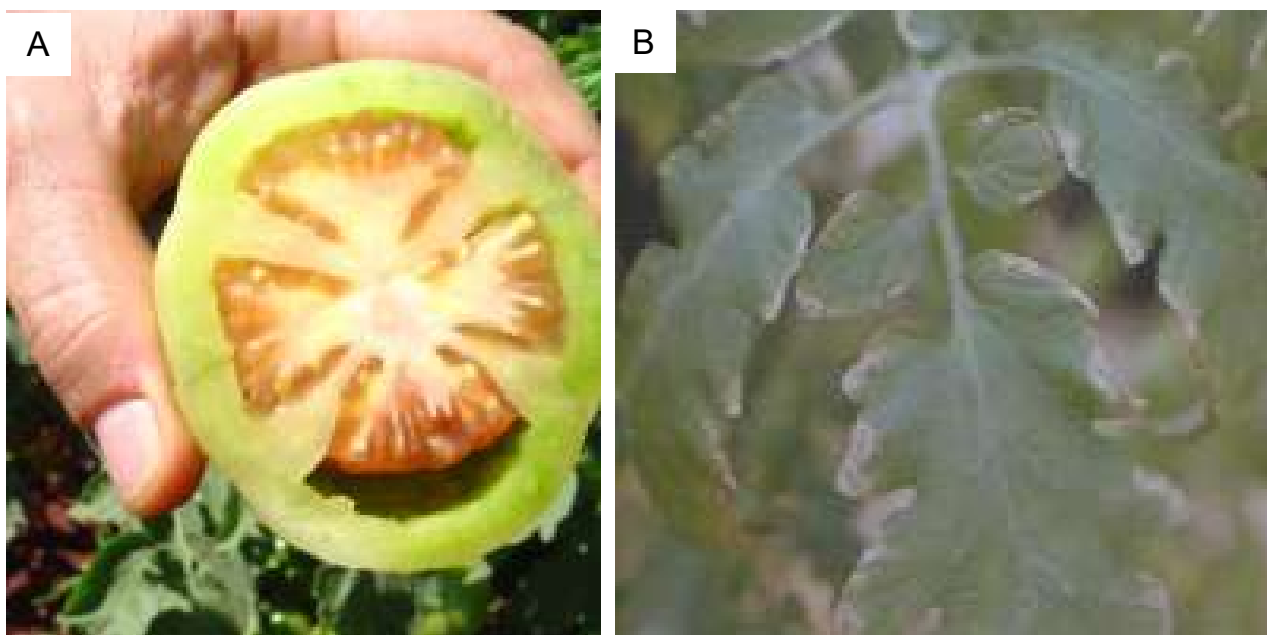


Figura 10. Sintomas de deficiência de potássio em tomate: Cavidade interna oca no fruto (A) e folhas velhas com amarelecimento e necrose das bordas (B)

Foto: Acervo Embrapa Hortaliças

- **Cálcio**

Está presente principalmente na parede celular e, por isso, seu papel é estrutural na célula da planta. Sua presença em níveis adequados pode ter efeitos positivos diretos sobre os tomates após a colheita, como minimizar a perda de água e aumento da vida de prateleira dos frutos, e, muito possivelmente, melhorar a resistência ao transporte.

Em geral, os solos são muito pobres em Ca e sua movimentação no solo se dá por fluxo de massas, ou seja, depende da presença de água no solo para ser absorvido pelas raízes. A planta o absorve na forma de cátion Ca^{2+} e depois de absorvido o íon é transportado no xilema e parte no floema.

Em razão da baixa mobilidade do Ca no floema, sua distribuição na planta é muito limitada e, portanto, os sintomas são visíveis nas folhas mais jovens da planta, nos frutos e no crescimento reduzido do sistema radicular. Nas folhas, é possível observar pontos quebradiços e aspecto de queimaduras nas suas pontas. A isso dá-se o nome de queimadura de ponteiro ou *tip burn*. Situações nas quais ocorrem o rápido crescimento do fruto e a baixa absorção de Ca são favoráveis ao aparecimento dos sintomas de deficiência, caracterizados pelo apodrecimento da parte inferior do fruto – podridão apical ou fundo preto (Figura 11).

O aparecimento dos sintomas de deficiência de Ca pode estar associado a: teores trocáveis inferiores ao nível crítico, irregularidade no fornecimento de água, uso de cultivares sensíveis, uso de doses elevadas de fertilizantes potássios e nitrogenados, principalmente os amoniacais e altas taxas de crescimento e transpiração.

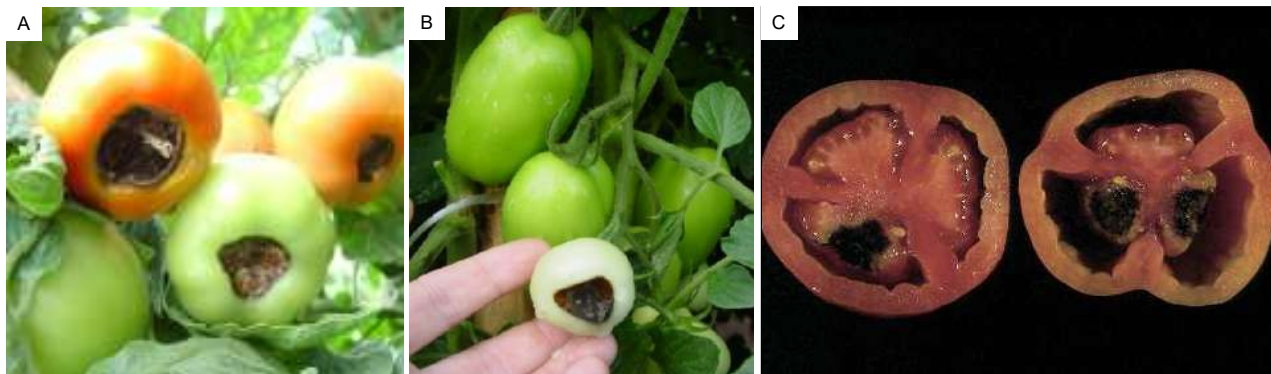


Figura 11. Sintomas de deficiência de cálcio em tomate: Podridão apical no fruto (A e B) e Necrose interna do fruto ou coração-preto (C)

Foto: acervo da Embrapa Hortaliças

- **Magnésio**

Está relacionado diretamente com a fotossíntese, uma vez que está presente na molécula da clorofila, tendo também um papel estrutural.

O teor de Mg trocável no solo é muito baixo e a planta o absorve da solução do solo na forma de cátion Mg^{2+} . A presença excessiva dos íons K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ e Mn^{2+} na solução do solo pode limitar sua absorção pela planta.

A distribuição do Mg no interior da planta é moderada e ocorre via xilema e floema. Os sintomas de deficiência são observados nas folhas mais baixas e caracterizados pela ocorrência de clorose entre as nervuras. Esse padrão de deficiência é denominado amarelo-baixeiro (Figura 12).

Recomenda-se manter os teores de Mg^{2+} sempre acima de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ com vistas a induzir a formação do par iônico $MgHPO_4$, para aumentar a eficiência das plantas em absorver o fosfato.



Figura 12. Sintomas de deficiência de magnésio em folhas de tomate: amarelecimento das regiões internervais das folhas velhas

Foto: Leandro Hahn

- **Enxofre**

Está presente nas proteínas, uma vez que são componentes de alguns aminoácidos, vitaminas e hormônios da planta. No solo, está presente nas formas orgânica e inorgânica e o sulfato (SO_4^{2-}) é a principal forma absorvida pelas plantas. Depois de absorvido, o SO_4^{2-} é reduzido e incorporado aos compostos orgânicos da planta.

Os sintomas de deficiência de S são similares ao da falta de N, porém, devido à sua moderada translocação no interior da planta, eles aparecem nas folhas jovens, recém-desenvolvidas. Em geral, as lâminas inferiores das folhas apresentam-se uniformemente amareladas ou cloróticas.

O uso de formulações mais concentradas de fertilizantes NPK são as principais causas da redução dos teores disponíveis de S. Os baixos teores de MOS e secas prolongadas também explicam os baixos teores de S no solo, em especial naqueles de fertilidade construída. No solo, teores acima de 10 mg dm^{-3} são considerados adequados para o tomate.

- **Micronutrientes**

Os teores de Fe e Mn se apresentam disponíveis em quantidades adequadas na maioria dos solos brasileiros. Já o B, Cu, Mo, Ni, e Zn são deficientes e a restituição deles deve fazer parte do programa de adubação do tomateiro, especialmente o B e Zn.

O pH do solo afeta a disponibilidade dos micronutrientes na solução do solo, portanto, deve-se ter cuidado com o excesso de corretivos da acidez. Com exceção do Mo e do Cl, os demais micronutrientes têm a sua disponibilidade limitada com o aumento do pH.

Do ponto de vista econômico, o B seguramente é o micronutriente mais relevante para o tomateiro. Sua função na planta está associada à formação dos frutos, desde o florescimento, crescimento do tubo polínico e frutificação. Sua deficiência afeta o crescimento do fruto e pode reduzir seu padrão comercial, devido ao surgimento de rachaduras no pedúnculo. Além disso, pode apresentar também abortamento floral e lóculo aberto e escurecimento no interior dos frutos (Figura 13).

O B apresenta interação sinérgica com Ca, pois auxilia na sua absorção e metabolismo. Ambos participam da formação da pectina das membranas celulares, na absorção de água, no metabolismo de glicídios e transporte de carboidratos.

A disponibilidade do B para as plantas depende da sua interação com os argilominerais, matéria orgânica e óxidos de Fe e Al do solo. O ácido bórico (H_3BO_3) e o ânion borato ($\text{B}(\text{OH})_4^-$) são as principais formas químicas absorvidas pela planta.



Os fatores que condicionam o aparecimento dos sintomas de deficiência de B são: calagem excessiva, índice de precipitação elevado e irrigação em excesso. A textura do solo influencia também no comportamento do B, já que, em solos de textura arenosa, ele pode ser facilmente lixiviado, enquanto para solos de textura argilosa, sua mobilidade é pequena.

O papel do Zn na nutrição de plantas é de cofator enzimático de vários processos metabólicos, como síntese de auxinas e outros hormônios vegetais relacionados ao crescimento. Por causa disso e devido à baixa mobilidade no interior da planta, a deficiência de Zn caracteriza-se pelo encurtamento dos entrenós, deformação e clorose das folhas e, quando é intensa, redução no tamanho das folhas.

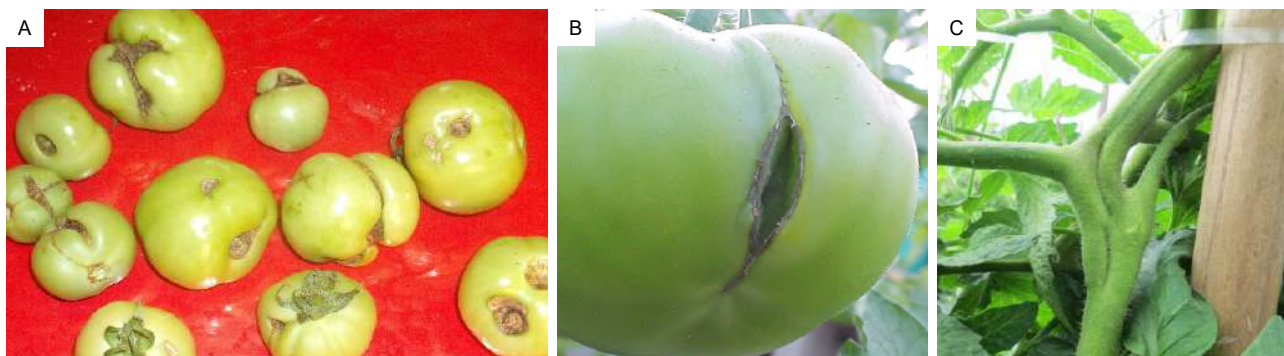


Figura 13. Sintomas de deficiência de boro em tomate. Rachaduras nos frutos (lôculos abertos) (A e B) e encurtamento dos internódios e afinamento do talo, inclusive com rachaduras (C)

Fotos: Leandro Hahn

7.2. Acúmulo de nutrientes pelo tomateiro

Entre as espécies cultivadas, o tomateiro está entre as mais exigentes em nutrientes. Para atingir elevadas produtividades, em muitos casos podendo ultrapassar as 200 t/ha, o tomateiro precisa extrair do solo ou retirar da solução nutritiva quantidades elevadas de nutrientes.

Para conhecer a demanda nutricional do tomateiro, utiliza-se a marcha de absorção de nutrientes da cultivar. A partir dessa informação é possível montar um programa de manejo da fertilidade e nutrição do tomateiro, considerando sua demanda nos diferentes estádios fenológicos. É possível encontrar na literatura, ou obter com as empresas detentoras dos cultivares e híbridos de tomate, curvas de absorção de nutrientes para os principais grupos de tomate cultivados no país.

As quantidades e as proporções dos nutrientes absorvidos dependem de características intrínsecas do tomateiro, como, também, dos fatores externos que condicionam o processo – sistema e época de cultivo, tipo de solo, concentração de nutrientes disponível, temperatura, luminosidade, umidade relativa, dentre outras.

De maneira geral, os nutrientes mais requeridos pelo tomateiro durante todo o período de cultivo apresentam a sequência: macronutrientes = $K > N > Ca > S > P > Mg$; micronutrientes: Cu, Mn, Fe, B e Zn.

O K e N sempre ocupam as primeiras posições e o período de máxima absorção deles ocorre entre os 100 e 120 dias após transplantio (DAT). Isso justifica também a necessidade do parcelamento das adubações com NK, além da possível perda de nutrientes. É importante ter atenção quanto a maior absorção de Ca e S em relação ao P.

A partir do tratamento matemático dos dados da curva de absorção de nutrientes é obtida a taxa de absorção diária ($mg\ planta^{-1}\ dia^{-1}$) e o período de máxima absorção. Estas duas informações são fundamentais para manejo da fertirrigação.

TABELA 11. Quantidades elevadas de nutrientes absorvida (kg ha^{-1}) e portagem alocada nos frutos (%). Valores entre parênteses indicam o intervalo de valores observados para diferentes cultivares

NUTRIENTE	ABSORÇÃO		FRUTO	
	----- kg ha^{-1} -----		----- % -----	
N	234,7	(206 – 306)	66,3	(55 - 84)
P	44,2	(30 – 68,5)	70,0	(54 - 86)
K	307,3	(264 – 360)	65,3	(55 - 80)
S	38,8	(29,2 – 49)	9,8	(5 - 21)
Ca	144,6	(85,2 – 202)	31,3	(20 - 63)
Mg	31,8	(26,5 – 40)	25,7	(20 - 34)
Fe	2,2	(1,41 – 3,2)	43,0	(23 - 63)
Mn	1,2	(0,34 – 2,1)	3,2	(3,0 - 3,4)
Zn	1,6	(0,69 – 3,4)	22,5	(20 - 25)
B	0,9	(0,5 – 1,2)	--	

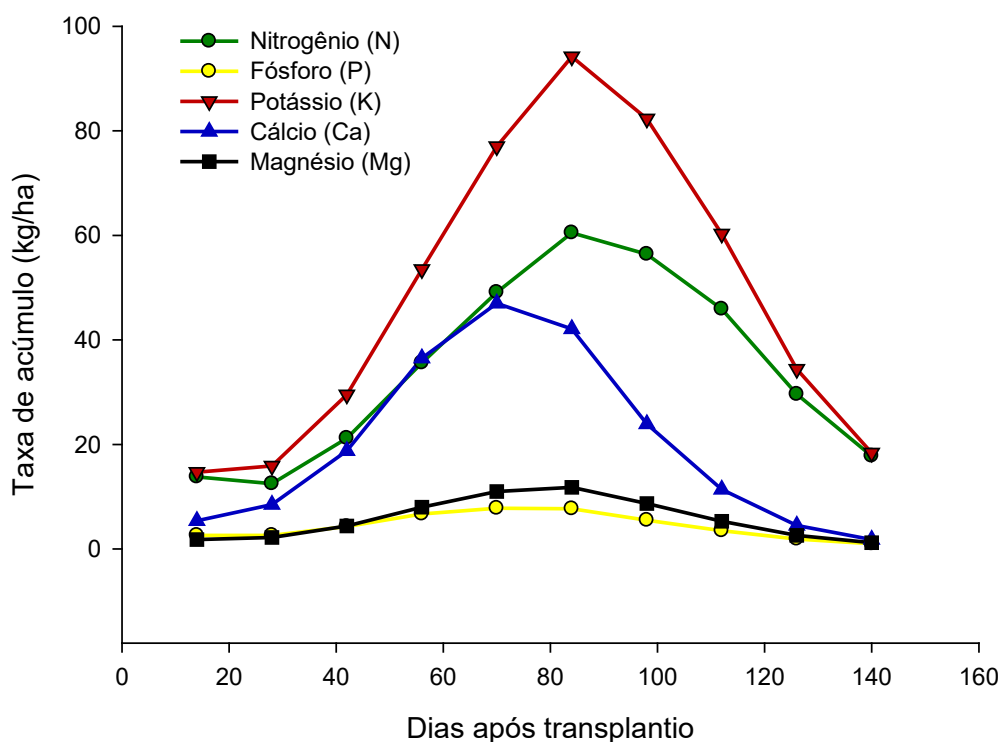


Figura 14. Taxa de acúmulo a cada 14 dias de macronutrientes de um híbrido de tomate estimada pela curva de absorção em função da idade da planta

Fonte: Hahn et al. (2019)

7.3. Diagnóstico do estado nutricional do tomate

As folhas são as melhores indicadoras do estado nutricional do tomateiro, uma vez que há uma correlação clara entre o crescimento e a produtividade da cultura com os teores de nutrientes nos tecidos. Assim, a análise química das folhas-índices é uma ferramenta importante para

o diagnóstico e prognóstico do balanço nutricional da planta, pois possibilita a correção da deficiência ou de excesso de determinado nutriente ocasionado, por exemplo, por desequilíbrios ocorridos durante a adubação.



Similar à amostragem para análise química do solo, para a diagnose foliar é preciso seguir as recomendações regionais de amostragem e obedecer estritamente à fase fenológica do tomateiro para amostrar as folhas e para interpretar os resultados, utilizando valores de referência. Além dos valores de referência, é recomendado balizar o resultado da análise foliar com a análise de solo e o histórico de adubação da área. A Tabela 12 apresenta faixas de teores adequados de macronutrientes e micronutrientes em folhas de tomateiro para diferentes estados produtores.

A recomendação da análise foliar do tomate é por amostragem de folhas completas (limbo com pecíolo): coletar a quarta folha completamente expandida da haste principal a partir da ponta, por ocasião do 1º fruto maduro (Figura 15). Cada amostra deverá ser composta de, aproximadamente, 25 plantas, dependendo da homogeneidade. Cada amostra representa uma condição nutricional. Assim, folhas com sintomas de deficiência nutricional não devem ser misturadas com aquelas normais. Cada amostra deve ser constituída de folhas de plantas da mesma idade e da mesma cultivar. As folhas que compõem a amostra devem estar livres de doenças e de danos causados por insetos.



Figura 15. Coleta da quarta folha completamente expandida da haste principal a partir da ponta, por ocasião do 1º fruto maduro, para diagnose do estado nutricional do tomate

Foto: Leandro Hahn

Na amostragem de folhas na maturação do primeiro fruto, eventuais problemas nutricionais já ocorreram, e sua correção se torna tardia. Para coletas realizadas anteriormente a este período, não existem padrões disponíveis para interpretação, devendo o produtor valer-se de análise visual ou comparar os resultados da análise foliar de plantas com sintomas de deficiência com resultados da análise foliar de plantas bem nutridas.

TABELA 12. Faixas de teores adequados de macronutrientes e micronutrientes em folhas de tomateiro adotadas em diferentes estados produtores

	MACRONUTRIENTE						MICRONUTRIENTE				
	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
MG ^{1/} Limbo	26,4	5,9	91,8	27,4	4,9			41	66	103	134
MG ^{1/} Pecíolo	4,59	5,6	57,2	44,0	5,0			40	268	290	37
SP ^{2/}	40 – 60	4 – 8	30 - 50	15 – 30	4 - 7	3 - 7	30 – 100	5 - 15	100 – 300	50 – 250	30 - 100
RS/SC	40-60	4 - 8	30-50	14 - 40	4 - 8	3 - 10	30-100	5-15	100-300	50-250	30-100

Fonte: ^{1/} Cantarutti et al. (2007); ^{2/}Raij (2019); CQFS-RS/SC (2004).

8. Referências

- ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. **Calagem**. In.: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G., ALVAREZ V., V.H. Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5a Aproximação. Viçosa, MG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.43-60, 1999.
- CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F. **Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes**. In.: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (editores). Fertilidade do Solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.92-132, 2007.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. In.: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (editores). Fertilidade do Solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.92-132, 2007.
- FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, L.F.; FERREIRA, F.A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.232-237, 2001.
- FONTES, R.R. **Recomendação para uso de corretivos, matéria orgânica e fertilizantes para hortaliças - DF, 1ª aproximação** – EMATER-DF/CNPH, Brasília-DF, 1987, 50p.
- FONTES, R.R. Solo e nutrição da planta. In: SILVA, J.B.C; GIORDANO, L.B. (editores). **Tomates para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças, p. 22-35, 2000.
- HAHN, L.; FELTRIM, A.L.; BERNARDI, M.; DAL BOSCO, P.; MOREIRA, M. **Análise de crescimento e marcha de absorção de nutrientes em plantas de tomate fertirrigado híbrido 'Coronel'**. Florianópolis: Epagri, 2019, 21p. (Relatório de Pesquisa).
- OLSON, S.M; SIMONNE, E.H.; STALL, W.M.; VALLAD, G.E.; WEBB, S.E.; MCAVOY, E.J. SMITH, S.A. **Pepper production in Florida**. In.: Olson, S.M.; Santos, B. (editors). The vegetable production

handbook for Florida 2010 - 2011. p. 211-226, 2010.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. eds. **Recomendação adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)

SOUSA, D.M.G. **Acidez do solo e sua correção**. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.205-274, 2007.

SOUSA, D. M. G.de; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso do gesso agrícola nos solos do Cerrado**. 2a. ed. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2005, 18p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica 32). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568533/1/cirtec32.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2008.

VITTI, G.C.; LUZ, P. H.de C.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A.S.; SERRANO, C.G. de E. **Uso do gesso em sistemas de produção agrícola**. Piracicaba: GAPE, 2008, 104p.

VALMORBIDA, J.; WAMSER, A. F.; SANTIN, B.L.; ENDER, M. Métodos de manejo e plantas de cobertura do solo para o cultivo do tomateiro tutorado. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, p. 76-81, 2020.

Informações complementares

TABELA 1. Principais conversões de unidades utilizadas na fertilidade do solo

DE	PARA	CONVERSÃO
mg/dm ³	kg/ha	mg/dm ³ x 2
% = dag/kg	g/dm ³ , g/kg e g/L	% (dag/kg) x 10
ppm	mg/kg ³ , mg/dm ³ e mg/L	ppm x 1
meq/100 cm ³	mmol _c /dm ³	meq/100 cm ³ x 10
cmol _c /dm ³	mmol _c /dm ³	cmol _c /dm ³ x 10
K (cmol _c /dm ³)	K (mg/dm ³)	K (cmol _c /dm ³) x 0,391
Na (cmol _c /dm ³)	Na (mg/dm ³)	Na (cmol _c /dm ³) x 0,230
Ca (cmol _c /dm ³)	Ca (mg/dm ³)	Ca (cmol _c /dm ³) x 0,200
Mg (cmol _c /dm ³)	Mg (mg/dm ³)	Mg (cmol _c /dm ³) x 0,120
K ₂ O	K	K ₂ O x 0,83
P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅ x 0,437
CaO	Ca	CaO x 0,715
MgO	Mg	MgO x 0,602

Banco de imagem



Deficiência boro – Rachadura na região do pedúnculo



Deficiência de Mg – Amarelecimento entre as nervuras



A



B

Planta de tomate em fase inicial. A – Planta bem nutrida; B – Planta com deficiência de N
Clorose generalizada principalmente nas folhas mais velhas

Fotos: Juscimar Silva



Deficiência de Ca – Podridão Estilar / Podridão Apical / Fundo Preto

Fotos: Juscimar Silva

7. Irrigação

Marcos Brandão Braga ¹, Anderson Luiz Feltrim², Lino Carlos Borges³

¹Embrapa Hortaliças

marcos.braga@embrapa.br

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina -

Estação Experimental de Caçador,

andersonfeltrim@epagri.sc.gov.br

³Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (Emater-GO),

lino.borges@goias.gov.br.

1. Introdução

Existem basicamente três métodos de irrigação no tomate tutorado:

- irrigação por aspersão, irrigação por superfície (sulco) e localizada (gotejamento).
- **Irrigação por aspersão:** seu uso não é recomendável, pois favorece o aparecimento de doenças foliares. Além disso, lava os produtos fitossanitários aplicados na parte aérea, o que pode provocar perdas significativas na produção e na qualidade dos frutos.
- **Irrigação por sulco:** por mais que se faça dentro das normas técnicas, é pouco eficiente. Pode apresentar perdas de mais de 40% da água por escoamento no final do sulco e por percolação profunda, além de ser um agente da erosão do solo, principalmente em áreas declivosas.
- **Irrigação localizada por gotejamento:** se bem dimensionada, é a mais eficiente. Isso porque, neste sistema, aplica-se água diretamente ao solo, em uma faixa ou ponto na linha de plantio, gerando economia de água/energia, sem provocar o molhamento foliar. Devido principalmente a esses fatores, é o sistema recomendado para a irrigação na Produção Integrada de tomate.

Adicionalmente ao sistema de irrigação por gotejamento, há necessidade de adoção de estratégias para o manejo adequado de água, de forma a racionalizar seu uso, minimizar o gasto de energia e reduzir a incidência de doenças e os impactos ambientais degradantes.

A irrigação localizada por gotejamento é a maneira indicada de se repor o consumo hídrico da cultura. As características desse sistema são:

- a aplicação pontual da água no solo,
- a alta frequência de irrigação,
- a aplicação de pequenas vazões, e,
- principalmente, a alta uniformidade de aplicação de água, alcançando alta eficiência.

Com a aplicação pontual de água, somente uma parte do solo é molhada. Com isso, há uma redução na evaporação direta da água do solo, devido à menor percentagem de área molhada e de sombreamento da área molhada.



Para maximizar a produtividade e gerar um produto de qualidade, é necessário o conhecimento das necessidades hídricas do tomate nas regiões em que é cultivado. Os fatores: cultivar, estágio de desenvolvimento da cultura, espaçamento entre plantas e clima da região, dentre outros, podem ser usados para definir as necessidades hídricas da cultura de tomate.

O aspecto mais importante relacionado ao manejo da água é a determinação da quantidade correta e o momento certo de realizar a irrigação, para evitar que ocorra perda de água por percolação e lixiviação de nutrientes, impedindo que a planta expresse seu potencial produtivo, seja pelo excesso ou falta de água.

O manejo da irrigação, aliado às práticas agrícolas preestabelecidas pelo Sistema de Produção Integrada de Tomate (Sispit), constitui base para a sustentabilidade da produção. Um bom sistema de manejo da irrigação deve levar em consideração: época de plantio, espaçamento, características de desenvolvimento das culturas, sistema de irrigação, variáveis meteorológicas diárias, análises fitopatológicas e entomológicas, adubação, plantas daninhas, manejo da cultura, colheita, etc. Deve também observar a interação de todos os fatores de condução da cultura com as características de cada propriedade.

Diante disso, políticas públicas de uso dos recursos hídricos, juntamente com a utilização correta da irrigação, de forma a manejar eficientemente a água e os fertilizantes, são essenciais para a manutenção do equilíbrio entre a produção agrícola e o meio ambiente. Dessa forma, o estudo de princípios básicos para a realização de um bom manejo de água e fertilizantes é imprescindível para a sustentação do ambiente.

Atualmente, na região de Caçador (SC), no Alto Vale do Rio do Peixe, os produtores adotam um turno de regra fixo, variando de 1 a 3 dias. Por outro lado, não utilizam nenhum sistema de monitoramento para a determinação da real necessidade de água da cultura do tomate. Geralmente, o monitoramento para se tomar a decisão da irrigação é feito de forma empírica, com observações visuais da umidade do solo, além da experiência dos técnicos e produtores.

2. Irrigação por gotejamento

A irrigação por gotejamento, como prática agrícola, permite a aplicação de adubos via água de irrigação (fertirrigação). Portanto, em relação à adubação convencional, apresenta maior eficiência na aplicação dos nutrientes, economia de mão de obra, melhor trânsito na cultura e, principalmente, melhor adequação na quantidade e época de fornecimento de nutrientes.

Quando bem dimensionado, esse sistema tem condições de controlar com maior precisão as aplicações de água e adubos ao longo de todo o ciclo da cultura, em comparação com o uso de irrigação por aspersão ou por superfície. Além disso, a irrigação por gotejamento pode proporcionar um incremento de produtividade e uma economia de água entre 30% e 50%, em comparação aos demais sistemas. A água aplicada, via gotejamento, diretamente no solo, sem molhar a folhagem e os frutos, contribui também para a diminuição da incidência de doenças na parte aérea e do apodrecimento de frutos, propiciando uma redução de até 60% no uso de fungicidas.

O inadequado dimensionamento do sistema de irrigação pode resultar na distribuição desuniforme dos adubos na área. Igualmente, as reações químicas dos adubos injetados neste sistema podem causar a corrosão de equipamentos, a precipitação de adubos, e, principalmente quando

as misturas e/ou as fontes são inadequadas, podem diminuir a vida útil e ocasionar desuniformidade da irrigação na área de cultivo. Por outro lado, o manejo incorreto da fertirrigação pode ocasionar a salinização do solo, pelo excesso de sais (cloretos, sulfatos, bicarbonatos, nitratos e boratos de sódio, magnésio, cálcio, etc.). Assim, recomenda-se usar produtos indicados para fertirrigação e seguir orientações técnicas de como proceder ao manejo dessas aplicações.

O estudo e o monitoramento das condições edafoclimáticas durante o desenvolvimento da cultura permitem aplicar, com alta precisão, a quantidade requerida de água no momento adequado, a partir de alguns instrumentos de medida e de controle instalados no campo.



Após o plantio das mudas, as necessidades hídricas totais para a cultura do tomate no campo, com 90 a 120 dias, são de 400 a 600 mm, mas o excesso durante o período de floração provoca o aumento das quedas das flores e redução do crescimento. Igualmente variações de umidade do solo podem causar desbalanceamento de cálcio, podridão apical e rachaduras nos frutos. Os inícios da frutificação e do desenvolvimento dos frutos são os estágios da cultura que apresentam maior sensibilidade à deficiência de água no solo.

A irrigação, apesar de ser cada vez mais utilizada pelos produtores, ainda é feita sem controle técnico científico. São raros aqueles que fazem uso de equipamentos e de indicadores da necessidade hídrica da cultura (tensiômetros, tanque classe "A"). Quando não são realizadas corretamente, algumas metodologias de estimativas da quantidade de água a ser aplicada podem provocar danos indesejáveis, como a salinização do solo, a baixa produtividade, o aumento de doenças fúngicas e a qualidade inferior de frutos, além do desperdício de água.

Para o manejo adequado da água de irrigação, é necessário o controle da umidade do solo e/ou o conhecimento da evapotranspiração durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Para tanto, é indispensável que os parâmetros relacionados às plantas, ao solo e ao clima sejam conhecidos para que seja determinado o momento (quando) e qual a quantidade de água a ser aplicada. Dessa forma, o manejo da aplicação de água adequado é essencial para o sucesso da atividade.

3. Manejo da irrigação por gotejamento com base no solo

a estrutura física é o fator determinante que irá definir a umidade do solo, que influenciará diretamente o volume de água nele armazenado. Logo, é de suma importância o conhecimento da estrutura física e da umidade do solo. Eles são fundamentais para estudos do movimento e disponibilidade da água no solo, bem como a época e a quantidade de água a ser aplicada em irrigação.

Para viabilizar o manejo de irrigação e possibilitar o cálculo da estimativa da lâmina de água a ser utilizado em cada turno de rega, são necessárias algumas informações importantes, como: profundidade efetiva do sistema radicular, potencial de água crítico para as culturas, capacidade de campo, ponto de murcha permanente e curva de retenção. A curva de retenção de água no solo é essencial para quem maneja usando a tensão de água no solo (tensiometria).

- **Profundidade efetiva das raízes:** compreende a camada desde a superfície do solo até onde se concentra a maior parte das raízes absorventes ou finas. Tal informação é importante não somente para a determinação da lâmina de irrigação, mas também para a instalação de

sensores para o monitoramento da água no solo no controle das irrigações. A profundidade efetiva do sistema radicular é onde se concentra em torno de 80% do total de raízes absorventes (finas) da cultura.

- **Potencial de água crítico para uma cultura:** indica o valor até o qual as irrigações devem ser realizadas sem que ocorram prejuízos à produtividade/qualidade, e, por isso determina o momento de irrigação.
- **Capacidade de campo (Cc):** o solo funciona como um reservatório de água, o qual tem como limite máximo a Cc, ou seja, a quantidade de água que o solo pode reter contra a aceleração gravitacional. Esse ponto evita a lixiviação de nutrientes, o escoamento superficial e a percolação profunda.
- **Ponto de murcha permanente (Pm):** nesse ponto, a água existente no solo não está mais disponível às plantas, pois a força de retenção exercida pelo solo sobre a água é maior que a capacidade da planta em absorvê-la.
- **Curva de retenção de água no solo:** em um solo homogêneo, para cada valor de umidade (θ), existe um valor correspondente de potencial de água no solo (ψ). A elaboração de um gráfico, com essas variáveis, se denomina curva de retenção de água no solo. As coletas das amostras de solo para a determinação da curva de retenção de água devem ser preferencialmente indeformadas. Devem ser coletadas por meio de anéis volumétricos que mantenham sua estrutura. Isso porque, apesar da textura ser o principal fator que influencia na retenção de água no solo, a estrutura também exerce bastante influência, sobretudo na faixa compreendida entre 0 e 100 kPa - a mais importante para manejo as irrigações.

A coleta das amostras de solo para a determinação da curva de retenção pode ser feita em diferentes camadas, preferencialmente nos primeiros 0,20 m (camada mais arável), sendo a profundidade efetiva do sistema radicular do tomate de 0,40 m, a curva de retenção deve ser determinada nas duas camadas (0 a 0,20m e 0,20m a 0,40m). Entretanto o manejo da irrigação deve se basear na camada de 0 - 20 cm na fase inicial e na soma das duas camadas na fase de maior desenvolvimento vegetativo, floração/frutificação e produção.

O uso da curva de retenção para o manejo da irrigação é bastante simples. A irrigação é efetuada quando o solo atinge um potencial ou umidade que prejudique o desenvolvimento da cultura e, dessa forma, o monitoramento no campo é constante. Para a determinação do potencial de água no solo, são utilizados tensiômetros em vários pontos na lavoura. Com auxílio de um tensímetro, faz-se a leitura instantânea da tensão. Normalmente, em cultivos de tomate de mesa, as tensões críticas de irrigação variam de 15 a 25kPa. Valores menores de tensões (15kPa) são usados por alguns dias (10 a 20 dias), até o pagamento definitivo das mudas transplantadas. Após esse período, pode-se passar a trabalhar com limites críticos de 25 kPa.

Determinado o momento da irrigação, calcula-se a quantidade de água a ser repostada pela seguinte equação:

$$L_L = (\theta_{cc} - \theta_i) * Z$$

Onde:

L_L = Lâmina líquida de irrigação (mm),

θ_{cc} = Umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$),

θ_i = Umidade de irrigação correspondente ao potencial mínimo (máxima tensão ou tensão crítica) de água no solo preestabelecido para a cultura ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$),
 Z = Profundidade efetiva do sistema radicular (mm).

Na Figura 1, temos um exemplo prático de utilização da curva de retenção de água no solo para manejo da irrigação, em uma área experimental cultivada com tomate de mesa tutorado.

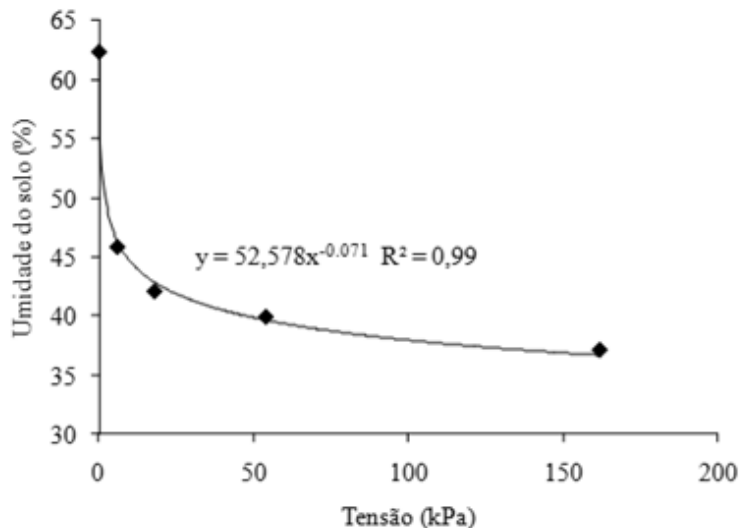


Figura 1. Curva de retenção de água do solo, umidade base volume.

Fonte: Becker et al. 2016

A curva representa a camada da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura do tomateiro em pleno desenvolvimento ($Z = 400$ mm). Admitindo a tensão na capacidade de campo (θ_{cc}) igual a 10 kPa, obtém-se, através da equação do gráfico, uma umidade na capacidade de campo igual a 44,65 % ($\theta_{cc} = 0,4465 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$).

Considerando a tensão de irrigação (θ_i) igual 25 kPa, obtém-se uma umidade de irrigação igual a 41,83 % ($\theta_i = 0,4183 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$). Substituindo os valores de Z , θ_{cc} e θ_i na equação $L_L = (\theta_{cc} - \theta_i) * Z$, tem-se uma lâmina de irrigação $L_L = 11,3$ mm.

A lâmina de água determinada pela curva de retenção é a lâmina líquida a ser aplicada, porém, como nenhum sistema de irrigação tem 100% de eficiência, deve-se fazer a correção e aplicar uma lâmina bruta de irrigação.

A eficiência de irrigação é um conceito largamente utilizado, tanto em projetos quanto no manejo de sistemas de irrigação. O conceito de eficiência abrange dois aspectos básicos: a uniformidade de aplicação e as perdas, que podem ocorrer durante a operação do sistema. Para que a eficiência possa atingir valores altos, é necessário que as perdas durante a operação sejam as menores possíveis e que haja a maior uniformidade de aplicação e distribuição da água na área.

A uniformidade de aplicação de água, em sistemas de irrigação por gotejamento, pode ser expressa por meio de vários coeficientes. Destacam-se aí o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) (Bernardo et al., 2019). Para os sistemas de irrigação localizada, é mais frequente o uso do CUD, pois possibilita uma medida mais restrita, dando maior peso às plantas que recebem menos água.



A determinação de eficiência de distribuição de água do sistema é feita no campo com o auxílio de um recipiente, um cronômetro e uma proveta - de preferência com precisão de 1 a 2 mL. A aferição da vazão dos gotejadores deve ser realizada no início, meio e fim do tubo gotejador e em diferentes pontos da lavoura, incluindo obrigatoriamente aqueles mais altos e baixos.

Uma forma de evitar variações na pressão entre pontos altos e baixos na linha lateral são utilizados tubos ou fitas gotejadoras autocompensantes. Ressalta-se que sempre deve observar os limites de pressão de trabalho fornecida pelos fabricantes. Outro fator de baixa uniformidade de aplicação é o alto coeficiente de variação de fabricação, entre as marcas de tubos/fita gotejadora e/ou entupimento dos gotejadores. A lâmina bruta de irrigação é definida pela seguinte equação:

$$L_b = L_L / E_a$$

Onde:

L_b = Lâmina bruta de irrigação (mm),

L_L = Lâmina líquida de irrigação (LRN – lâmina real necessária) (mm).

E_a = Eficiência do sistema (decimal).

Admitindo que a eficiência do sistema de irrigação por gotejamento é de 90% (0,9), tem-se uma lâmina bruta de irrigação de 12,5 mm.

Entretanto, no gotejamento, apenas uma fração da área do solo é molhada. Por isso, este valor de lâmina bruta (L_b) deve ser diminuído, multiplicado por um fator P_a (percentagem de área molhada - decimal). O fator P_a é função do tipo do solo, espaçamento entre linhas laterais e vazão dos gotejadores e do tempo de aplicação da lâmina de irrigação. A percentagem de área molhada deve ser determinada no campo. Considerando um valor médio de P_a de 65%, tem-se uma lâmina final ($L_f = L_b \times P_a$ (decimal)) a ser aplicada de 8,1 mm ($8,1 \text{ L.m}^{-2}$).

4. Equipamento para a medição da tensão de água no solo

no uso de qualquer instrumento para monitoramento da umidade do solo, deve-se escolher cuidadosamente o local de instalação, pois esses aparelhos refletem medidas pontuais. Para a cultura do tomate, os sensores devem ser instalados cerca de 10 a 20 cm ao lado do tubo/fita de gotejamento, sempre dentro da área molhada.

A uniformidade de distribuição de água da irrigação e textura do solo influi no número de sensores a serem instalados em uma área irrigada. Em sistemas com distribuição uniforme, o número de sensores pode ser menor quando comparado a sistemas menos eficientes; em áreas com sistemas com baixa uniformidade (gotejamento < 75%), pode comprometer a prática efetiva do manejo adequado das irrigações.

No uso de tensiômetros para manejo das irrigações, a recomendação geral deve utilizar mais de uma estação de controle para e estas deverão ser implantadas em locais que recebam a lâmina média de água aplicada pelo equipamento, normalmente, em um solo homogêneo usa-se por ta-

lhão mínimo de três estações de monitoramento (tensiômetros). O local de instalação deve ser de fácil acesso e ser representativo do tipo de solo e do desenvolvimento da cultura da área irrigada. Isso quer dizer que, se a planta próxima ao sensor morrer ou apresentar um desenvolvimento muito inferior ao resto da lavoura, os equipamentos deverão ser realocados próximos a uma planta sadia e em pleno desenvolvimento.

Depois de instalados, os equipamentos devem evitar o pisoteio excessivo ao redor deles. Em cada estação de controle, deverão ser instalados, ao menos, dois sensores em profundidades diferentes: um na profundidade correspondente ao centro das raízes (50% da profundidade efetiva - PeS) e o segundo imediatamente abaixo do sistema radicular. Como sugestão pode ser instalada de uma a três estações por hectare dependendo da uniformidade (textura) do solo da área.

Em irrigações por gotejamento, os sensores de umidade devem ser instalados de 10 a 15 cm de distância do emissor, dependendo da dimensão do bulbo e/ou faixa molhada.



O tensiômetro é o equipamento mais utilizado para a aferição da tensão de água no solo (Figura 2A), por ser simples e de fácil operação. É constituído de toco de tubo de PVC de ½ polegada, tendo na extremidade inferior uma cápsula porosa e na parte superior uma tampa de borracha (tensiômetro de punção). Entre o tubo de PVC e a rolha, há um tubo acrílico, no qual se pode observar o nível de água dentro do tensiômetro. A extremidade com a cápsula porosa deve ser enterrada no solo até 50% da profundidade efetiva do sistema radicular, para o tensiômetro, que indicará o momento de irrigar, e outra imediatamente abaixo da PeS. Após instalação deve-se completar o tubo com água (destilada ou fervida), onde o ar é expulso para fora do tensiômetro. Imediatamente, no interior do tubo (tensiômetro), forma-se uma pressão atmosférica efetiva igual a zero. Dessa forma, existe uma tendência natural do tensiômetro (maior potencial água) perder água para o solo (menor potencial água), até estabelecer-se o equilíbrio.

À medida que o tensiômetro vai perdendo água para o solo, cria-se um vácuo em seu interior equivalente à tensão da água no solo, tornando o potencial de água dentro do tensiômetro igual ao potencial de água no solo (potencial matricial). Normalmente, a medição do potencial da água (tensão) e dependendo do tipo de tensiômetro usado, pode ser feito diretamente no vacuômetro acoplado (Figura 2A) e com tensímetro digital (Figura 2B) ou analógico (Figura 2C) de agulha, caso use tensiômetros com vedação de borracha siliconada - tensiômetro de punção (Figura 2D).

A agulha dentro do “cilindro” do tensímetro (aparelho leitura tensão) serve para espetar a borracha siliconada do tensiômetro de punção, e a leitura do valor da tensão é mostrada no visor do aparelho. É recomendável não encher totalmente o tensiômetro de água para seu funcionamento, a fim de evitar o contato da agulha do tensímetro com a água no momento da aferição da tensão. Outro detalhe: sugere-se, sempre que puder (semestralmente), proceder à calibração do tensímetro, uma vez que as células de cargas presentes no equipamento, muitas vezes, com o uso perdem a calibração ou já vêm descalibradas.



Figura 2. Tensiômetro com vacuômetro (A), tensímetro digital de punção (B), tensímetro analógico de punção (C) e tensiômetro de punção (D)

Fotos: Marcos Braga

5. Manejo de irrigação com base em dados climáticos

este manejo tem como principal objetivo determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c), que corresponde à quantidade de água evapotranspirada para atmosfera por uma cultura em condições normais de cultivo. Em razão das dificuldades de obter uma medida direta da ET_c, é feita uma medida indireta a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente da cultura (K_c).

A ET_o corresponde à evapotranspiração de uma superfície gramada (8-15cm). Hoje, também, usa-se o conceito empírico da evapotranspiração de uma cultura fictícia que se desenvolve sem restrições hídricas/nutricionais etc. O K_c integra as características da cultura, além das condições edafoclimática e de cultivo do local. O K_c é um coeficiente adimensional dado pela relação entre a ET_c e a ET_o e pode variar de acordo os estádios fenológicos da planta. Dessa forma, para a maior precisão na determinação do ET_c, é necessário determinar o K_c da região ou escolher um K_c em que as condições edafoclimáticas são semelhantes às características da região do cultivo.

Os valores de ET_o podem ser estimados usando dados de estações meteorológicas, aplicando a equação padrão FAO de Penman-Monteith (Allen et al., 1998). Também, pode-se obter de dados da evaporação do Tanque Classe A (Bernardo et al., 2019). A instalação desse tanque deve ser acompanhada por técnicos, pois exige a pratica de uma série de normas, que se não cumpridas, podem subestimar ou superestimar a ET_o.

Para fins didáticos e de manejo da água de irrigação, o ciclo do tomate pode ser dividido nos seguintes estádios:

- estágio inicial (1 a 10 dias após transplantio - DAT);
- estágio de desenvolvimento (DAT – 11 a 30 dias);
- estágio de intermediário (DAT- 31 a 60 dias);
- estágio final (DAT- 61 a 90 dias), e
- estágio da colheita (DAT- 90 até final).

Os valores médios de K_c nesses estádios, para condições de regas por gotejamento, sem e com cobertura de mulching plástico, são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Coeficientes de cultura (K_c) para tomate, conforme o sistema de irrigação e presença de cobertura do solo com filme de polietileno (mulching), durante os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura e sistema de irrigação por gotejamento

Estádio ⁽¹⁾	Gotejamento ⁽²⁾	Gotejamento com mulching ⁽²⁾
Inicial (I)	0,40	0,20
Vegetativo (II)	0,75	0,55
Floração/frutificação (III)	1,10	0,90
Maturação/produção plena (IV)	0,80	0,65

⁽¹⁾ Estádio I: transplantio até pleno pegamento de mudas; II: pegamento até florescimento pleno; III: do florescimento até frutificação plena; IV: maturação frutos até última colheita.

⁽²⁾ K_c para gotejamento já integram os coeficientes de ajustes para compensar a menor perda de água por evaporação.

Fonte: adaptado de Carrijo e Marouelli (2002); Marouelli et al. (2011).

Com os dados de E_{To} e K_c , estima-se a E_{Tc} por meio da fórmula:

$$E_{Tc} = K_c * E_{To}$$

Onde:

E_{Tc} = Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹)

E_{To} = Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹)

K_c = Coeficiente da cultura (adimensional)

Para a estimativa da lâmina de água, via dados climáticos e balanço de água, a LRN poderá ser calculada usando a seguinte equação:

$$LRN = \sum_{i=1}^n (E_{Tc_i} - P_{e_i}) \times A_m$$

Em que **LRN** é a lâmina real de água necessária (mm) e **Pe** é a precipitação efetiva no período considerado, caso em cultivo aberto. Deve-se considerar, para efeito de manejo das irrigações, que se estiver irrigando por gotejamento (molha uma parte da superfície do solo) deve-se considerar nesta equação o fator área molhada (A_m), que irá reduzir a lâmina aplicada.

Onde:

LRN = Lâmina real necessária (lâmina líquida de irrigação) (mm),

ETc = Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹),

P_e = Precipitação efetiva (mm dia⁻¹),

n = Número de dias entre duas irrigações consecutivas (turno de rega fixo ou variável).

Nesse caso, também se deve considerar, para definir a lâmina bruta de aplicação, a eficiência do sistema (Ea).

Determinada a lâmina bruta de irrigação, calcula-se o tempo de irrigação pela seguinte equação:

$$T_i = 60 \frac{LRN S_l S_g}{E_a Q_g}$$

Onde:

T_i = Tempo de irrigação em minutos

ETc = Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹)

S_l = Espaçamento entre linhas (m)

S_g = Espaçamento entre gotejadores (m)

E_a = Eficiência do sistema (decimal)

Q_g = Vazão do gotejador (L h⁻¹)

6. Manejo de irrigação utilizando o Irrigas®

O Irrigas® é uma tecnologia simples desenvolvida pela Embrapa e tem como função básica indicar se o solo está úmido ou seco. É de fácil uso e manutenção, pois não necessita de acrescentar água em seu interior, nem equipamento especial para fazer a leitura e a instalação. Assim, é uma tecnologia de grande ajuda ao agricultor no manejo diário da irrigação, podendo definir quando e quanto irrigar (Marouelli et al., 2015). Comparado ao tensiômetro, o Irrigas® é durável, de custo relativamente baixo, de fácil instalação e leitura, além de não requerer manutenção.

O Irrigas® é composto de duas partes principais: uma cápsula porosa (cerâmica) e uma cuba de leitura (cilindro), conectadas por um tubo plástico flexível (Figura 3).

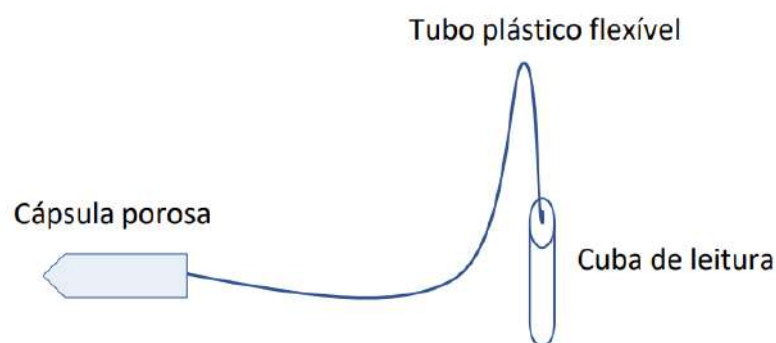


Figura 3. Estrutura básica de um Irrigas®

Ilustração: Marcos Braga

A cápsula porosa é a parte que irá para dentro do solo, na metade da profundidade efetiva do sistema radicular da planta (50% da profundidade radicular); uma parte do tubo flexível ficará para dentro do solo e outra para fora. A cuba ficará fora do solo e é onde se realizam as leituras diárias do sensor.

Os modelos de Irrigas[®] disponíveis no mercado são três: o de 15 kPa, 25 kPa e 40 kPa. O kPa é apenas uma unidade de medida de pressão, que para o Irrigas[®] corresponde à força com que a água fica retida nos poros da cápsula ou do solo. Logicamente, isso tem relação direta com o diâmetro dos poros das cápsulas: se os poros são maiores, a água vai ficar retida com pouca força; se os poros são menores, a água ficará retida com mais força. Assim, os poros das cápsulas dos modelos de Irrigas[®] são diferentes: maiores no modelo Irrigas[®] de 15kPa e menores no de 40kPa.

Nota-se que o Irrigas[®] não é um tensiômetro, uma vez que são leituras estanques. Quando a força que a água está retida nas cápsulas é rompida, o Irrigas[®] dá a leitura (sensor aberto); ou seja, há necessidade de efetuar irrigação. Mais explicitamente, o Irrigas[®] não define a qualquer tempo o valor da tensão de água no solo, como faz um tensiômetro.



Para a instalação em campo (solo), sugere-se que, antes, os sensores Irrigas[®] passem por um teste simples. Ele consiste em fazer uma leitura do sensor após ser colocado dentro de um vasilhame com água, por um tempo de 15 a 30 segundos. Após esse tempo, teste a leitura (Figura 4). Se a leitura indicar sensor aberto (água subindo por dentro da cuba), o aparelho está com defeito e não deve ser instalado. Caso indique sensor fechado (água não sobe na cuba), pode ser instalado no campo.

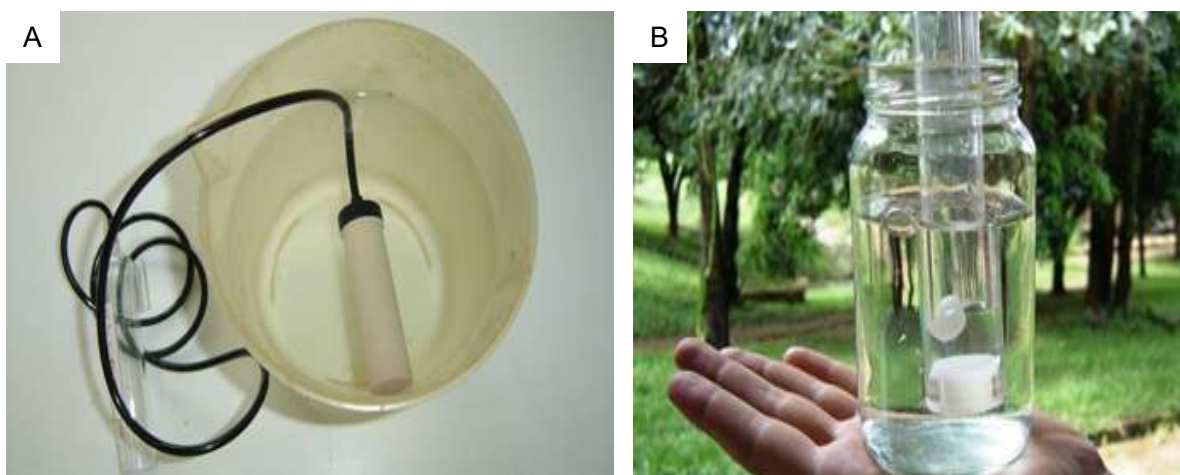


Figura 4. Teste sensor Irrigas[®]. Imersão da cápsula porosa em um vasilhame (A). Imersão da cuba para leitura (B)

Fotos: Waldir Marouelli

A instalação do Irrigas[®] é similar à dos tensiômetros, considerando os aspectos de local, distribuição, e deve ser colocado no solo durante todo o ciclo da cultura (Figura 5).

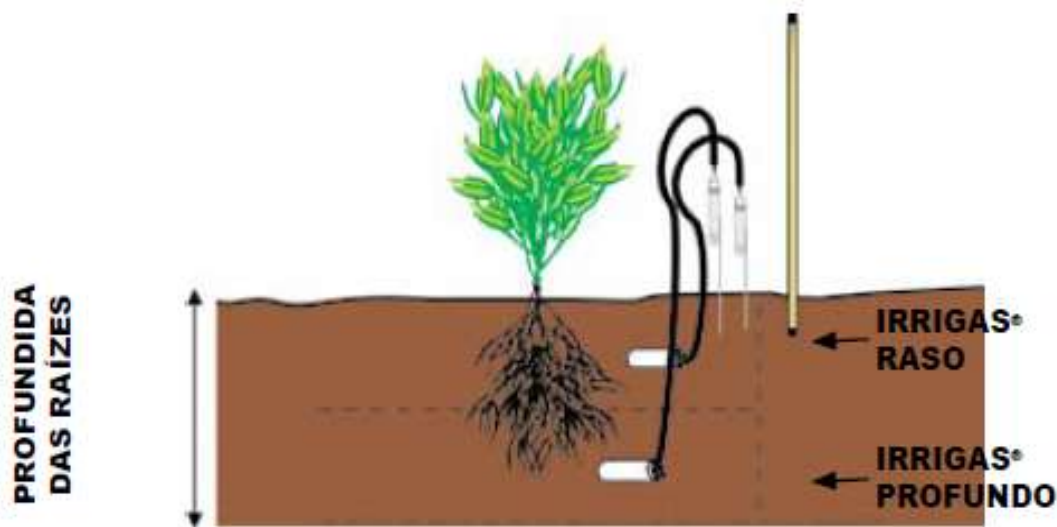


Figura 5. Instalação sensor Irrigas®

Fonte: Marouelli et al., 2015

Na figura 5, uma bateria de sensores Irrigas® é composta por dois sensores Irrigas® instalados no perfil do solo, próximos ao sistema radicular: um no meio da profundidade efetiva da raiz da cultura (este irá indicar o momento de irrigar); o segundo sensor fica abaixo do sistema radicular (indicará se as irrigações estão excessivas). Isso significa que, se após as irrigações esse sensor ler sempre “sensor fechado”, vai indicar que o tempo de irrigação (Ti) usado está alto e que o produtor irrigante deve diminuir o Ti nas próximas irrigações. Assim, o irrigante vai ajustando as lâminas de irrigação ao longo do tempo e do estágio de desenvolvimento da cultura.

O sensor pode ser instalado na distância de 0,10 a 0,25 m da planta (sistema irrigação por gotejamento), sempre dentro da área molhada. Não se esquece de que a profundidade de instalação do Irrigas® acompanha o crescimento do sistema radicular das plantas, igualmente, como se faz no manejo quando usa os tensiômetros.

A instalação pode ser realizada com o auxílio de cavador, não se esquecendo de acondicionar a cápsula porosa na horizontal (Figura 06). Normalmente, uma hora após a instalação o sensor irrigas® entra em equilíbrio com a umidade do solo, permitindo, assim, efetuar as leituras.

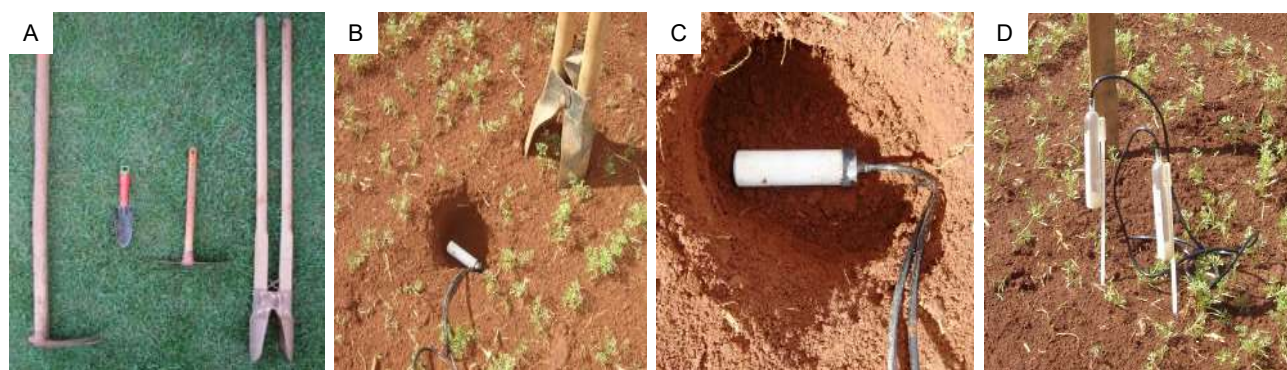


Figura 6. Instalação sensor Irrigas®. Instrumentos empregados (A); Cavador/sensor (B); Sensor na vertical (C); Sensores instalados (D)

Fotos: Waldir Marouelli e Marcos Braga.

No Irrigas® em solo úmido, a água retida preenche os poros da cápsula impedindo a passagem do ar, assim se diz que o sensor está fechado (água não sobe na cuba); não precisa de irrigação. Caso contrário, diz-se que o sensor está aberto (água sobe na cuba); a área necessita de irrigação.

Normalmente, instalam-se três baterias de sensor Irrigas® por área de cultivo, nas quais as plantas devem estar no mesmo estágio de desenvolvimento e sob o mesmo sistema de irrigação. Quando na mesma área mais de um sensor Irrigas® indicador do momento de irrigar der leitura aberta, deve-se efetuar o processo de irrigação.

Marouelli et al. (2015) definem quais modelos de Irrigas® devem ser usados para cada cultura, em função do sistema de irrigação usado. Para o cultivo de tomate, é proposto o modelo de 25kPa para sistema de irrigação por gotejamento. Embora esse valor seja ideal para mais de $\frac{3}{4}$ do ciclo da cultura do tomate, notou-se no campo, principalmente em solos de textura arenosa a mediana, que as irrigações com 25kPa durante os primeiros 10 dias do transplante de mudas de tomate, ocorreram perdas no pegamento das mudas, necessitando mais replantio. Assim, sugere-se que, até o pegamento das mudas transplantadas, manejar as irrigações com o sensor de 15kPa; após o pegamento, manejar as irrigações com o sensor de 25kPa.



Recomenda-se efetuar leituras dos Irrigas® instalados na área de uma a três vezes ao dia. Normalmente, as leituras são feitas no período da manhã. Porém, recomenda-se repetir as leituras à tarde, já que o sensor pode marcar uma demanda de irrigação nesse período e, assim, passar toda a tarde e a noite sem que a planta receba água no momento adequado. A depender do estágio de desenvolvimento da cultura e condições edafoclimáticas, isso virá a afetar o desenvolvimento das plantas, principalmente, no período do pegamento de mudas.

O Irrigas® não possibilita determinar o valor exato da tensão de água no solo. No entanto, permite informar se a tensão está acima ou abaixo da tensão de referência da cápsula porosa. Isso possibilita ao irrigante definir o tempo de irrigação em um sistema dinâmico de checagem dos sensores e dos tempos de irrigação, aumentando e ou diminuindo o Ti ao longo do ciclo da cultura, conforme demanda hídrica da planta. Hoje já existe um sistema Irrigas® automático, que permite determinar não só o momento de irrigar, mas também estimar o tempo das irrigações.

7. Manejo de irrigação utilizando o método do tato-aparência

O método do tato-aparência (MTA) é relativamente antigo e, quando bem aplicado, pode ser eficiente nos manejos das irrigações, principalmente em solos com textura média a argila. Para ter uma boa eficiência no uso do MTA, faz-se necessário o treinamento dos usuários, uma vez que se usa o tato (mãos) na estimativa da água disponível no solo (AD).

Klocke & Fischaback (1984) relatam que a AD, a partir de uma amostra de solo, pode ser avaliada sem uso de qualquer tipo de sensor. Assim, permite obter informações suficientes para indicar ou não a necessidade de irrigar um cultivo, desde que a amostra do solo para a análise seja retirada na adequada profundidade. Ou seja, a profundidade onde se concentram os maiores volumes de raízes. Para tanto, é necessário um guia interpretativo para a estimativa da AD.



SAIBA MAIS Marouelli & Braga (2016) publicaram um guia prático para a estimativa da AD, levando em consideração a maioria dos tipos de solos (textura) encontrados no Brasil e as principais hortaliças cultivadas. É um guia autoexplicativo e visual, que, ao final, possibilita ainda estimar a lâmina de irrigação e o tempo necessário para sua aplicação. Ele está disponível gratuitamente na página da Embrapa na internet. Outra opção está no link: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/guia_irrigas_000gul1eg9u02wx7ha0g934vgtvpy9xo.pdf.

8. Considerações finais

o tomate apresenta um consumo de água diferenciado ao longo do seu ciclo, sendo que a exigência aumenta com o período de desenvolvimento dos frutos. Como é uma cultura que responde positivamente à aplicação de água, a prática da irrigação é de suma importância para a obtenção de uma maior produção de frutos de melhor qualidade.

Neste breve relato sobre manejo de irrigação, foram apresentados somente quatro metodologias para manejo: três baseadas no solo (tensiometria, Irrigas[®] e tato-aparência) e outro através de dados agroclimáticos.

Pode-se usar também a interação de métodos como: definir lâmina de irrigação com dados agroclimáticos e o momento de irrigar com os outros. Assim, a definição de métodos cabe ao técnico e ao produtor escolher o mais adequado para uso na propriedade, levando em consideração a condição edafoclimática da região, a disponibilidade de dados agroclimáticos e a situação econômica e social dos produtores.

9. Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 328p. (Irrigation and Drainage Papers, 56)
- ALVARENGA MAR. **Cultura do tomateiro**. Lavras: UFLA. 2000, 91p. (Textos Acadêmicos 2)
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2019, 545p.
- BECKER, W.F., WAMSER, A.F., FELTRIM, A.L., SUSUKI, A., SANTOS, J.P., VALMORBIDA, J., HAHN, L., MARCUZZO, L.L., MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Eapgri, 2016, 149p.
- CARRIJO, O. A.; MAROUELLI, W. A. Manejo da irrigação na produção de hortaliças em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, 2002. Suplemento. (CD-ROM)
- BRAGA, M. B.; CALGARO, M. **Uso da tensiometria no manejo da irrigação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 28 p.: il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 235). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884330/1/Documentos235.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- DENÍCULI, W., BERNARDO, S., THIÁBAUT, J. T. L., SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v.27, n.50, p.155-162, 1980.

- DOORENBOS, J., PRUIT, W.O. **Crop water requirement**. Rome: FAO, 1977. 144p. (Irrigation and drainage, paper 24).
- DOORENBOS L; KASSAN AH. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campinas Grande, PB: UFPR; 1994. 306p.
- KELLER, J.; KARMELLI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinklers Manufacturing Corp., 1975. 133p.
- KLOCKE, N. L.; FISCHBACH, P. E. **Estimating soil moisture by appearance and feel**. Lincoln: University of Nebraska, 1984. 9 p. (Lincoln Extension. Publication, G84-690-A).
- LOPEZ, J.R.; ABREU, J.M.H.; REGALADO, A.P.; HERNADEZ, J.F.G. **Riego localizado**. 2 ed. Madrid: Centro Nacional de Tecnologia de Regadios, p.217-229, 1992.
- MAROUELLI, W. A.; FREITAS, V. M.T.; COSTA JÚNIOR, A. D.; CALBO, A. G. **Guia prático para uso do Irrigas® na produção de hortaliças**. 2. ed., Brasília: Embrapa, 2015. 36 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1017645/guia-pratico-para-uso-do-irrigas-na-producao-de-hortalicas>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- MAROUELLI, W. A.; BRAGA, M. B. **Método prático do tato-aparência do solo para manejo de irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2016, 20p. (Circular Técnica), disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150605/1/CT-146-2.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2021.
- MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, Á. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. **Manejo da água de irrigação**. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p.157-232.
- PAZ, V.P. S., TEODORO, R.E.F., MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, 2000.
- PIRES, R.C.M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; FOLEGATTI, M.V. **Necessidades hídricas das culturas e manejo de irrigação**. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação. Vol. 1, Piracicaba, FUNEP, p.121-194, 2001.
- SILVA, A. M., SILVA, E. L. **Retenção da água pelo solo**. In. Conceitos básicos para irrigação. Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.20-23, 1984.

8. Doenças e seu controle

Alice Maria Quezado-Duval¹; Alice Kazuko Inoue-Nagata¹; Ailton Reis¹; Fernando Pereira Monteiro²; Jadir Borges Pinheiro¹; Carlos Alberto Lopes¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Hortalças
alice.quezado@embrapa.br; alice.nagata@embrapa.br; ailton.reis@embrapa.br;
carlos.lopes@embrapa.br; jadir.pinheiro@embrapa.br

² Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina -
Estação Experimental de Caçador
fernandomonteiro@epagri.sc.gov.br.

1. Introdução

As doenças do tomateiro têm sido grande entrave à produção nacional de frutos, em quantidade e qualidade, que satisfaçam às necessidades do produtor e dos consumidores. São causadas por fatores bióticos (por exemplo, fungos, oomicetos, bactérias, nematoides e vírus), ou podem ser de origem abiótica, ou distúrbios fisiológicos, provocados por excesso ou deficiência mineral, fitotoxicidade de produtos químicos, desbalanço hídrico, entre outros.

As perdas provocadas por essas doenças ou distúrbios dependem de vários fatores, resumidos na figura do triângulo da doença (Figura 1), formado por:

- 1) Grau de virulência ou agressividade do patógeno,
- 2) Nível de resistência da variedade cultivada, e
- 3) Condições ambientais mais ou menos favoráveis à doença.

O conhecimento de cada um dos componentes desses três fatores e suas interações é a base para que medidas de controle possam ser planejadas, desde a escolha da área, da variedade e da época de plantio até a fase de pós-colheita, visando à prevenção das doenças e a mitigação dos seus danos, quando da sua ocorrência, seguindo os conceitos da Produção Integrada. Esse planejamento é essencial para permitir a rastreabilidade, condição que deverá se estabelecer como exigência para comercialização do produto.



Atenção especial deve ser dada ao controle por meio da aplicação de produtos de proteção fitossanitária, de modo que, mesmo sendo aplicados quando houver necessidade, atenda às boas práticas de uso, tais como: registro no MAPA, período de carência, nível de toxicidade, impacto ambiental e segurança do aplicador, entre outras.

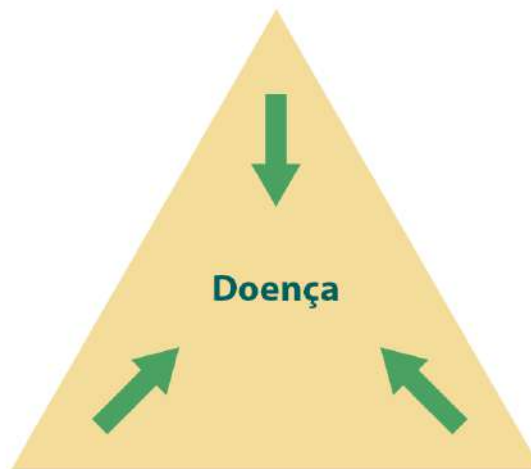


Figura 1. O triângulo da doença (Adaptado de Agrios, 2005)

2. Doenças causadas por bactérias

2.1. Mancha bacteriana

Xanthomonas vesicatoria*, *X. euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*, *X. euvesicatoria* pv. *perforans* e *X. hortorum* pv. *gardneri

Quatro espécies do gênero *Xanthomonas* podem causar a mancha bacteriana do tomateiro e são atualmente denominadas: *X. vesicatoria*, *X. euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*, *X. euvesicatoria* pv. *perforans* e *X. hortorum* pv. *gardneri*. As duas últimas têm sido as mais encontradas nas lavouras de tomate do país e mostram adaptabilidade térmica diferencial, de modo que *X. euvesicatoria* pv. *perforans* tem ocorrido em condições de temperaturas mais elevadas e *X. hortorum* pv. *gardneri* nas regiões serranas de clima mais ameno.

Além disso, *X. euvesicatoria* pv. *perforans* se apresenta como duas raças: T3 e T4, respectivamente, de acordo com a interação de incompatibilidade (resistência) ou compatibilidade (doença) em relação a genótipos do tomateiro portando o gene de resistência *Xv3*. Segundo os levantamentos realizados no país, a primeira predomina, mas uma ocorrência da segunda foi verificada em lavoura em São Paulo.

A mancha bacteriana pode ocorrer desde a fase de produção de mudas, já que essas bactérias podem ser transmitidas por sementes infectadas. Nesse ambiente, a disseminação da doença pode ser favorecida pela irrigação por superfície, que propicia molhamento foliar contínuo e respingos que carregam as células bacterianas de uma muda à outra. Da mesma forma, no campo, a doença é favorecida nos períodos de alta umidade relativa, chuvas e/ou irrigação por pivô central.

Pode também ocorrer em plantas voluntárias de tomate que emergem espontaneamente a partir das sementes de frutos não colhidos ou descartados por ocasião da colheita nas áreas de plantio. Outras plantas espontâneas, como o joá-de-capote (*Nicandra physalodes*) e a maria-pretinha (*Solanum americanum*), que são também hospedeiras reconhecidas das *Xanthomonas* da mancha bacteriana do tomateiro, potencialmente podem ser fontes de inóculo para uma epidemia da doença.

Os sintomas da mancha bacteriana nas mudas já podem se manifestar nos cotilédones e, assim como nas folhas, inicialmente se revelam como pequenas áreas de aspecto encharcado (anasarca) (Figuras 2A e B). Essas áreas progridem para lesões marrons de formato irregular, que também ocorrem nas bordas das folhas, que podem apresentar clorose (Figura 2C). Com a coalescência das lesões, ocorre seca generalizada das folhas, comprometendo a área fotossintetizante da planta, levando à redução da produção (Figura 2D). As lesões podem se formar também em outras partes aéreas da planta, como hastes, pedúnculos, flores, sépalas e frutos (Figura 3). Nos frutos os sintomas se iniciam como áreas menores esbranquiçadas (Figura 3), que se confundem com os do cancro bacteriano, mas tornam-se corticosos com o tempo.

Os sintomas provocados pela infecção por *X. euvesicatoria* pv. *perforans* são um pouco diferenciados, já que as lesões podem apresentar centro acinzentado, que, por vezes, são confundidos com os da septoriose, que se destacam provocando furos nas folhas – daí, o nome dado à espécie (Figura 4). Nos frutos, as lesões tendem a ser menores ou inexistentes, que, por sua vez podem ser confundidas com as da pinta bacteriana. Ressalta-se, porém, que lesões menores em frutos podem ser uma resposta da cultivar à doença, independentemente da espécie da bactéria.

- **Controle**

Várias medidas preventivas devem ser consideradas visando ao controle da mancha bacteriana, como: emprego de mudas sadias; evitar plantio escalonado adjacente; realizar cultivos em ambiente protegido nas épocas chuvosa; uso de rotação de cultivos; evitar deixar frutos remanescentes de colheita anterior, e proceder a eliminação dos restos culturais e das plantas voluntárias, principalmente se a doença for detectada.

Durante a condução da lavoura, pode-se lançar mão de produtos de proteção fitossanitária registrados para o tomateiro e indicadas para *Xanthomonas*. Formulações à base de cobre têm sido as mais utilizadas tradicionalmente, mas seu uso intensivo pode levar à seleção de estirpes insensíveis a esse princípio ativo. As diferentes fontes de cobre são: vermelho (óxido cuproso), azuis (hidróxido de cobre e sulfato de cobre) e verde (oxicloreto de cobre), e misturas feitas com mancozebe, popularmente chamada de pasta.

Outros ativos presentes em formulações registradas para o tomateiro com indicação para *Xanthomonas* são a famoxadona, os indutores de resistência acibenzolar-S-methyl (ASM), o polissacarídeo lamarina, o extrato de *Melaleuca alternifolia* e o biológico *Bacillus* spp. Para os dois últimos ainda não há muitos trabalhos de pesquisa específicos publicados, considerando o complexo *Xanthomonas*-tomateiro. No entanto, formulações com registro e indicação para *Xanthomonas* podem ser empregadas em programas de integração de ativos e, dessa forma, potencialmente mitigar os danos provocados pela doença, preservando a eficiência do cobre.



Figura 2. Início das lesões de mancha bacteriana em cotilédones de mudas (A) e folha (B). Sintomas no limbo e bordas das folhas (C) e seca generalizada e plantas em estágio avançado da doença (D)

Fotos: Alice M. Quezado-Duval

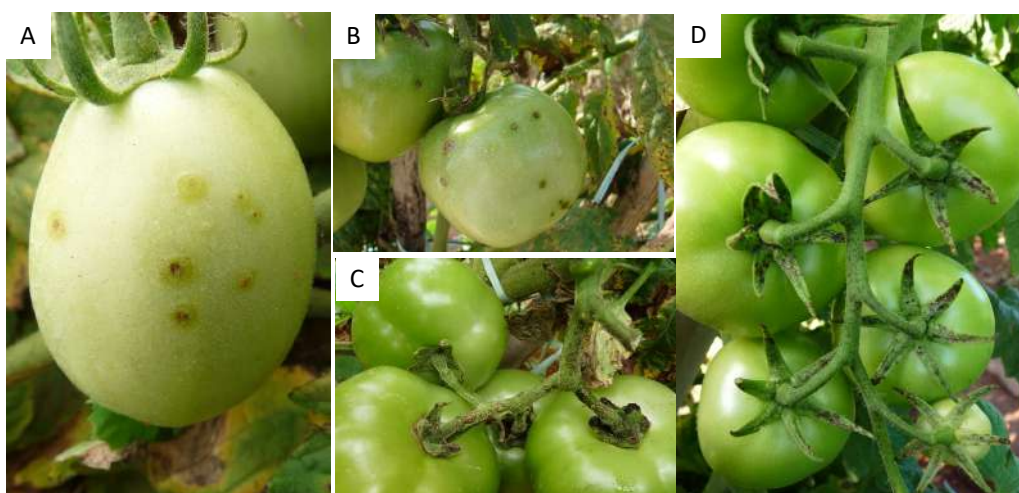


Figura 3. Sintomas da mancha bacteriana em frutos (A e B) e em pedúnculos e sépalos (C e D)

Fotos: Alice M. Quezado-Duval

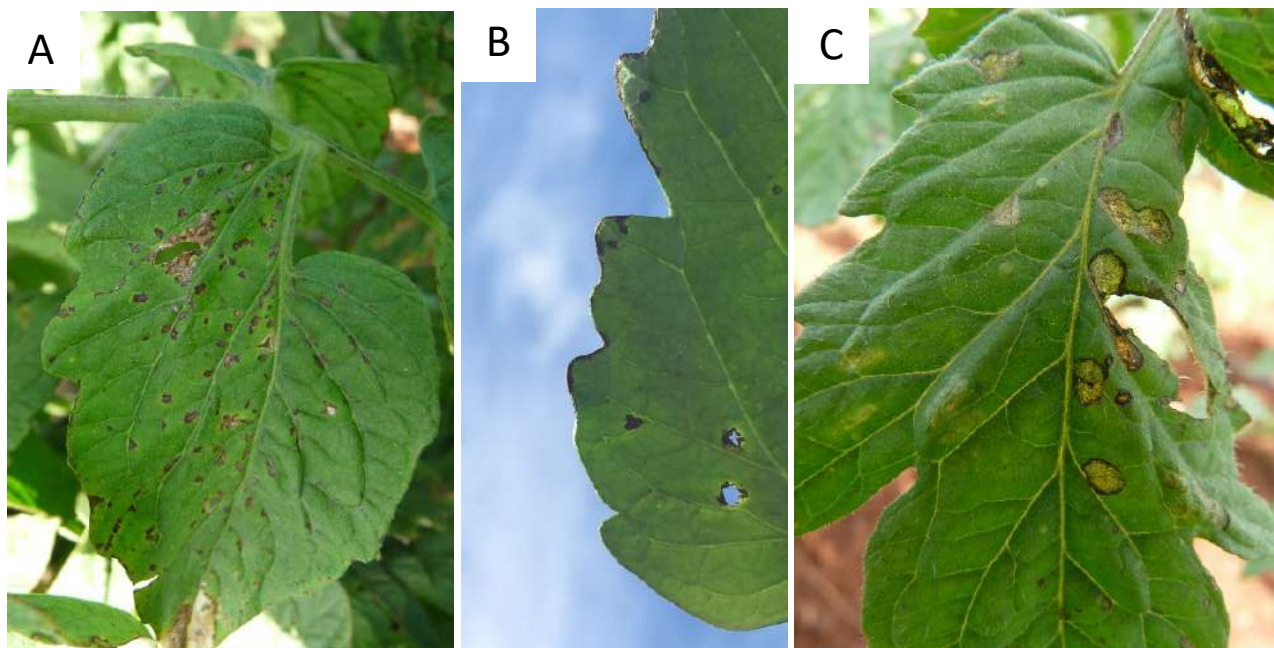


Figura 4. Sintomas típicos da mancha bacteriana causada por *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *perforans* em folhas. Folhas com perfurações (A e B). Lesões com centro acinzentado que lembram as de septoriose (C)
Fotos: Alice M. Quezado-Duval

2.2. Pinta bacteriana

Pseudomonas syringae pv. *tomato*

A pinta bacteriana tem ocorrido em regiões de altitude, onde predominam temperaturas amenas e alta umidade, e, desse modo, detectadas, por vezes, juntamente com *X. cynarae* pv. *gardneri*. Como as *Xanthomonas* do tomateiro, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* pode ser transmitida pela semente e tem sua dispersão e infecção favorecidas por respingos de chuva ou de água de irrigação e molhamento foliar, respectivamente.

Nas folhas, os sintomas se iniciam como áreas encharcadas escuras que se tornam necróticas, podendo ocorrer clorose (Figura 5). Toda a parte aérea pode ser afetada (Figura 5). No caule, os sintomas podem ser acentuados pelos ferimentos provocados pelo atrito dos fitilhos. Flores e frutos em formação podem cair quando afetados.

Cultivares portando o gene *Pto* mostram resistência qualitativa (completa) à doença, quando causada pela raça 0 da bactéria, que é a predominante, não se tendo registro da raça 1 no país. Caso a cultivar não seja portadora do gene *Pto*, o indutor de resistência ASM e uma formulação à base de oxiclreto de cobre têm registro com indicação para o controle desse patógeno.

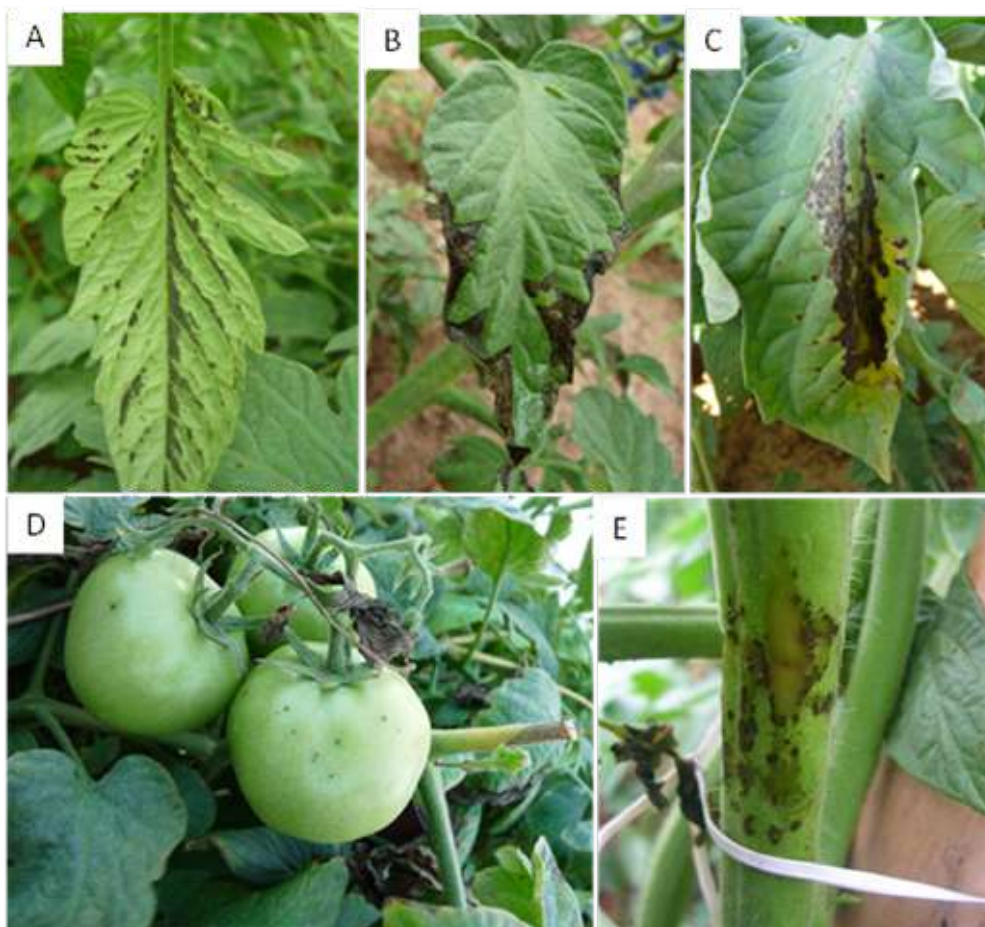


Figura 5. Sintomas da pinta bacteriana. Encharcamento visto da superfície abaxial do folíolo (A). Necrose nos bordos da folha (B). Sintoma no limbo com halo amarelado (C). Pintas no fruto (D). Lesões na haste em ferimentos causados pelo fitilho de amarrio (E)

Fotos: Alice M. Quezado-Duval

2.3. Outras bacterioses foliares

Pseudomonas cichorii, *P. syringae* pv. *syringae*

Pseudomonas cichorii e *P. syringae* pv. *syringae* podem também infectar folhas do tomateiro, causando as doenças denominadas queima bacteriana e mancha *syringae*, respectivamente, menos conhecidas do que a mancha e a pinta bacteriana. Enquanto para a queima bacteriana há alguns poucos registros de ocorrência no país em tomate cultivado em regiões de altitude e/ou de clima mais ameno, a segunda tem passado despercebida, obtida eventualmente em isolamentos onde predominam outras espécies. A ocorrência simultânea com a pinta bacteriana, bem como da mancha bacteriana causada por *X. hortorum* pv. *gardneri*, que são favorecidas pelas mesmas condições climáticas, dificulta precisar a extensão de sua importância para os cultivos do tomateiro. Como as demais bacterioses foliares, são passíveis de transmissão por sementes infectadas e favorecidas nos períodos chuvosos, de formação de orvalho e molhamento foliar prolongado.

A caracterização dos sintomas dessas doenças no campo ainda não está bem definida, mas tem-se observado a formação de lesões necróticas irregulares por ocasião de inoculações artificiais (Figura 6).

Em relação ao controle, por serem menos conhecidas não constam como alvo de nenhum produto registrado. Devem ser adotadas as medidas gerais de controle para as demais bacterioses foliares.

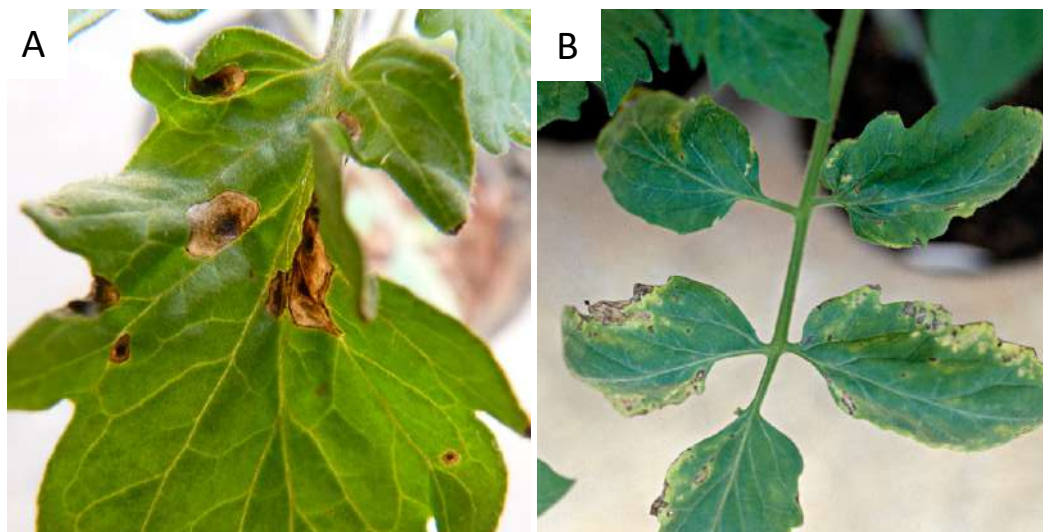
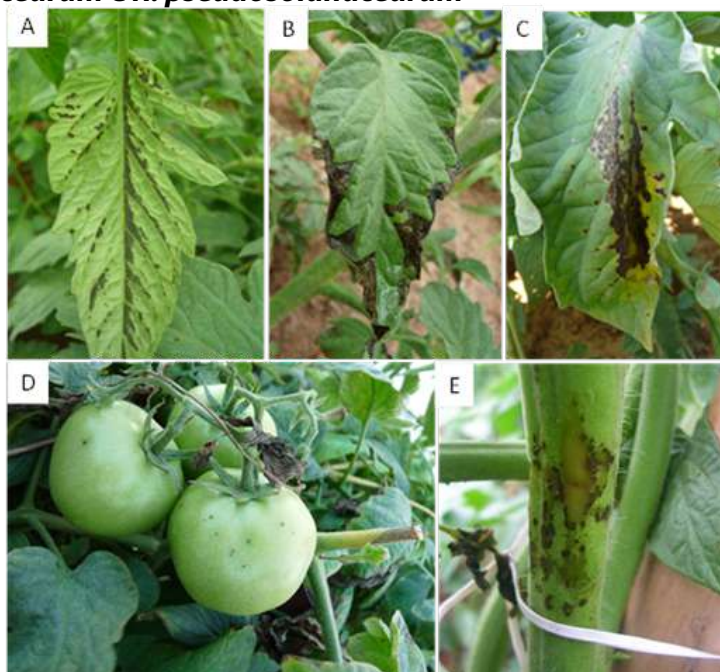


Figura 6. Lesões necróticas em folíolos de tomateiro causadas por inoculação artificial de *Pseudomonas cichorii* (A) e *P. syringae* pv. *syringae* (B)

Fotos: Alice M. Quezado-Duval

2.4. Murcha bacteriana

Ralstonia solanacearum e *R. pseudosolanacearum*



A murcha bacteriana é uma das doenças mais comuns e devastadoras do tomateiro cultivado sob condições de alta temperatura e alta umidade - situações que ocorrem com frequência em cultivo a céu aberto nas regiões Norte e Nordeste, e durante o verão chuvoso em outras partes do Brasil. Em adição, causa grandes perdas também em cultivos protegidos, no quais é comum se encontrar temperaturas altas e o plantio sucessivo de solanáceas, sem a devida rotação de culturas.

É causada por duas espécies de *Ralstonia*, *R. solanacearum*, de distribuição geral no país, e *R. pseudosolanacearum*, de recente posicionamento taxonômico equivalente à biovar 3 de *R. solanacearum*, e que é adaptada a climas mais quentes encontrados com mais frequência nas Regiões Norte e Nordeste. Outras denominações taxonômicas no gênero são “biovars” (com base em testes bioquímicos de utilização de um conjunto de açúcares e álcoois), “filotipos” (designados pelo uso de PCR multiplex, agrupa isolados relacionados à sua origem geográfica) e “sequevars” (usadas para designar grupos infrassubespecíficos, baseados no sequenciamento de genes associados à patogenicidade, em especial o de endoglucanase).

A doença aparece geralmente em reboleiras que coincidem com áreas de maior umidade do solo ou em local onde havia plantas cultivadas ou daninhas hospedeiras contaminadas com a bactéria. Plantas infectadas inicialmente apresentam flacidez das folhas mais novas nos períodos mais quentes do dia (Figura 7A), podendo recuperar a turgidez à noite ou em períodos frios.

À medida que a doença evolui, a planta toda murcha (Figura 7B), permanecendo verde, diferentemente de outras causadas por fungos. Pelo fato de as murchas causadas por *R. solanacearum* e pelos fungos *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* e *Verticillium* spp. também apresentarem escurecimento vascular do caule na base da planta (Figura 7C), uma forma adicional de diferenciar a murcha bacteriana de outras é a realização do “teste do copo” (Figura 7D). Ele consiste em mergulhar em um copo transparente com água limpa uma pequena porção (cerca de 5 cm) da parte inferior do caule de planta doente, de preferência apresentando escurecimento vascular. Pode-se usar um clipe para fixar o segmento do caule ao frasco. A presença, após poucos minutos, de um filete leitoso saindo do tecido doente em direção ao fundo do copo indica a presença da murcha bacteriana.

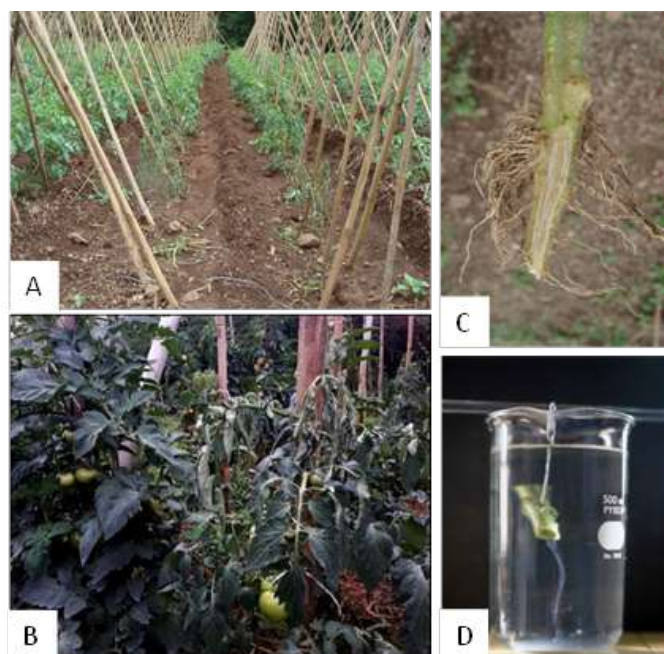


Figura 7. Sintomas da murcha bacteriana em tomateiro. Plantas murchas em reboleira (A). Planta sadia (tomateiro da esquerda) e sintoma inicial de murcha dos folíolos na parte superior da planta (tomateiro da direita) (B). Escurecimento vascular na base do caule e topo da raiz (C). Teste do copo, mostrando a exsudação bacteriana (D).

Fotos: Carlos A. Lopes, A e C; Fernando P. Monteiro, B; e Alice M. Quezado-Duval, D

- **Controle**

A murcha bacteriana é nativa em muitas regiões brasileiras e pode permanecer no solo por muitos anos, associada à rizosfera ou infectando um grande número de espécies hospedeiras. Ainda não se dispõe de uma tecnologia que, por si só, seja capaz de controlar a murcha bacteriana. Assim, torna-se necessário o uso do controle integrado; ou seja, o uso de várias medidas que podem se complementar para evitar perdas na produção.

Não existem cultivares de tomate que podem ser consideradas resistentes, embora algumas sejam menos suscetíveis que outras. No entanto, existem híbridos comerciais com alto grau de resistência que são usados como porta-enxertos, em combinações com cultivares que produzem frutos de valor comercial. Essa medida, no entanto, não terá sua eficácia totalmente comprovada em caso de alta população do patógeno no solo e sob condições altamente favoráveis à doença. Ademais, o “achego de terra” ou “amontoa” são práticas incompatíveis com o uso de porta-enxerto, pois fazem com que o solo entre em contato com o material da copa, suscetível à doença. Assim, quando usada, deve ser acompanhada de medidas auxiliares de controle, tais como: rotação de culturas; plantio em terrenos não muito contaminados; evitar terrenos de baixadas ou mal drenados sujeitos ao encharcamento, bem como plantios em verões quentes e chuvosos; manejo da água de irrigação; controle de hospedeiras alternativas, como a maria-pretinha, controle de nematoides e insetos de solo que provocam ferimentos nas raízes, além de evitar o trânsito de máquinas e veículos de áreas contaminadas para outras regiões.

2.5. Cancro bacteriano

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*

O cancro bacteriano é uma doença com potencial de provocar perdas significativas em tomateiro cultivado para mesa. Sua ocorrência, no entanto, não é constante; pode passar despercebida por alguns anos, para, então, surgir e atingir intensidade devastadora. Essa inconstância é atribuída à presença de condições climáticas favoráveis em combinação com o uso de sementes e mudas infectadas.

É causada pela bactéria Gram negativa *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, que é favorecida por temperaturas de 18°C a 25°C e alta umidade do ar. É transmitida pela semente, o que torna muito eficiente a sua dispersão a longas distâncias. Após instalada na lavoura, sua disseminação se dá por respingos de água sobre as lesões e pelo manuseio das plantas nas operações de amarrio, desbaste, pulverizações e colheita.

A sintomatologia do cancro bacteriano é bastante complexa, pois algumas formas de manifestação podem ser confundidas com sintomas de outras doenças e distúrbios fisiológicos. É variável em função da idade da planta, por ocasião da infecção, do órgão da infectado, da cultivar e das condições ambientais.

Em geral, os primeiros sintomas aparecem com a formação dos primeiros cachos, quando se observa murcha de folíolos na metade inferior da planta - às vezes, de um lado só da folha. Quando essas folhas secam, a planta fica com aspecto de “queima” (Figura 8A) pela necrose que se inicia nas bordas (Figura 8B).

A murcha decorre de invasão sistêmica da bactéria, que compromete, total ou parcialmente, a condução de água pelo xilema (e células adjacentes). Isso pode ser comprovado ao se observar escurecimento dos vasos, de cor amarelada a princípio (Figura 8C). Esse sintoma pode ser con-

fundido com o de outras doenças vasculares causadas por fungos vasculares, como espécies de *Fusarium* e *Verticillium*, e pela bactéria *Ralstonia* spp., e mesmo de deficiência hídrica e distúrbios nutricionais. Nessa fase, é comum observar a queda de frutos pela infecção dos pedúnculos ou pelo desbalanço do ácido abscísico.

Os sintomas mais típicos, entretanto, se manifestam nos frutos, como lesões redondas esbranquiçadas, que depois escurecem a partir das bordas, dando à lesão o aspecto de olho de perdiz ou olho de passarinho (Figura 8D).

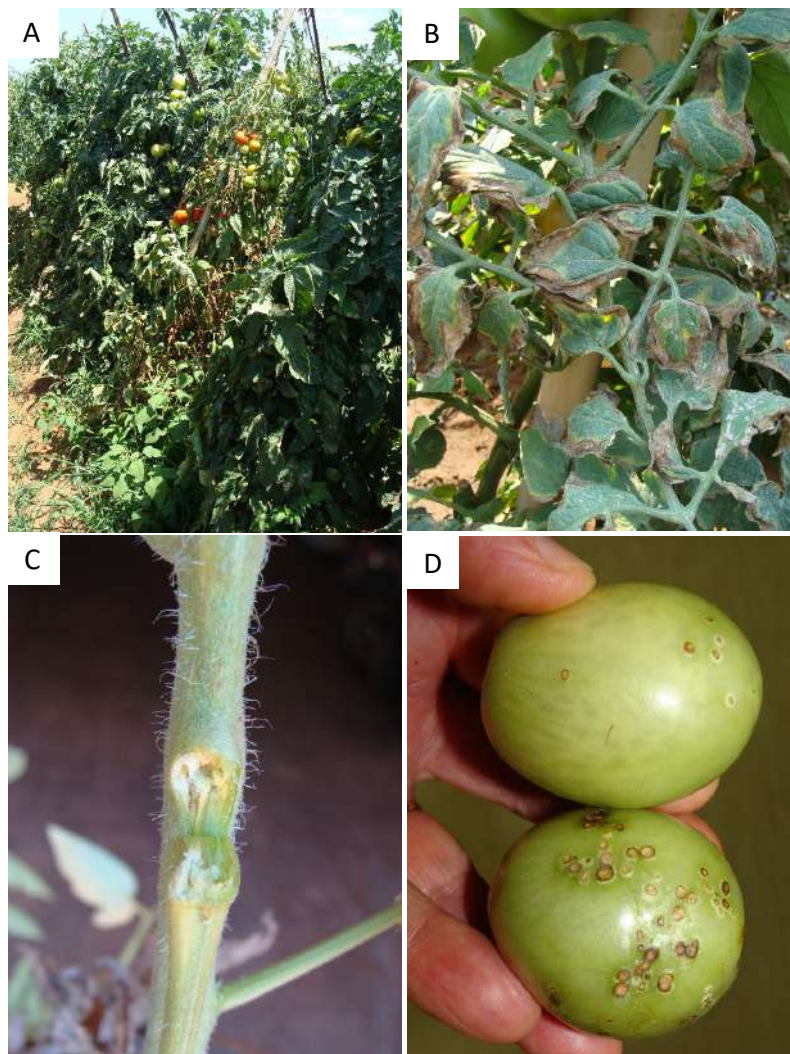


Figura 8. Sintomas do cancro bacteriano em tomateiro. Plantas com murcha e necrose foliar (A). Folhas com necrose nas bordas (B). Escurecimento vascular, de cor amarela a marrom (C). Manchas nos frutos, conhecidas como olho de perdiz ou olho de passarinho (D)

Fotos: Carlos A. Lopes

- **Controle**

O controle do cancro bacteriano requer um conjunto de medidas que visam evitar a entrada do patógeno na lavoura e, caso venha a estar presente, que não cause muitos danos. Não existem cultivares de tomate com um grau adequado de resistência que permita negligenciar as outras medidas complementares de controle.

Inicialmente, e não exclusivamente para o cancro bacteriano, é necessário que as sementes sejam de boa qualidade; ou seja, produzidas de acordo com as boas práticas de cultivo que garantam sua sanidade. Por isso, deve-se adquirir sementes de empresas idôneas, em vez de usar semente própria ou de origem desconhecida. O local de plantio deve ser analisado com cuidado, evitando-se áreas vizinhas a campos contaminados ou que tenham sido cultivados recentemente com o tomateiro. A qualidade da água de irrigação deve levar em conta, entre outros fatores, a ausência do patógeno. Assim, a água coletada abaixo de lavouras velhas corre grande risco de estar contaminada com patógenos.

Em geral, lavouras irrigadas por gotejamento correm menos risco de desenvolverem o cancro bacteriano, pelo fato de não promoverem o molhamento da parte aérea, que está sujeita a infecções secundárias pela dispersão de células bacterianas pelo impacto das gotas. As células do agente causador do cancro bacteriano podem permanecer viáveis por longo tempo em várias superfícies. Em especial, podem contaminar estacas e servirem como fontes de inóculo no próximo cultivo. Assim, quando reutilizadas, as estacas devem passar por desinfestação pelo calor e pelo tratamento com produtos químicos, sob orientação de um profissional da área. Esse problema pode ser solucionado pelo uso de tutoramento com filhotes novos.

É importante também que o contato com as plantas nunca deve ser feito após o manuseio ou visitas (nas operações de amarrio, desbrota, irrigação, pulverização, preparo do solo e capinas) a áreas com plantas sintomáticas. O controle químico do cancro bacteriano pode ser eficaz no caso de infecções localizadas, mas não quando ocorre infecção sistêmica. Assim, recomenda-se a aplicação de produtos bactericidas, desde que registrados no MAPA, com a função de proteger os sítios de infecção, o principal deles sendo os ferimentos provocados pela desbrota e amarrio. A rotação de culturas, recomendada para os patógenos de solo, também é eficaz como medida auxiliar no controle do cancro bacteriano.

2.6. Talo oco e podridão mole

***Pectobacterium* spp. e *Dickeya* spp.**

O talo oco e a podridão mole são as principais manifestações do ataque das bactérias pectolíticas, capazes de produzir enzimas que comprometem a integridade das células do hospedeiro, fazendo com que os órgãos afetados fiquem amolecidos. Dentre elas, as mais importantes são as espécies dos gêneros *Pectobacterium* e *Dickeya*, amplamente encontradas em solos em que se cultiva o tomate e muitas outras espécies olerícolas, como batata, cenoura, mandioquinha-salsa e brássicas.

O talo oco e a podridão mole são destrutivas especialmente em lavouras sujeitas a alta umidade e alta temperatura, que ocorrem com frequência durante verões chuvosos e cultivos protegidos submetidos a irrigações excessivas. São favorecidas também pela presença de ferimentos na planta, de natureza física ou provocados por insetos, que são necessários para que essas bactérias penetrem nos tecidos e iniciem o processo infeccioso.

O primeiro sintoma do talo oco é o amarelecimento e murcha das folhas, seguido de murcha total ou parcial, que evolui para a seca e morte da planta (Figura 9A). Diferentemente das murchas vasculares, as plantas afetadas pelo talo oco apresentam escurecimento externo no caule, provocado pelo apodrecimento dos tecidos próximos ao redor do ponto de infecção, que é normalmente associado a um ferimento (Figura 9B).

O nome talo oco é derivado do apodrecimento da medula, que faz com que o caule das plantas afetadas ceda sob pressão dos dedos, evidenciando uma podridão interna do tecido (Figura 9C). Sob condições muito favoráveis à doença, a bactéria desenvolve-se também na parte exterior do caule, produzindo podridão mole, escorregadia ao tato. O nome podridão mole se refere principalmente ao sintoma nos frutos durante o cultivo ou em pós-colheita que, quando danificados ou perfurados por insetos, ficam sujeitos à infecção pela bactéria com uma decomposição aquosa rápida (Figura 9D).

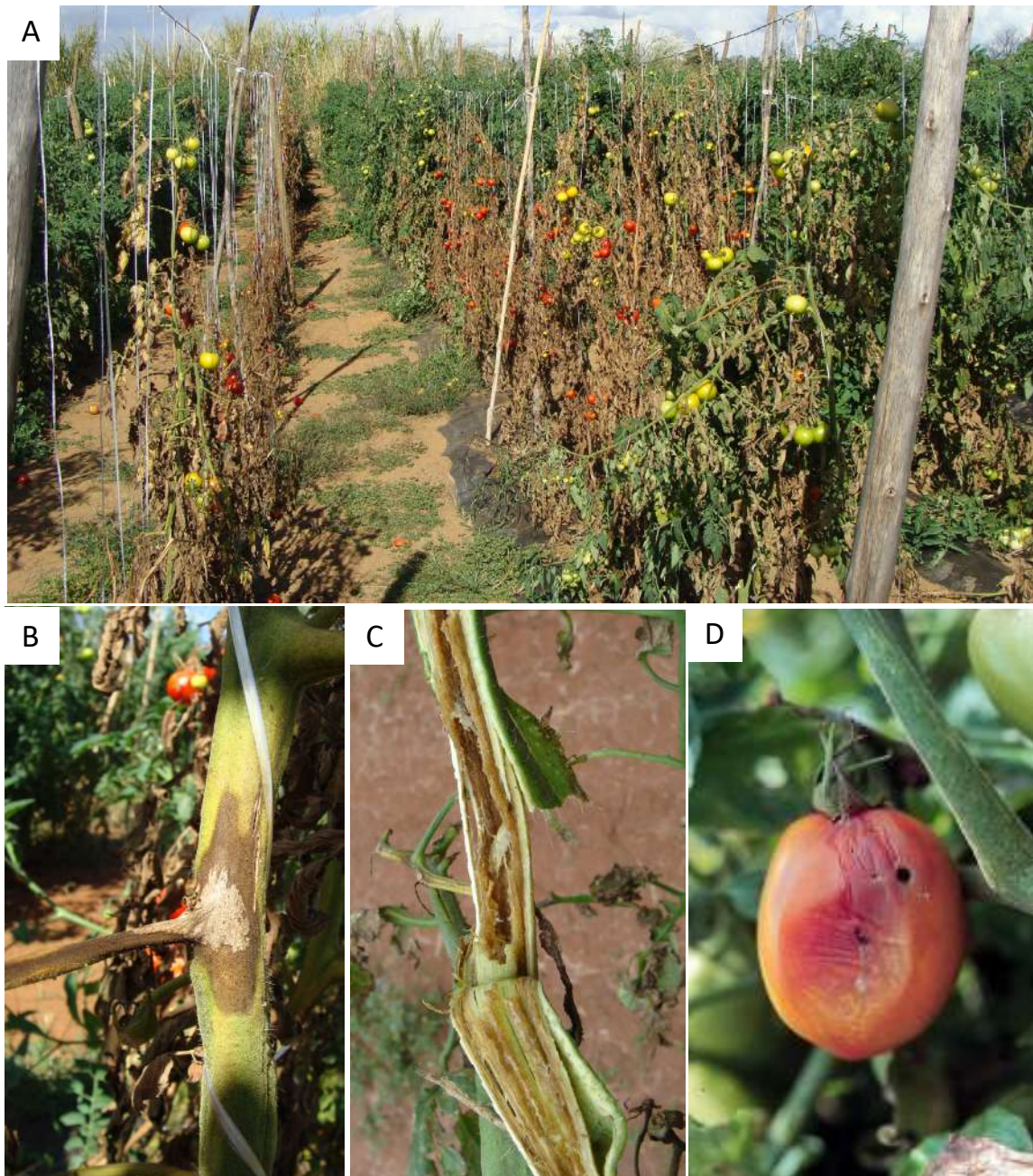


Figura 9. Sintomas do talo oco e podridão mole em tomateiro. Plantas mortas pela destruição do caule (A). Necrose externa a partir de um ponto de ferimento no caule (B). Medula desintegrada (C). Podridão mole em fruto, a partir de ferimento por broca (D)

Fotos: Carlos A. Lopes

- **Controle**

O controle do talo oco e da podridão mole é um caso clássico para exemplificar a relevância do manejo integrado, pois não existem medidas que, individualmente, sejam capazes de amenizar a contento os danos causados por elas. A medida mais eficaz parece ser a escolha da época de plantio, evitando cultivos que estejam expostos a altas temperaturas e umidades. No entanto, por questões comerciais, isso nem sempre é possível, o que faz com que medidas complementares sejam rigorosamente seguidas quando essas condições ocorrerem.

Em especial para cultivos em campo aberto, deve ser feita uma escolha de áreas que não sejam sujeitas a encharcamentos, preferindo solos com menos teor de argila e não compactados. Em cultivo protegido, a irrigação deve ser bem manejada em termos de método de irrigação e lâmina de água aplicada, além de manter a estrutura bem ventilada e a densidade de plantas adequada para reduzir a umidade no dossel da planta. Deve-se atentar também para que as plantas tenham adubação equilibrada. Em especial, evitar excesso de nitrogênio, que provoca o excesso de folhagem, facilitando a manutenção indesejada da umidade no dossel, além de tornar a planta mais sensível a ferimentos provocados pela quebra de tecidos pelo vento ou manuseio. Este tipo de ferimento, e aqueles por outras causas, como ataque de insetos – que devem ser controlados conforme instruções dessa publicação, ou causados pela desbrota e colheita –, propiciam a entrada da bactéria.

Sempre que possível, as plantas devem ser manuseadas em período seco para reduzir as chances de transmissão dos patógenos. Como essas pectobactérias atacam muitas outras espécies de plantas, a rotação de culturas - preconizada para o controle de várias doenças causadas principalmente por patógenos de solo - deve ser feita de preferência com gramíneas, por períodos tanto mais prolongados quanto maior for o grau de infestação do solo.

2.7. Necrose da medula

Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas mediterranea*, *Pseudomonas viridiflava

É uma doença vascular com maior prevalência no Sul e no Sudeste do país, tendo sido registrada uma ocorrência em Goiás. Com ocorrência simultânea com outras bacterioses foliares, como o talo oco e a murchadeira, e devido à maior dificuldade de procedimentos de isolamento e identificação, sua importância no país para a cultura do tomateiro não está bem definida.

A necrose da medula foi inicialmente associada apenas à espécie *P. corrugata*, que foi posteriormente considerada dois tipos distintos, phenon A e phenon B, passando o segundo ao status de espécie, denominada *P. mediterranea*, observada no estado de São Paulo. No Brasil, sua ocorrência tem sido associada a adubações nitrogenadas em excesso. Uma terceira espécie, *P. viridiflava*, foi identificada como agente etiológico dessa doença em tomateiros no estado de Santa Catarina. Há relatos de outras espécies de *Pseudomonas* (*Pseudomonas agglomerans*, *Pseudomonas marginalis*, *P. cichorii*, *Pseudomonas fluorescens*) e até de *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *perforans*) associadas a sintomas vasculares semelhantes em outros países, levando a crer que se trata de um complexo de espécies.

Os sintomas geralmente são percebidos em plantas em fase de colheita, que podem se apresentar amareladas, e/ou murchas e morrerem. Ao corte longitudinal do caule de plantas doentes, verifica-se escurecimento da medula (Figura 10), o que difere da sintomatologia do talo-oco, que leva à desintegração desse tecido. Plantas nessas condições apresentam raízes adventícias em profusão. Rotação de culturas e emprego de adubação equilibrada são recomendadas para áreas com histórico de ocorrência da doença.



Figura 10. Corte longitudinal do caule mostrando os sintomas da necrose da medula em tomateiros. Caule de tomateiro sadio (A). Caule de tomateiro com necrose da medula (B)
Fotos: Fernando P. Monteiro

3. Doenças causadas por fungos e oomicetos

3.1. Tombamento de mudas

***Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., *Sclerotium rolfsii*.**

O tombamento de mudas ou *damping-off* está presente em todos os locais onde se cultiva tomate. Geralmente, ocorre durante a produção de mudas, em fase de pré ou de pós-emergência, mas pode se manifestar também após o plantio das mudas até que elas se estabeleçam no campo. Devido ao grande potencial destrutivo dos patógenos causadores, dependendo dos níveis de contaminação de sementes e da infestação do solo ou da água, a doença poderá acarretar falhas significativas no estande da cultura, seja em viveiros ou no campo.

A doença pode ocorrer em fase de pré ou pós-emergência. No primeiro caso, geralmente, o patógeno infecta a semente durante a germinação, causando podridão da semente ou da radícula, e a plântula não emerge. Já no segundo, o ataque do patógeno ocorre na base do caule, provocando lesões deprimidas, com aspecto amolecido e escuro, levando à constrição do caule e tombamento (Figura 11). Pode ocorrer antes ou após o plantio das mudas. Seja em viveiros como no campo (Figura 11), o estande de plantas pode ser severamente comprometido pela doença.

Há algumas particularidades na sintomatologia ao se considerar a etiologia do patógeno envolvido na infecção de pós-emergência. Quando é causado por *Pythium* spp. ou *Phytophthora*

spp., inicialmente as mudas apresentam uma lesão escura e aquosa nas raízes e na base do caule que se desenvolve de forma ascendente, culminando na podridão total do colo, levando ao tombamento e morte da planta. Quando é causado por *R. solani*, por exemplo, de igual modo, ocorre podridão de raiz e colo. No entanto, a lesão não é de aspecto aquoso. E no caso de ataques tardios, a planta geralmente não morre, mas tem seu desenvolvimento prejudicado.

A doença é favorecida por umidade elevada do solo, condição que pode ser acarretada por chuvas ou irrigações excessivas, principalmente em solos compactados sujeitos ao encharcamento. O adensamento de plantas pode ser também um importante fator no agravamento da doença, por propiciar microclima mais úmido. A disseminação dos propágulos dos patógenos que causam a doença pode ocorrer por meio do uso de implementos infestados, bem como de mudas contaminadas, e ainda pela água, ao se tratar de *Pythium* e *Phytophthora*.

No caso de não haver hospedeiro disponível, *Pythium* spp. sobrevive saprofiticamente ou em dormência através dos oósporos ou clamidósporos. Ao se estabelecer condições favoráveis, o oósporo germina, dando origem aos esporângios do qual se forma a vesícula, na qual os zoósporos são diferenciados. Os zoósporos apresentam motilidade em filmes de água e são atraídos por exsudatos do hospedeiro.

O ciclo de vida de *Phytophthora* é bastante parecido ao de *Pythium*, porém os zoósporos são diferenciados diretamente no esporângio. *Rhizoctonia*, na ausência de hospedeiro, pode sobreviver saprofiticamente no solo, ou em estágio de dormência, como micélio e escleródios. O fungo apresenta uma característica marcante em suas hifas: elas se ramificam em ângulo reto. Além disso, não têm esporos sexuais.

A temperatura ideal é um fator que depende muito do patógeno, *Pythium aphanidermatum* e *P. myriotylum* se desenvolvem melhor em temperaturas acima de 30°C, enquanto que *P. ultimum* em temperaturas inferiores a 20°C. *Rhizoctonia solani* tem melhor desenvolvimento com temperatura entre 15° e 18°C.

- **Controle**

O controle do tombamento de mudas é difícil por se tratar de uma doença provocada por fungos saprofitos de comum ocorrência no solo. Ao lado disso, produz estruturas de resistência, como oósporos (oomicetos), clamidósporos (*Fusarium* spp.) e escleródios (*R. solani* e *S. rolfisii*), que sobrevivem em estado de dormência por longos períodos. Não há cultivares comerciais de tomate resistentes à *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. e *Rhizoctonia* spp. Nesse sentido, o manejo da doença deve se apoiar em um conjunto de medidas, principalmente embasadas em práticas culturais adequadas, uso de fungicidas e de agentes de biocontrole.

Com relação às práticas culturais, é sempre importante evitar o excesso de umidade do solo. Deve ainda evitar plantio em solos com baixa capacidade de drenagem, bem como a irrigação com água de qualidade é imprescindível, visto que *Pythium* e *Phytophthora* vivem em ambiente aquático. A utilização de sementes de boa qualidade é uma conduta crucial. Quando se adquirem sementes não tratadas, recomenda-se tratá-las com fungicidas registrados.

Sempre que possível, deve-se priorizar a aquisição de mudas oriundas de viveiros especializados, com condições controladas, pois a produção em canteiros preparados no campo pode ficar comprometida. Isso porque as mudas ficam mais expostas à infecção por patógenos já existentes no solo. As mudas devem ser produzidas em bandejas contendo substrato esterilizado.

Com relação ao controle químico, há somente um fungicida com registro no MAPA, cujo princípio ativo é o Metam-sódico, que pode ser aplicado no solo. Esse fungicida é classificado como altamente perigoso ao ambiente. Para *Phytophthora* e *Rhizoctonia* não há fungicidas registrados. Diante da dificuldade de encontrar fungicidas registrados e por apresentarem pouca eficiência e alto potencial destrutivo ao meio ambiente, a utilização de métodos alternativos, como o controle biológico, se torna uma opção mais viável.

Nesse sentido, a utilização de cepas de *Trichoderma* spp. pode ser interessante. Esse fungo é bastante citado como um agente biocontrolador de patógenos causadores de tombamento, que apresentam estruturas consideradas difíceis de serem atacadas por outros microrganismos. A sua utilização tem proporcionado reduções significativas dos danos causados por *Pythium* sp. e *R. solani*.

Outro agente bastante conhecido é *Bacillus subtilis*. A bactéria tem sistema secretor bastante desenvolvido, produz metabólitos secundários que apresentam amplo espectro de atividade antibiótica. Plantas de tomate tratadas com *B. subtilis* tiveram eficácia de controle da podridão por *Rhizoctonia* de 20,65% e de 35,23% em casa de vegetação e em campo, respectivamente.

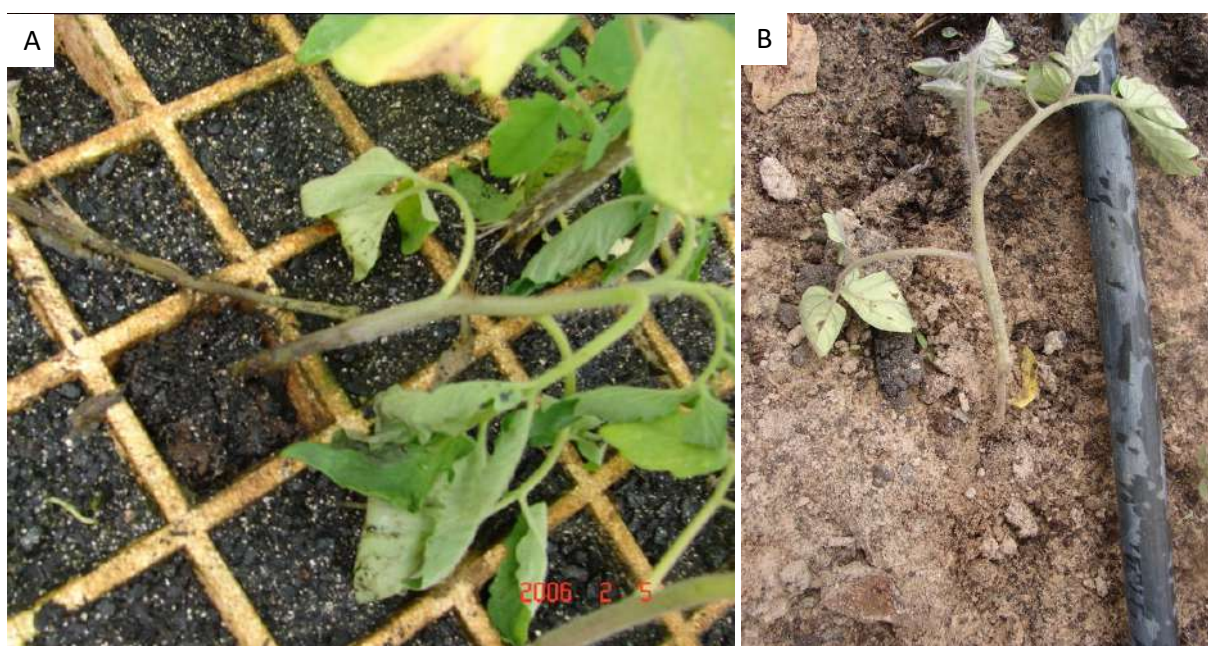


Figura 11. Tombamento em mudas de tomateiro em bandeja no telado (A) e no campo (B)

Fotos: Ailton Reis

3.2. Murcha de Fusarium

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici*

Em tomateiro, a murcha de Fusarium é uma doença devastadora que está presente na maioria das regiões de produção, com relatos em pelo menos 32 países. A murcha de *Fusarium* se encontra presente na maioria das regiões produtoras de tomate e, historicamente, vem causando grandes prejuízos aos tomaticultores.

No Brasil, todas as raças fisiológicas do patógeno já se encontram estabelecidas. Atualmente, a maioria das cultivares de tomateiro cultivadas apresenta resistência às raças 1 e 2. Com o apare-

cimento da raça fisiológica 3 em áreas de produção de tomate de mesa (inicialmente no Espírito Santo e, posteriormente, em outros estados), a doença voltou a fazer parte dos principais problemas fitossanitários da tomaticultura brasileira. Entretanto, a raça 3 ainda não foi relatada no Sul do país e nas regiões de plantio de tomateiro rasteiro nos cerrados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo.

A doença ocorre em qualquer fase de desenvolvimento da cultura, sendo mais comum em plantas adultas a partir do florescimento e frutificação. Em plantas adultas, os sintomas são observados em reboleiras. Inicialmente, se observa o amarelecimento intenso das folhas mais velhas, que gradualmente murcham e apresentam necrose marginal ou total do limbo (Figura 12). Com o progresso da doença, este amarelecimento aumenta de forma ascendente até atingir as folhas mais novas. Nesta condição, os frutos não se desenvolvem, amadurecem ainda pequenos ou caem prematuramente.

É comum a murcha ou o amarelecimento aparecerem apenas em um dos lados da planta ou das folhas. Plantas doentes apresentam crescimento reduzido. Com o comprometimento total do sistema vascular da planta, esta murcha se torna definitiva e morre. Quando o caule de plantas com sintomas visíveis é cortado no sentido longitudinal, observa-se coloração marrom característica na região do xilema, mais intensa na base do caule, enquanto a medula não apresenta nenhuma anormalidade (Figura 12).

O patógeno é disperso principalmente pela movimentação do solo e escoamento de água de chuva e irrigação. Pode ser introduzido em novas áreas por meio do uso de mudas, máquinas e ferramentas agrícolas contaminadas. O patógeno também pode estar presente nas sementes. O fungo sobrevive no solo e em restos culturais na forma de clamidósporos por até oito anos, na ausência do hospedeiro. Temperaturas entre 21°C e 33°C (ótima de 28°C) e alta umidade no solo favorecem o desenvolvimento do patógeno.

Na presença de água, os esporos germinam e penetram por aberturas naturais das raízes da planta, formadas pela emissão de raízes laterais, ferimentos provocados pelo atrito das raízes com o solo, insetos, nematoides e tratos culturais. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* penetra a epiderme da raiz, posteriormente se dispersa através do tecido vascular, invade os vasos do xilema da planta, resultando no seu entupimento, impedindo a translocação de água e causando sintomas típicos de murcha.

- **Controle**

A maioria das cultivares de tomateiro cultivadas no Brasil é resistente às raças 1 e 2 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Por outro lado, existe grande preocupação com relação à raça 3, tendo em vista o número muito restrito de cultivares comerciais ou porta-enxertos resistentes a esta raça. Assim, recomendam-se outras medidas de controle da doença, tais como o uso de sementes e mudas sadias, plantio em áreas indenes e o tratamento de sementes com fungicidas.

A solarização do solo e a rotação com culturas não hospedeiras, preferencialmente gramíneas, por pelo menos cinco anos, embora contribuam para a redução da população do patógeno no solo, são de custo elevado e eficiência limitada, devido à persistência do fungo no solo.

Outras medidas culturais, como: calagem do solo, visando aumentar o pH para 6,5 a 6,8; impedimento da drenagem de água de local infestado para novas áreas de plantio; eliminação dos restos culturais, diminuindo, assim, o inóculo inicial para o próximo ciclo da cultura, manipulação da fertilidade do solo (evitar o uso excessivo de fósforo e magnésio; usar nitrogênio na forma

de nitrato, evitando a forma amoniacal), e emprego de compostos orgânicos, visando aumentar a microflora antagonista são recomendadas como medidas complementares. Em áreas onde o patógeno já se encontra estabelecido, um dos métodos mais eficazes é o controle genético, por meio do plantio de cultivares resistentes.

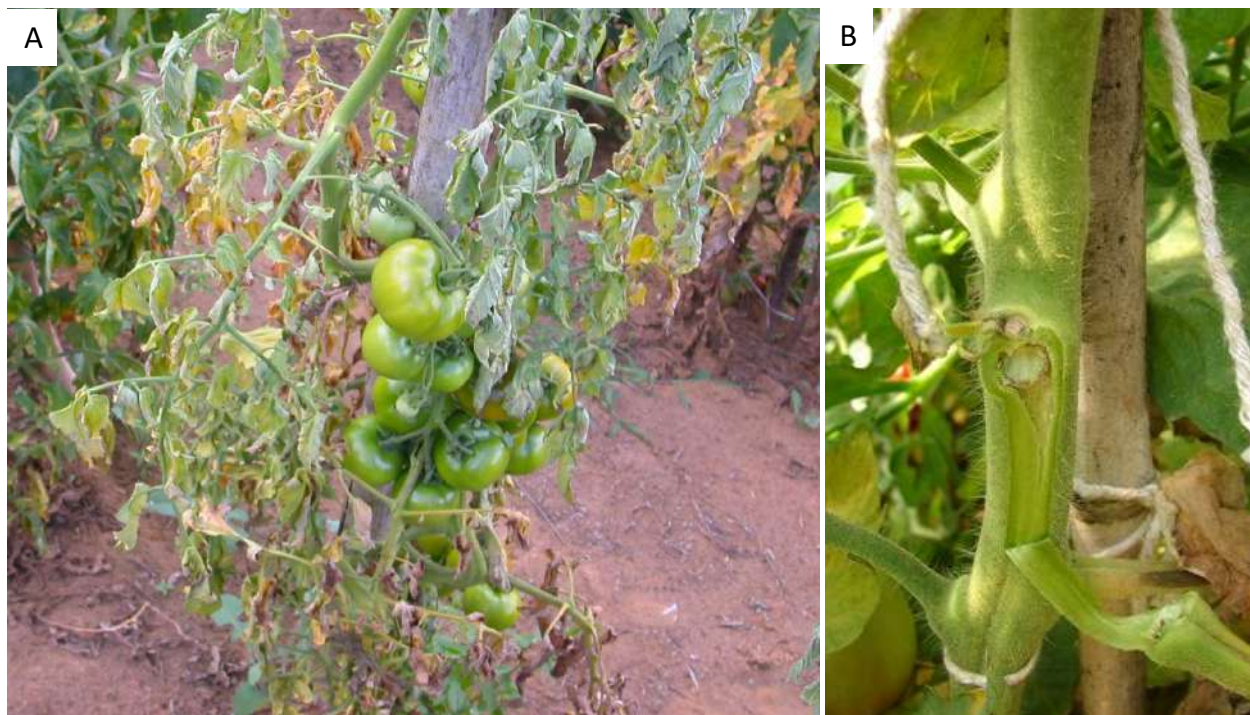


Figura 12. Sintomas de murcha e amarelecimento de folhas (A) e escurecimento vascular (B) em tomateiro, causados por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*

Fotos: Ailton Reis

3.3. Murcha de *Verticillium*

Verticillium dahliae

A murcha de *Verticillium* é uma das doenças vasculares mais devastadoras causadas por espécies do gênero *Verticillium*, que afetam quase 400 plantas hospedeiras, incluídas as principais culturas agrícolas, ornamentais, e plantações de árvores, principalmente em regiões de climas temperados e subtropicais. No Brasil, a doença é particularmente importante nas regiões Sul e Sudeste, ocorrendo esporadicamente em áreas de maiores altitudes nas no Centro-Oeste e Nordeste. Ainda não se tem registro desta doença no Norte do país.

Até recentemente, a murcha de *Verticillium* não era relatada como causa de grandes prejuízos aos tomatocultores brasileiros, uma vez que a maioria das cultivares comerciais apresenta resistência à raça 1 do patógeno. Entretanto, o estabelecimento e a disseminação de uma nova raça (raça 2) nas principais regiões produtoras de tomate vêm causando grandes prejuízos aos produtores.

Os sintomas da murcha de *Verticillium* do tomateiro podem variar, dependendo da cultivar plantada, da nutrição da planta e das condições ambientais. Podem ser confundidos com os sintomas da murcha de *Fusarium* e de outras doenças vasculares, porém progredem de maneira mais lenta.

Geralmente, o primeiro indício da doença é uma murcha moderada das plantas nas horas mais quentes do dia, com a recuperação da turgidez no período da noite. À medida que a doença evolui, uma clorose seguida de necrose se desenvolve nas margens dos folíolos das folhas inferiores (Figura 13). Os folíolos passam a apresentar lesões típicas em formato semelhante ao da letra “V”, que se estreitam da margem para o centro do folíolo (Figura 13).

As plantas atacadas pela murcha de *Verticillium* apresentam uma descoloração do sistema vascular. Esta descoloração é menos evidente que aquelas que ocorrem no caso da murcha-bacteriana e a murcha de *Fusarium* (Figura 13). O escurecimento vascular é mais facilmente observado nas partes mais baixas do caule e diminui na porção superior do caule. Em geral, não aparece nos pecíolos. Os sintomas da doença se tornam mais evidentes quando a planta está em fase de plena produção de frutos. Em variedades altamente suscetíveis, a doença pode levar à murcha total e à morte da planta. Entretanto, na maioria das vezes, as plantas não morrem e apresentam menor desenvolvimento e redução no número e/ou tamanho dos frutos.

Verticillium dahliae é um fungo altamente polífago, amplamente distribuído nas regiões agrícolas do mundo, e cuja reprodução sexual não é conhecida. O patógeno encontra-se bastante disseminado no território brasileiro, infectando principalmente tomate, berinjela, jiló, algodão, morango, quiabo, entre outras hospedeiras. Além disso, infecta e causa doença em várias espécies de plantas nativas e invasoras. Todos esses aspectos epidemiológicos devem ser levados em consideração. Isso porque o fungo tem apresentado uma alta plasticidade, sendo capaz de infectar uma ampla gama de plantas hospedeiras, o que pode torná-lo um patógeno muito importante em tomate, bem como em outras hortaliças.

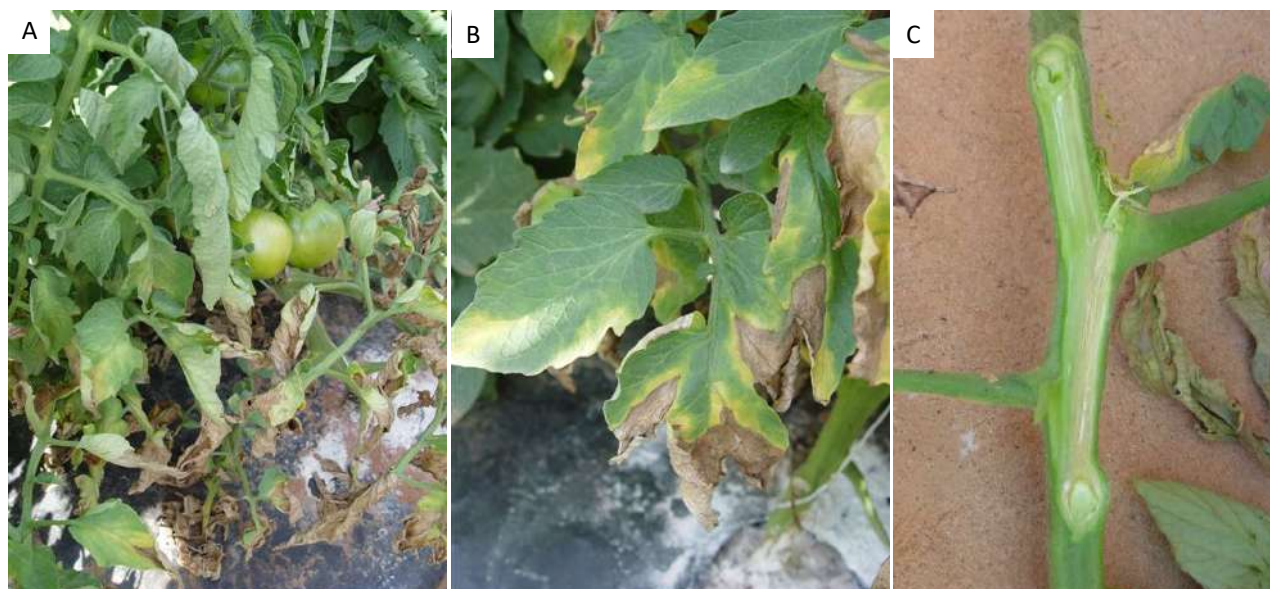


Figura 13. Sintomas de murcha de folhas (A), necrose em “V” em folíolos (B) e descoloração vascular (C) em plantas de tomate, causados por *Verticillium dahliae*

Fotos: Ailton Reis

São conhecidas duas raças do patógeno: 1 e 2. A identificação da raça é feita com o uso de cultivares diferenciadoras e marcadores moleculares:

- Isolados que causam doença apenas em cultivares que não contêm o gene de resistência *Ve* pertencem à raça 1.

- Isolados que causam doença em cultivares com e sem o gene *Ve* pertencem à raça 2.

A doença é favorecida por temperaturas amenas (22 a 25°C) e solos levemente ácidos a neutros. O ótimo de umidade para o desenvolvimento da planta também favorece o desenvolvimento da doença. A penetração do fungo nas raízes das plantas hospedeiras ocorre principalmente através de ferimentos. Após a penetração, o fungo invade e coloniza os vasos do xilema, de forma ascendente. Conforme a planta doente envelhece, o fungo torna-se saprofítico e coloniza os tecidos senescentes. Durante a colonização, o fungo forma microescleródios, estruturas de resistência do patógeno, favorecidas por temperaturas entre 10 a 20°C. O fungo sobrevive por muitos anos nesta forma dormente, como micélio ou conídios no sistema vascular de plantas perenes.

A dispersão de propágulos a curtas distâncias pode ocorrer por escoamento de água, especialmente irrigação por inundação, por meio de máquinas e equipamentos contaminados, folhas infectadas e pelo vento. A dispersão do fungo a longas distâncias, pode ocorrer por meio de sementes e mudas contaminadas ou infectadas. A sobrevivência ocorre no solo, onde o fungo pode permanecer viável por longos períodos na forma de clamidósporos e/ou microescleródios. Além disso, também pode sobreviver em restos de cultura ou infectando plantas voluntárias e invasoras.

- **Controle**

A resistência genética tem sido a medida de controle mais adequada para a maioria das doenças vasculares, incluindo as causadas por *Verticillium*. Em tomateiro, o controle da murcha causada pela raça 1 tem sido feito por meio do uso de variedades resistentes portadoras do gene *Ve*. Embora não haja cultivares comerciais disponíveis com resistência à raça 2, no Japão, as cultivares de porta-enxerto "Aibou" e "Ganbarune-Karis" têm sido relatados e cultivados como resistentes a isolados de *V. dahliae* raça 2. Esses relatos de identificação de fontes de resistência, porém, parecem ser instáveis em campos comerciais de tomate. Portanto, ainda não foi transferida para linhagens e cultivares com boas características agronômicas.

Recomenda-se fazer um controle rigoroso de plantas daninhas e voluntárias dentro e/ou próximas aos telados de cultivo e nas lavouras a campo. Deve-se considerar o histórico de plantação de culturas, assim como o histórico epidemiológico da murcha de *Verticillium* no local.

Algumas sugestões:

- Os restos culturais de lavouras velhas de tomateiro e de outras hortaliças devem ser destruídos, antes de um novo período de cultivo.
- A adubação correta das plantas também auxilia no controle da doença, pois possibilita uma maior "tolerância" aos efeitos adversos da infecção.
- A biofumigação do solo ou a solarização podem ser métodos de controle efetivos, entretanto, em nível comercial essas estratégias se aplicam a pequenas áreas ou telados.
- A rotação de culturas pode auxiliar no controle da doença, mas esta técnica é limitada, devido ao grande número de hospedeiras do fungo e a capacidade do patógeno de sobreviver no solo, na forma de microescleródios, por um período de tempo muito prolongado. Espécies de monocotiledôneas aparecem como as mais indicadas em sistemas de rotação. Para o tomate, é preferível uma rotação com milho, soja, alfafa, crucíferas ou arroz, por pelo menos três anos. Entretanto, embora vários microrganismos tenham demonstrado eficácia contra a murcha de *Verticillium*, a maioria deles ainda não foi correlacionada com a atividade *in vivo* e não há evidências de que desempenhe um papel *in planta*.

3.4. Mofo branco

Sclerotinia sclerotiorum

O mofo branco é uma importante doença do tomateiro no Brasil, principalmente no tomateiro cultivado para processamento industrial. É favorecida por temperaturas amenas e umidade elevada. Encontra-se amplamente disseminada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Quanto às perdas, tem sido observado que maiores níveis ocorrem em plantios de tomate destinados a indústria, por serem geralmente de hábito prostrado, o que promove maior proximidade da folhagem e frutos com o solo, favorecendo o estabelecimento da doença.

A doença pode surgir em reboleiras ou em plantas isoladas, geralmente, a partir da fase de floração. No cultivo do tomate rasteiro, por exemplo, o ataque pode ser bastante severo, devido à superfície do solo ficar quase que completamente coberta. O patógeno pode atacar todos os órgãos aéreos da planta, mas frequentemente o caule é acometido.

Os sintomas se iniciam com a destruição do tecido do caule de aproximadamente 10 a 15 cm do solo, o que provoca o surgimento de lesões aquosas, que se formam devido à destruição de componentes da parede celular por enzimas celulases, hemicelulases e pectinases. As lesões apresentam tamanho variável, podendo levar à constrição completa da haste; o tecido se torna necrótico e dificulta a passagem de água e nutrientes, o que repercute em murcha e seca da parte aérea. Lesões avançadas no caule apresentam coloração palha a esbranquiçada (Figura 14).

Com a evolução da doença, os ramos são colonizados pelo patógeno, o conteúdo interno dos ramos é destruído, onde se formam escleródios após 7 ou 10 dias da infecção. Em condição de elevada umidade do solo e do ar, sinais do patógeno (micélio branco cotonoso e escleródios) podem se desenvolver sobre as áreas lesionadas. Os frutos, quando atacados, se rompem rapidamente, exibindo podridão aquosa, com possível frutificação de estruturas do patógeno na superfície (Figura 14).

Sclerotinia sclerotiorum é o fungo causador do mofo branco em tomateiro no Brasil. É amplamente distribuído ao redor do mundo e um patógeno bastante polífago. Os escleródios são a sua estrutura de sobrevivência, que pode sobreviver por vários anos no solo. Inicialmente, apresentam coloração branca e, posteriormente, se tornam negros, de formato irregular, e tamanho que pode variar de acordo com o hospedeiro.

Os escleródios podem germinar de duas maneiras: carpogênica ou miceliogênica. Na carpogênica, ocorre a formação de um a vários apotécios, onde uma única unidade é capaz de produzir mais de 2 milhões de ascósporos. Eles podem germinar na superfície de um tecido saudável, mas requer um filme de água e nutrientes de uma fonte exógena. Na miceliogênica, ocorre o desenvolvimento de hifas, que irão infectar o hospedeiro a partir da penetração pela cutícula da planta, utilizando-se de arsenal enzimático, força via apressórios ou por meio dos estômatos.



Figura 14. Sintomas de podridão em caule (A) e em fruto (B) de tomate, causados por *Sclerotinia sclerotiorum*

Fotos: Hércio Costa

Em condições de temperatura entre 10° e 21°C e alta umidade, os escleródios germinam e desenvolvem os apotécios. A germinação dos ascósporos ocorre em condições de elevada umidade e temperatura entre 5-10°C; já a germinação miceliogênica requer temperatura de 15°-25°C.

Outras condições que favorecem a germinação são: o pH do solo entre 6,0 e 9,7, fotoperíodo mínimo de 8 horas, alta densidade de plantio e períodos prolongados de precipitação. A dispersão do patógeno pode ocorrer por meio do transporte aéreo dos ascósporos e pela água de irrigação.

- **Controle**

Infelizmente, ainda não há cultivares de tomate resistentes à doença. A dificuldade para desenvolver linhagens resistentes a esse patógeno se deve ao fato da resistência ser parcial, com moderada a baixa herdabilidade.

Portanto, o manejo da doença deve se apoiar em um conjunto de medidas, podendo-se lançar mão de práticas culturais, fungicidas, substâncias indutoras de resistência e agentes de biocontrole.

Algumas práticas culturais que podem auxiliar no manejo são:

- menor densidade de plantio;
- controle da irrigação;
- desinfestação de implementos utilizados em áreas contaminadas, e aração profunda, de modo a inverter as camadas do solo.

A rotação de cultura, embora possa contribuir, é limitada, devido às poucas espécies de interesse econômico que não sejam hospedeiras. Entretanto, gramíneas, como milho, trigo e arroz, podem ser opções, auxiliando na redução do inóculo inicial em solos contaminados. Além do mais, as gramíneas podem ainda ser utilizadas como cobertura morta, contribuindo para a destruição dos escleródios presentes no solo, seja pelos resíduos resultantes da decomposição, barreira mecânica imposta, ou devido ao aumento da densidade populacional de microrganismos antagonistas.

O plantio de cultivares de tomate mais eretas também pode ser útil, pois permite maior aeração do microambiente formado sob a folhagem. Pulverizações preventivas com fungicidas são recomendadas, durante o período vegetativo ou reprodutivo, contribuindo para a redução do número de escleródios.

Apesar de os fungicidas serem importantes ferramentas no manejo do mofo branco, devem ser utilizados com muito critério, pois podem levar à seleção de populações de fungos resistentes, além de serem potencialmente perigosos ao meio ambiente. No Brasil, os fungicidas recomendados para utilização com registro no MAPA têm como princípio ativo fluazinam, procimidona, tiofanato metílico, fluazinam com tiofanato metílico e ciprodinil com fludioxonil.

O controle biológico pode ser um item importante num programa de manejo da doença. Muitos fungos e bactérias já foram relatados como agentes antagonistas de *S. sclerotiorum*. Os gêneros de fungos mais utilizados, são: *Gliocladium*, *Coniothyrium*, *Trichoderma* e *Paecilomyces*. As bactérias mais comumente usadas são *Bacillus* e *Streptomyces*.

3.5. Podridão de Sclerotium

Sclerotium rolfsii* sin. *Athelia rolfsii

Ocorre sob condições de alta umidade do solo e temperaturas elevadas, entre 25°C e 35°C. A doença aparece em pequenas reboleiras ou em plantas isoladas, as quais exibem sintomas de murcha (Figura 15) ou enfezamento, em consequência de necrose na região do colo, quase sempre circunscrevendo o caule. Com o progresso da doença, as raízes apodrecem. O patógeno pode atacar frutos em contato com o solo contaminado e provocar seu colapso. Em condições de alta umidade, verifica-se crescimento micelial branco sobre os tecidos doentes em caules (Figura 15) e frutos, onde geralmente são formados pequenos e numerosos escleródios esféricos de coloração branca no início e depois pardo-escuro. Esses escleródios permitem o diagnóstico preciso da doença.

O fungo pode permanecer viável no solo, na forma de escleródio, por até cinco anos. Entretanto, pode resistir por muito mais tempo, infectando outras espécies de plantas, destacando-se as fabáceas, solanáceas, apiáceas e asteráceas.

A ocorrência da podridão de Sclerotium pode ser minimizada evitando-se o plantio em áreas contaminadas e o excesso de umidade no solo; realizando a rotação de culturas, preferencialmente com gramíneas, e com o planejamento da época de plantio, de forma que a frutificação e a colheita não coincidam com o período chuvoso.

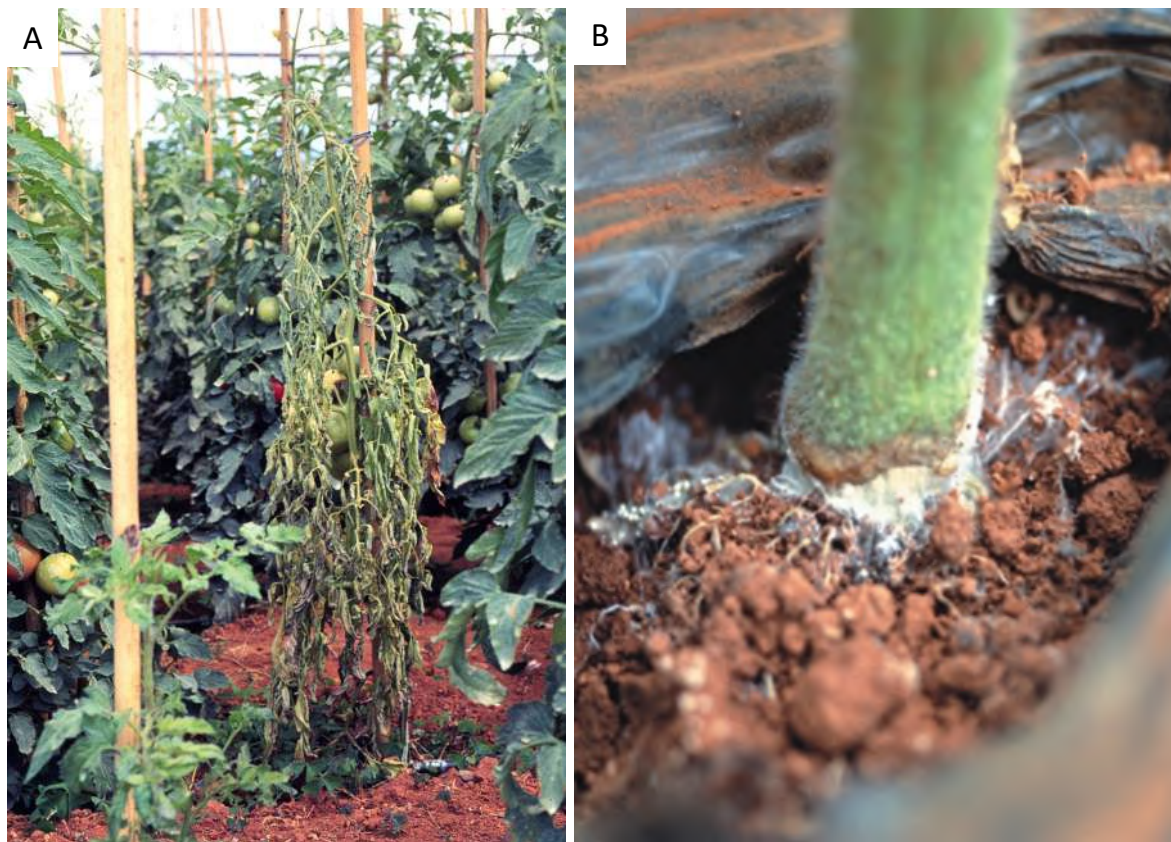


Figura 15. Sintomas de murcha (A) e presença de micélio branco sobre a lesão em colo de tomateiro (B), causados por *Sclerotium rolfsii*

Fotos: Carlos A. Lopes

3.6. Podridão do colo e raiz

Fusarium oxysporum f. sp. radialis lycopersici

Além de *F. oxysporum f. sp. lycopersici* (FOL), o tomate também é infectado por *F. oxysporum f. sp. radialis-lycopersici* (FORL), que é o agente causal da podridão da raiz e do colo - patógeno relatado no Brasil recentemente. Entretanto, sua ocorrência ainda tem sido esporádica, não causando grandes prejuízos aos produtores de tomate. Por outro lado, tem potencial de se tornar uma praga importante da cultura, principalmente nas áreas mais frias do país, já que é mais prevalente em regiões produtoras de tomate com climas amenos ou em altitudes elevadas. É uma doença mais problemática em tomateiros cultivados em condições protegidas, especialmente se forem em solo ou substrato esterilizado com perdas variando de 20%-60%.

A diferenciação da podridão de raiz e do colo (causada por FORL) para a murcha de Fusarium em condições de campo é feita principalmente pelo tipo de sintoma que induzem no tomate (murcha vascular versus podridão de raiz e da coroa) (Figura 16). Outra diferença marcante entre FORL e FOL é a faixa de temperatura ideal necessária para cada patógeno causar a doença. FOL é favorecido por temperaturas quentes (25–27° C), enquanto FORL é um problema mais sério em climas amenos (15–20° C). Não há relatos de raças FORL, sendo o gene de resistência, que confere resistência à doença (*Frl*), dominante e eficaz contra todas as variantes deste patógeno.



Figura 16. Sintomas de podridão de raiz e colo em planta de tomate, causada por *Fusarium oxysporum* f. *sp. radicum-lycopersici*
Foto: Ailton Reis

3.7. Requeima

Phytophthora infestans

A requeima, também conhecida como mela, é considerada a doença de parte aérea mais destrutiva do tomateiro, devido à velocidade com que o patógeno se multiplica e dispersa e com que queima os órgãos aéreos das plantas. Encontra-se distribuída em praticamente todas as áreas onde se produz tomate no mundo. Regiões de clima ameno e de elevada umidade relativa do ar, principalmente no período chuvoso, são extremamente favoráveis à sua ocorrência, o que torna o cultivo do tomate produtivamente insustentável nestas condições, em razão dos danos e dos altos custos de controle da doença.

A requeima pode ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento do tomateiro e afetar severamente todos os órgãos da parte aérea da planta. Os primeiros sintomas geralmente ocorrem na metade superior da planta. Nos folíolos, eles aparecem na forma de pequenas manchas encharcadas de coloração verde-escura e formato indefinido. As lesões podem aumentar rapidamente de tamanho e atingir grande parte do limbo foliar, onde os tecidos afetados adquirem coloração marrom-pálida e tornam-se necróticos com aspecto de queima (Figura 17).

Lesões semelhantes podem ocorrer no caule, pecíolos e no ráquis. Neles, as lesões são escuras, geralmente superficiais, irregulares, quebradiças e podem resultar na morte da porção acima da lesão (Figura 17), devido ao anelamento desses órgãos. Nos frutos, podem ocorrer manchas de coloração marrom parda, de aspecto oleoso e consistência firme. Podem aumentar de tamanho até atingir toda a superfície do fruto, sem causar a queda (Figura 17). Em condições de alta umidade relativa, verifica-se a formação de micélio esbranquiçado e a formação de estruturas reprodutivas do patógeno sobre caules, pecíolos, frutos e principalmente sobre a face inferior das folhas (Figura 17).

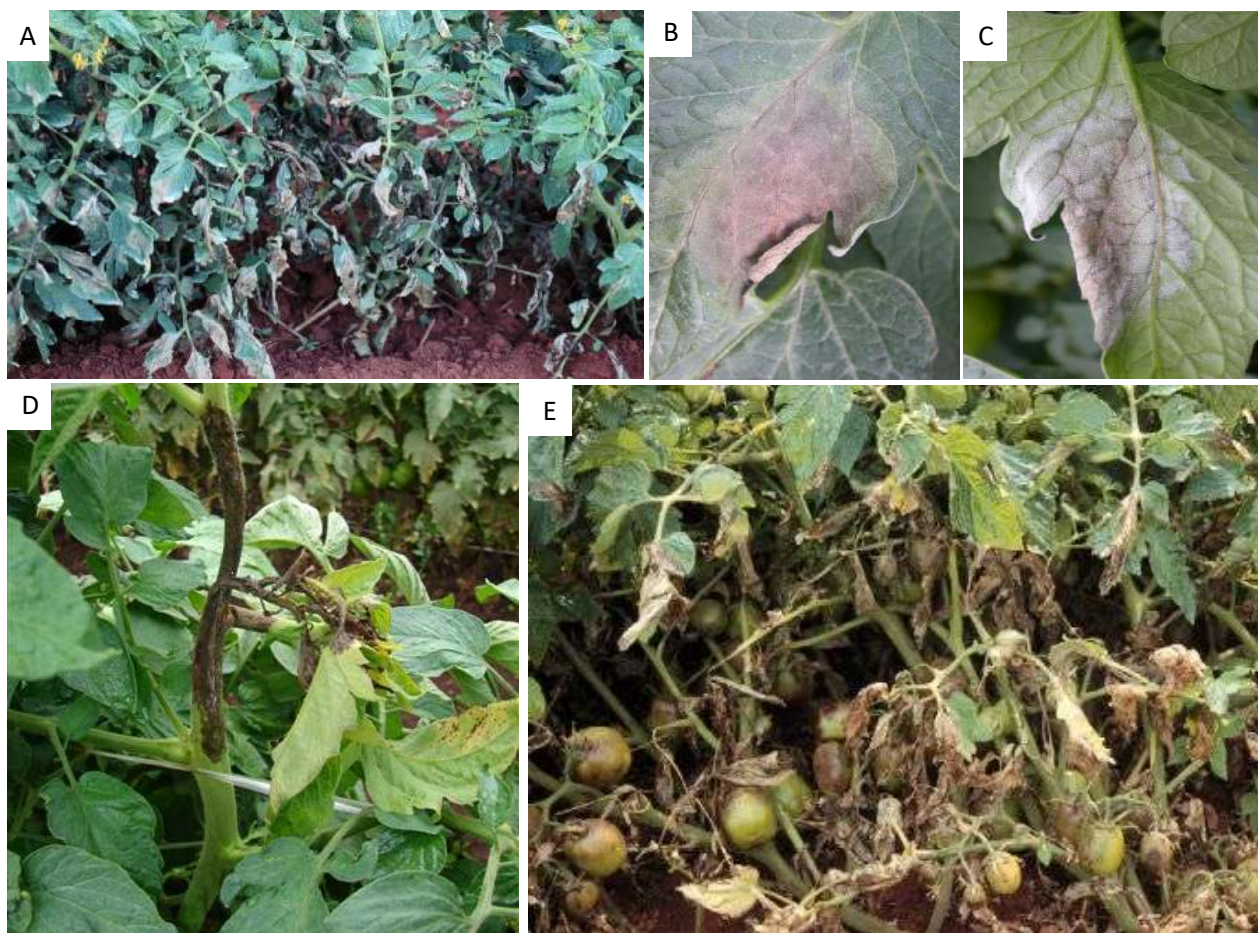


Figura 17. Sintomas de queima de folhas, mancha necrótica em folha (A, B), esporulação do patógeno na face inferior (C), em fruto do tomateiro (D) e podridão em caule (E), causados por *Phytophthora infestans*

Fotos: Ailton Reis

A requeima do tomateiro é causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans*. Em condições de alta umidade relativa (acima de 90%) e temperaturas moderadas (10-24°C), o patógeno produz esporângios e esporangióforos. A germinação dos esporângios pode ocorrer diretamente em temperaturas moderadas (18-24°C), formando um único tubo germinativo; ou indiretamente, em temperaturas mais baixas (8-18°C), quando são produzidos em torno de oito zoósporos biflagelados (esporos móveis). Os zoósporos se locomovem por meio de um filme sobre a superfície do hospedeiro, onde incitam, germinam e penetram no tecido por meio de apressórios.

Em períodos frios e de alta umidade relativa, a quantidade de inóculo é muito maior e novas infecções do patógeno podem ocorrer em curto espaço de tempo (3-5 dias), levando a epidemias severas após vários ciclos sucessivos do patógeno. Em temperaturas elevadas e baixa umidade, pode produzir oósporos (estruturas de resistência), que têm papel importante na sobrevivência do patógeno. No entanto, não se sabe se isso realmente ocorre no Brasil. Temperaturas superiores a 30°C são desfavoráveis à ocorrência da requeima. O patógeno sobrevive principalmente em restos culturais do tomateiro e da batata, como folhas, hastes, frutos e tubérculos infectados, e se dissemina pelos respingos da chuva, ventos fortes e implementos agrícolas contaminados (quando há produção de oósporos e persistência deles no solo).

- **Controle**

Todas as cultivares de tomateiro disponíveis no mercado são suscetíveis à requeima, o que faz do controle químico o método mais eficiente empregado pelos agricultores. Quando as condições ambientais estão favoráveis ao desenvolvimento da doença, recomenda-se aplicações periódicas de fungicidas de contato registrados no MAPA para a cultura. O período de proteção desses produtos varia de quatro a oito dias, porém, estão sujeitos à remoção pela ação das chuvas e irrigação.

Após a detecção dos primeiros sintomas da requeima, recomenda-se a aplicação de fungicidas sistêmicos, porque eles oferecem proteção entre 10 e 14 dias. A aplicação de fungicidas deve ser realizada de forma sequencial, com produtos de contato, a partir da emergência do tomateiro e posterior aplicação de produtos sistêmicos nas fases de crescimento vegetativo e frutificação.

É recomendável que as aplicações preventivas sejam baseadas em informações climáticas locais, adquiridas em um sistema de previsão de doenças. A alternância de ingredientes ativos e modos de ação é importante para prevenir a seleção de patógenos resistentes, visto que o patógeno apresenta alta variabilidade genética - inúmeras raças fisiológicas já foram descritas.

Como medidas culturais, recomenda-se evitar o plantio em áreas de baixada, sujeitas à ocorrência e permanência de neblina por longos períodos ou em solos mal drenados; evitar, ao máximo, o plantio escalonado na mesma propriedade, ou seja, plantios novos próximos de outros ainda em produção, bem como próximos de lavouras abandonadas; irrigar preferencialmente por gotejamento; incorporação imediata de restos culturais no solo, e rotação de cultura com gramíneas ou plantas não hospedeiras.

Existem sistemas de previsão de doenças capazes de monitorar e prever a ocorrência da requeima nas lavouras, com base em informações meteorológicas locais, de forma a orientar os agricultores a aplicar os fungicidas em épocas de maior risco de ocorrência.

No Brasil, entretanto, tal tecnologia só tem sido adotada por produtores de Santa Catarina. O acesso aos sistemas de alerta é feito via página do Agroconnect – EPAGRI-CIRAM, seguindo os seguintes passos:

- Selecionar em “Atividade Agropecuária” a cultura do Tomate;
- Selecionar o alerta fitossanitário de interesse (requeima, pinta preta, septoriose ou mancha bacteriana);
- Posicionar o cursor sobre a estação meteorológica mais próxima de sua área de plantio e observar a coloração do círculo, que pode ser: Verde (sem risco), Amarelo (risco leve), Laranja (risco moderado), vermelho (risco severo) ou azul (alerta de precipitação maior ou igual a 25mm). Quando estiver em vermelho é necessário pulverizar e em azul recomenda-se a reaplicação dos fungicidas por conta do alto volume de chuva. Ao clicar na estação meteorológica de interesse, é possível acompanhar na “Tabela do alerta fitossanitário” o histórico de alertas emitidos.

O uso do sistema de alerta PrevReq auxilia na tomada de decisão para a realização das pulverizações contra a requeima. Esse sistema de alerta é uma adaptação feita por Becker (2005; 2011) dos modelos de Wallin (1962) e MacHardy (1979), que foi validada para região do Alto Vale do Rio do Peixe. Utiliza dados agroclimáticos de temperatura mínima e média, precipitação acumulada durante 10 dias, umidade relativa e molhamento foliar provenientes das estações meteorológicas localizadas na região para gerar os alertas.

3.8. Pinta preta ou mancha de alternaria

Alternaria linariae (sin. *A. tomatophila*)

A pinta-preta ou mancha de *Alternaria* está presente em praticamente todas as regiões de produção de tomate do país. A doença apresenta alto potencial destrutivo, em condições de altas temperaturas (25°-30°C) e umidade relativa, mas pode ocorrer em regiões de clima semiárido, nas quais a umidade proporcionada pela irrigação permite o desenvolvimento do patógeno.

A incidência da pinta-preta é mais comum em cultivos de tomateiros a céu aberto, sujeitos a chuvas, mas de pouca importância em cultivos protegidos no Brasil. A doença pode causar grandes prejuízos econômicos, devido à severa destruição foliar, que afeta a produtividade, tamanho e número de frutos.

Em mudas, geralmente oriundas de sementes contaminadas, o patógeno incide na região do caule próximo ao solo, causando o anelamento e, conseqüentemente, a morte das plantas. Em plantas adultas, a doença ocorre em toda parte aérea.

Os sintomas iniciais da doença são observados nas folhas mais velhas, na forma de pequenas lesões necróticas, de coloração marrom-escura a preta, com bordos bem definidos, de formatos mais ou menos circulares, com a presença de anéis concêntricos e halo amarelado (Figura 18). Com o progresso da doença, as lesões aumentam rapidamente de tamanho, e em número, com a destruição total das folhas pela coalescência das lesões. Em condições ambientais favoráveis, progride de forma ascendente e atinge as folhas novas, causando severa destruição foliar (Figura 18). Em consequência, os frutos ficam expostos e sujeitos à queima pela radiação solar, tornando-se impróprios para a comercialização. No caule e pecíolos as lesões são escuras, alongadas, circulares, ligeiramente deprimidas e apresentam anéis concêntricos bem evidentes, semelhante aos observados nas folhas (Figura 18).

Nos frutos, as lesões são consideravelmente maiores, escuras e deprimidas, onde se observa a presença típica de anéis concêntricos, que geralmente se localizam na região peduncular (Figura 18). Normalmente, os frutos atacados caem no solo. Manchas pardo-escuras também podem ser observadas nos pedicelos e cálices das flores e frutos infectados. Em condições de alta temperatura e umidade, as lesões são recobertas por micélio e frutificações do patógeno de aspecto escuro e aveludado.

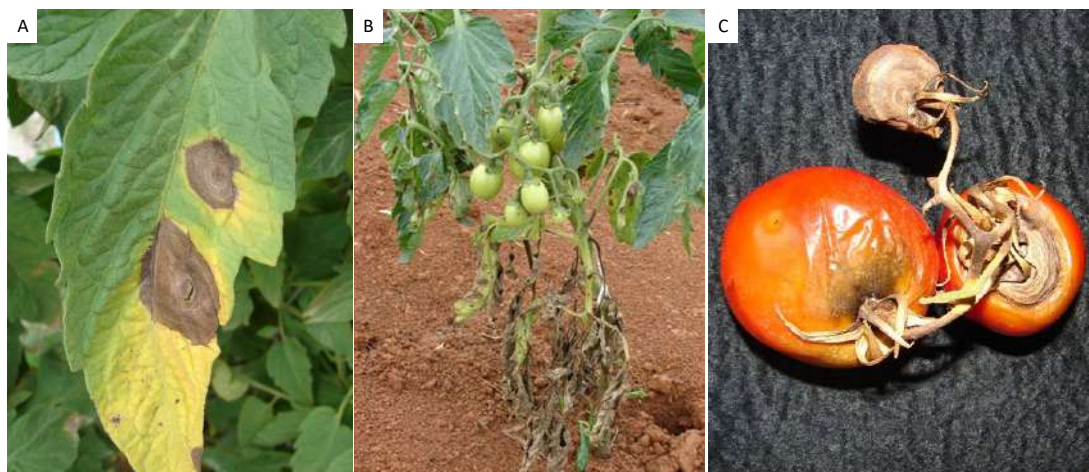


Figura 18. Sintomas de mancha arredondada, com anéis concêntricos e halo amarelado, em folha de tomateiro (A), desfolha (B) e podridão em fruto (C), causados por *Alternaria linariae*

Fotos: Ailton Reis

Os conídios do fungo são dispersos principalmente pelo vento, chuva ou irrigação, insetos, trabalhadores e implementos agrícolas. Sementes contaminadas podem dispersar o patógeno a longas distâncias e constituem-se fonte de inóculo inicial. O patógeno sobrevive entre estações de cultivo em restos culturais infectados, em plantas voluntárias de tomateiro ou em outras solanáceas, como batata e berinjela - embora haja uma aparente especificidade ao hospedeiro.

Os conídios caracterizam-se por serem altamente resistentes a baixos níveis de umidade, podendo permanecer viáveis por até dois anos nessas condições. A germinação dos conídios ocorre em ampla faixa de temperatura (6-32°C), tendo como ótimas temperaturas entre 28° e 30°C.

A presença de água livre na folha ou umidade relativa superior a 90% são essenciais para os processos de germinação e infecção do patógeno. Nessas condições, a germinação ocorre em menos de duas horas. A infecção tem início com a penetração das hifas diretamente através da cutícula ou ferimentos após a formação de apressório. Em condições de campo, os sintomas são visíveis de dois a cinco dias após a infecção.

A ocorrência de epidemias severas da doença está associada a temperaturas noturnas moderadas, elevada umidade relativa e chuvas ou irrigações frequentes, que favorecem a esporulação do patógeno. O aumento de suscetibilidade à doença está geralmente associado a tecidos maduros com maior frequência durante a fase de frutificação.

- **Controle**

São recomendados para o manejo da doença: utilização de sementes e mudas sadias; rotação de culturas com plantas não hospedeiras, preferencialmente gramíneas, por dois ou três anos; incorporação de restos culturais imediatamente após a colheita; eliminação de hospedeiros (batata e berinjela); adubação equilibrada visando manter o crescimento vigoroso das plantas; cobertura do solo com palhada; e irrigação preferencialmente por gotejamento.

Atualmente, não existem cultivares comerciais de tomate resistentes à pinta-preta disponíveis no Brasil, o que faz da utilização de fungicidas uma das principais medidas de controle da doença. Aplicações de fungicidas cúpricos devem ser realizadas a partir do início do período vegetativo. Ao observar maiores incidências da doença, recomenda-se a aplicação de fungicidas sistêmicos alternada com fungicidas protetores.

O uso do sistema de alerta Previpp, que auxilia na tomada de decisão para a realização das pulverizações, tem sido uma prática empregada por produtores de Santa Catarina. Esse sistema de alerta é uma adaptação do modelo TOM-CAST (Pitblado, 1992), que foi validado para a região do Alto Vale do Rio do Peixe e utiliza dados agroclimáticos de temperatura média e molhamento foliar (chuva ou orvalho), provenientes das estações meteorológicas localizadas na região para gerar os alertas.

3.9. Septoriose ou mancha de septoria

Septoria lycopersici

A ocorrência da septoriose ou mancha de Septoria, nos últimos anos, aumentou significativamente nas regiões produtoras de tomate no Brasil, principalmente em sistemas de produção a céu aberto. Períodos quentes e chuvosos são extremamente favoráveis a epidemias da doença,

condições em que o patógeno causa uma severa desfolha das plantas e reduz significativamente a produtividade e a qualidade dos frutos. Dependendo da severidade da doença, as perdas podem chegar a 100% em consequência da morte das plantas.

A septoriose ocorre em qualquer fase de desenvolvimento do tomateiro. Os sintomas são observados inicialmente nas folhas baixas, na forma de pequenas e numerosas manchas encharcadas, de formato mais ou menos circular e elíptico, medindo de 1 a 3 mm de diâmetro. À medida que a doença se desenvolve, as lesões adquirem coloração marrom, acinzentada no centro e apresentam bordas escurecidas, circundadas com um estreito halo amarelado, podendo atingir 5 mm de diâmetro ou mais (Figura 19). No centro das lesões, quando em condições de alta umidade, observa-se a presença de pequenos pontos pretos, que consistem em frutificações do patógeno (picnídios).

Lesões menores, escuras e sem a presença de halos amarelado podem ocorrer no caule, hastes, pecíolo, cálice e flores de plantas afetadas, raramente nos frutos. Com o tempo a doença progride de forma ascendente na planta, com início nas folhas baixas em direção às folhas mais novas (Figura 19). As lesões coalescem, as folhas amarelecem, secam e caem, causando desfolha acentuada das plantas. Em consequência, plantas severamente afetadas produzem frutos menores, sujeitos à queimadura pela exposição direta aos raios solares.

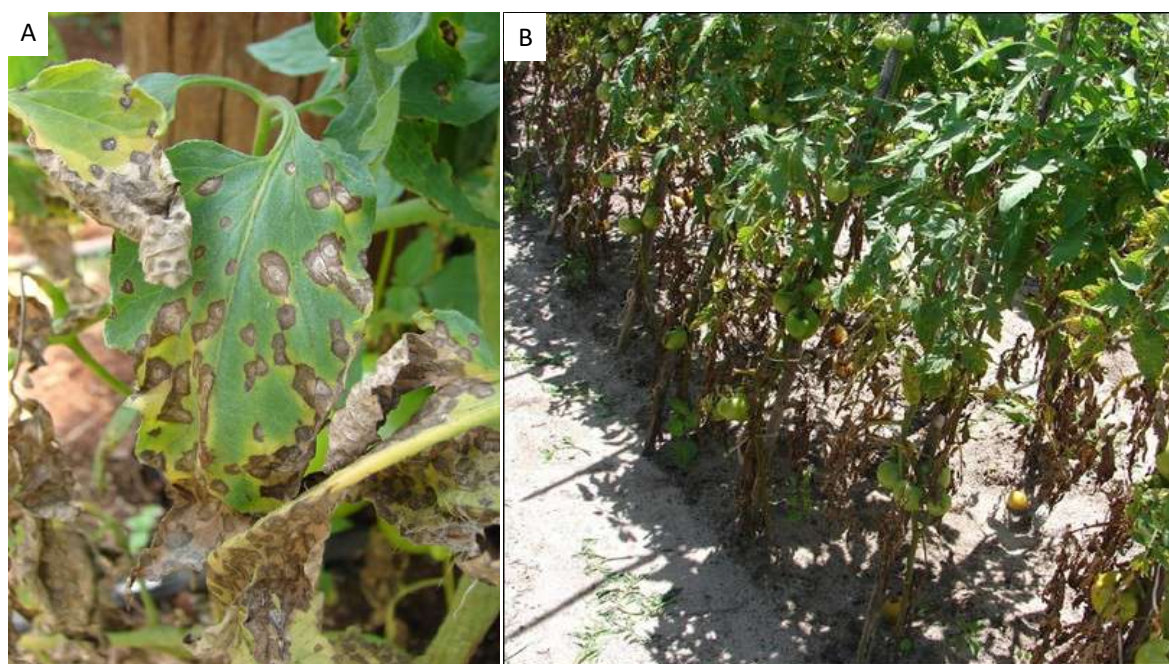


Figura 19. Sintomas de manchas foliares (A) e queima das folhas baixas de tomateiro (B), causados por *Septoria lycopersici*

Fotos: Ailton Reis

A doença é causada pelo fungo *Septoria lycopersici*. No centro das lesões, o fungo produz numerosos picnídios negros, nos quais são formados conidióforos e conídios hialinos. Na presença de água, os conídios são liberados em cirros hialinos, de forma aglutinada entre si por substância mucilaginosa. Embora não seja habitante do solo, o patógeno pode persistir de uma estação de cultivo para outra em restos culturais.

A dispersão do patógeno se dá principalmente pelo impacto de gotas de água da chuva, associadas a ventos fortes - embora também seja disperso por insetos, máquinas, ferramentas agrícolas e sementes contaminadas. Períodos prolongados de temperaturas entre 20° e 25°C, alta umidade

relativa e chuvas constantes são extremamente favoráveis ao desenvolvimento da doença. Na presença de molhamento foliar, os conídios germinam em aproximadamente 48 horas e penetram através dos estômatos. Seis dias após a infecção, são observadas as primeiras lesões, com a formação dos picnídios após 4 a 8 dias.

- **Controle**

Atualmente, no Brasil, não existem cultivares ou híbridos comerciais de tomate com níveis satisfatórios de resistência à septoriose. Dessa forma, o controle químico com a aplicação de fungicidas protetores e sistêmicos tem sido o método mais eficaz contra a doença. Fungicidas registrados devem ser aplicados em intervalos regulares de 7 a 14 dias, tão logo se observe os primeiros sintomas da doença ou, particularmente, quando as condições ambientais estiverem favoráveis ao seu desenvolvimento e disseminação.

O uso do sistema de alerta PreviSep, que auxilia na tomada de decisão para a realização das pulverizações, tem sido uma prática empregada por produtores de Santa Catarina. Esse sistema é uma adaptação do modelo TOM-CAST (Pitblado, 1992), que foi validado para a região do Alto Vale do Rio do Peixe em Santa Catarina, e utiliza dados agroclimáticos de temperatura e molhamento foliar provenientes das estações meteorológicas localizadas na região para gerar os alertas.

Práticas culturais também podem ser adotadas visando reduzir a doença, tais como: plantio de sementes e mudas livres do patógeno; rotação de culturas por períodos superiores a um ou dois anos; destruição ou incorporação de restos culturais imediatamente após a colheita; controle de tigueras; irrigação por gotejamento; evitar os tratos culturais quando as folhas do tomateiro estiverem molhadas; uso de *mulch*; e adubação equilibrada.

3.10. Mancha de estenfílio

***Stemphylium* spp. (*S. lycopersici* e *S. solani*)**

A mancha de estenfílio voltou a ser uma importante doença do tomateiro estaqueado no Brasil, podendo ser extremamente destrutiva. Ela reduz a área foliar fotossintetizante, comprometendo a sua produtividade. Sua importância tinha diminuído há alguns anos, devido ao uso de cultivares resistentes e às aplicações periódicas de fungicidas para controle do complexo de doenças foliares. Entretanto, há algum tempo tem-se observado epidemias severas dessa doença em lavouras comerciais em todas as principais regiões produtoras de tomate de mesa do Brasil. Isto se deve principalmente ao fato de os principais híbridos de tomate comercializados no país não serem resistentes à doença, uma vez que foram desenvolvidos em outros países, onde a doença não é importante.

A mancha de estenfílio pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento do tomateiro. Entretanto, os sintomas ocorrem com mais frequência nas folhas superiores, principalmente nas fases de florescimento e frutificação da planta. O sintoma mais comum da doença é a formação de lesões foliares pequenas, marrom-escuras, de formato irregular (Figura 20).

Ao contrário da pinta-preta, da septoriose e da mancha-bacteriana, que são mais evidentes nas folhas mais velhas, a mancha de estenfílio afeta principalmente as folhas novas de plantas adultas. Inicialmente, as lesões são pequenas, encharcadas e visíveis na parte de baixo das folhas podendo ser confundidas com as manchas provocadas por outras doenças, como a pinta-preta (*Alternaria tomatophila*), mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv.

tomato) ou mancha-bacteriana (*Xanthomonas* spp.). À medida que as manchas crescem, podem coalescer, e a sua parte central se desprender de o restante do tecido foliar, conferindo um aspecto rasgado ou furado à lesão (Figura 20).

Os frutos do tomateiro não são atacados, mas, sob condições favoráveis à doença, podem aparecer pequenas lesões nos tecidos mais jovens do caule e nos pedúnculos das flores e frutos. Nas folhas mais velhas, as manchas tendem a aumentar de tamanho, chegando a atingir mais de 4 mm de diâmetro, ocasião em que são confundidas com as manchas de pinta-preta. Além disso, as folhas atacadas podem tornar-se amarelas, necrosadas e caírem.

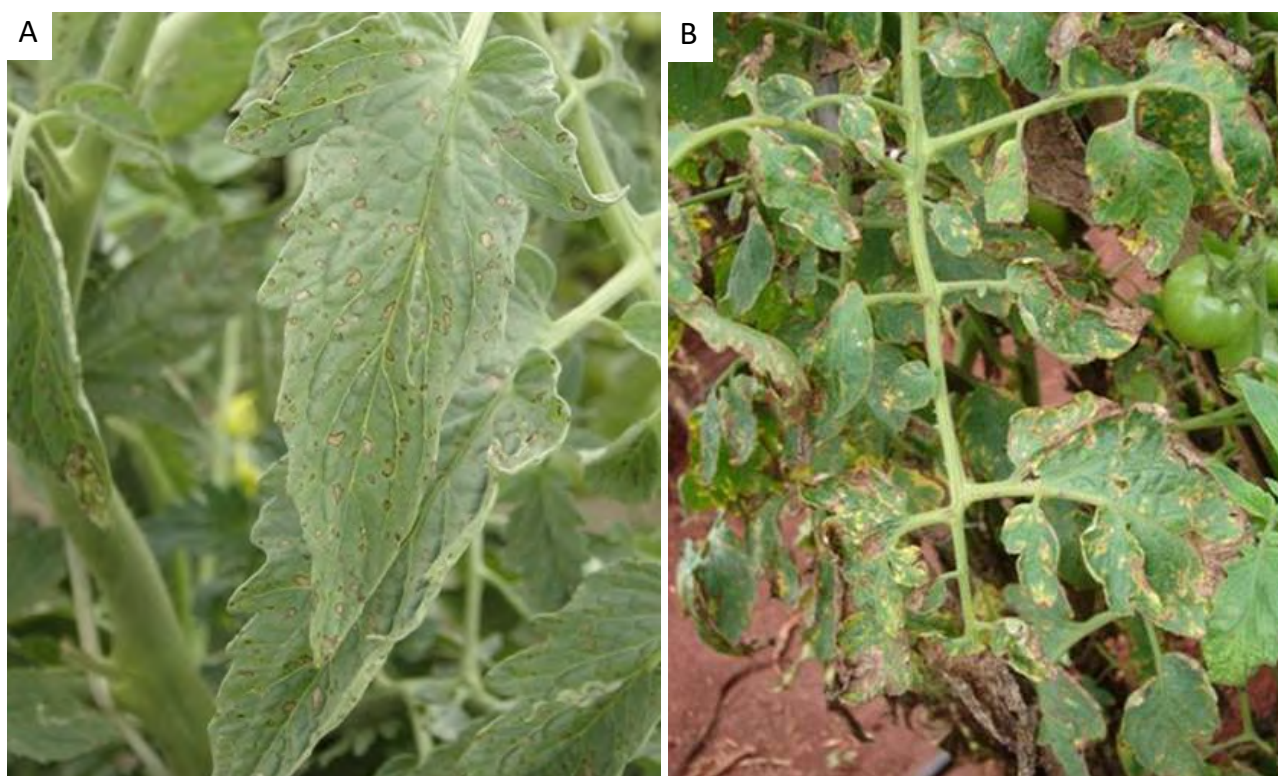


Figura 20. Sintomas de manchas foliares irregulares e escuras (A) e perfurações em folhas de tomate (B), causados por *Stemphylium* sp.

Fotos: Ailton Reis

No Brasil, a mancha de *Stemphylium* do tomateiro pode ser causada por duas espécies do gênero *Stemphylium*: *S. solani* e *S. lycopersici*. Entretanto, trabalhos recentes desenvolvidos na Embrapa Hortaliças têm demonstrado que a *S. lycopersici* é mais prevalente e foi encontrada numa maior gama de hospedeiros e regiões geográficas. Dentre as hospedeiras naturais destas espécies de *Stemphylium*, estão a berinjela, o jiló, o pimentão e as pimentas do gênero *Capsicum*.

Stemphylium lycopersici e *S. solani* podem sobreviver, de um ano para outro, em restos de cultura, em plantas voluntárias ou associadas a outras hospedeiras, inclusive plantas daninhas. A maioria das solanáceas, cultivadas ou invasoras, é suscetível ao patógeno e podem servir de fontes de inóculo. Na lavoura e entre lavouras, a dispersão de esporos dos patógenos se dá principalmente por meio do vento. Mudanças e sementes contaminadas também podem ser importantes disseminadores destes fungos a longas distâncias. Temperaturas na faixa de 24° - 27°C e alta umidade do ar favorecem a ocorrência de epidemias da doença.

- **Controle**

A medida mais eficiente e mais econômica de controle da mancha de estenfílio do tomateiro é o uso de cultivares resistentes. Esta resistência é controlada por um gene dominante (gene *Sm*) e, por isso, relativamente fácil de ser incorporado em cultivares de tomateiro. Entretanto, atualmente, menos de 10% das cultivares encontradas no comércio no Brasil são resistentes à doença (vide catálogos das empresas de sementes).

Quando não for possível utilizar uma cultivar resistente, outras medidas de controle podem ser empregadas, tais como: aplicação preventiva de fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, de preferência de forma preventiva; rotação de culturas, evitando espécies hospedeiras dos patógenos; evitar plantios próximos a lavouras mais velhas de tomateiro ou de outras plantas hospedeiras; eliminar restos de cultura logo após a última colheita; eliminar e/ou pulverizar plantas hospedeiras daninhas, nativas ou espontâneas que estejam nas proximidades da lavoura de tomateiro; evitar irrigações muito frequentes, quando esta for por aspersão; utilizar sementes e mudas de boa qualidade.

3.11. Mancha de *Corynespora*

Corynespora cassiicola

A mancha de *Corynespora* ou mancha-alvo é uma doença da parte aérea do tomateiro, muito importante na região Norte e em algumas áreas produtoras do Nordeste. Até pouco tempo, era praticamente ausente nas outras regiões produtoras de tomate do país. É típica de clima tropical úmido, mas de ocorrência muito rara e pouco severa em regiões de clima tropical de altitude ou subtropical. Entretanto, nos últimos anos, quando ocorreram chuvas intensas e temperaturas mais altas que o normal no Centro Oeste e Sudeste, observaram-se epidemias de mancha-alvo em lavouras comerciais de tomate indústria e de mesa em Goiás e Minas Gerais.

Além disso, também foram observadas epidemias da doença em tomate sob cultivo protegido nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. Essas epidemias foram particularmente preocupantes, porque o patógeno atacou principalmente os frutos, causando prejuízos diretos aos produtores. A mancha-alvo é uma doença do tomateiro com alto potencial de se tornar uma ameaça à tomaticultura do Centro-Sul do país, uma vez que mudanças climáticas têm ocorrido.

Os sintomas da mancha-alvo podem ser confundidos com os da pinta-preta, causada por *Alternaria linariae*, ou da mancha e pinta-bacteriana, causadas pelas bactérias *Xanthomonas* spp. e *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, respectivamente. Inicialmente são observadas manchas pequenas e aquosas na superfície da folha. Estas aumentam de tamanho, tornam-se circulares e adquirem coloração marrom-clara. As manchas são circundadas por um halo clorótico (Figura 21) e se diferenciam daquelas da pinta-preta devido à ausência de anéis concêntricos.

Em ramos e pecíolos, os sintomas são caracterizados por manchas amarronzadas e alongadas. Nos frutos, inicialmente são observadas pontuações marrom-escuras e circulares. Elas aumentam e tornam-se marrons, com um centro mais claro, e podem rachar, formando verdadeiras “crateras”. Os frutos maduros desenvolvem lesões circulares marrons, com o centro mais claro, que racham (Figura 21).

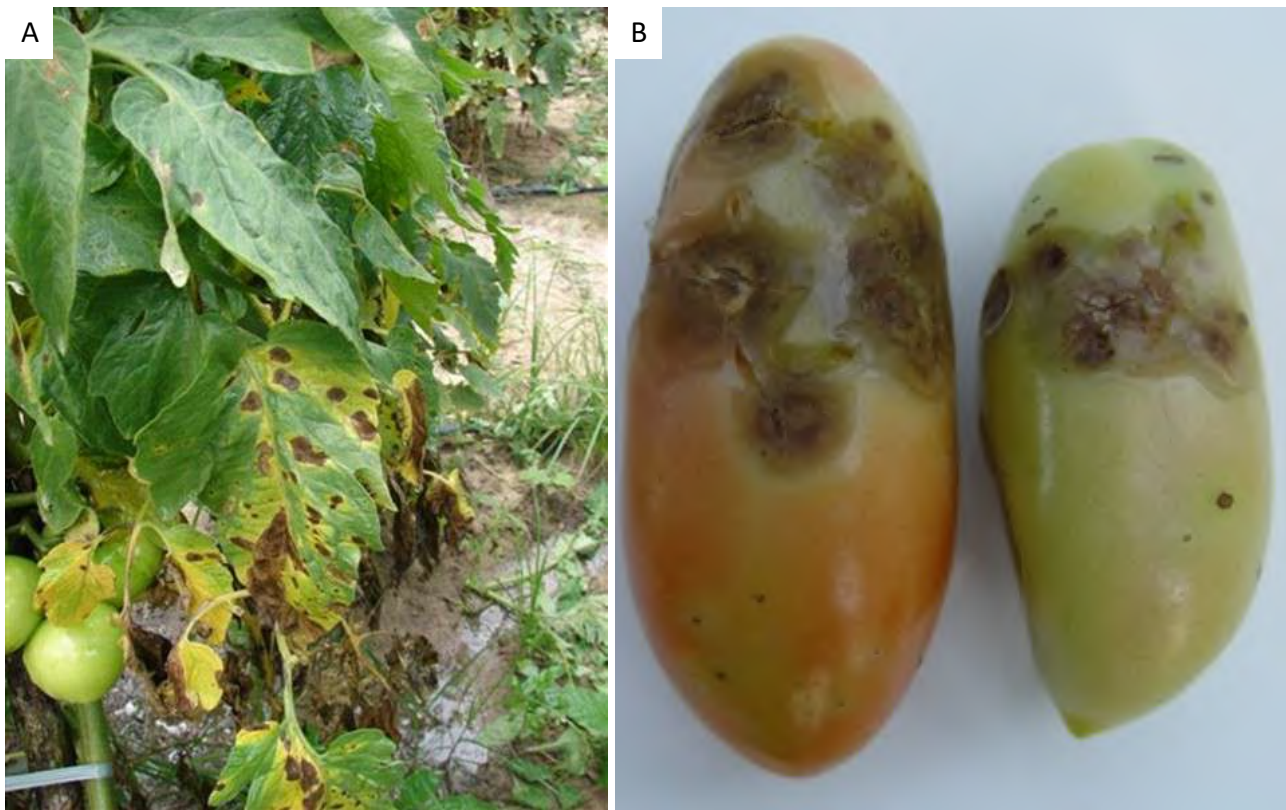


Figura 21. Sintomas de manchas foliares (A) e lesões em frutos de tomate (B), causados por *Corynespora cassiicola*

Fotos: Ailton Reis

O agente causador da mancha-alvo do tomateiro é *Corynespora cassiicola*. Este fungo ataca uma ampla gama de hospedeiras, que vão de hortaliças, espécies frutíferas e grandes culturas ornamentais a algumas plantas invasoras. No Centro-Sul do país, este patógeno já era considerado um grande problema para os produtores de pepino em estufas, nas quais as temperaturas são mais elevadas que no campo e há a possibilidade de manutenção de alta umidade internamente.

A doença é mais problemática sob temperaturas de 25° a 32°C. Para que ocorram epidemias severas da doença são necessários longos períodos de chuvas e alta umidade relativa (entre 16 e 44 horas). O patógeno sobrevive em restos culturais, em sementes contaminadas e em diversas plantas hospedeiras. A longa distância, a disseminação é feita pela semente, e, a curta distância, principalmente pelo vento.

- **Controle**

Não existem cultivares comerciais de tomate resistentes à doença, nem fungicidas registrados no MAPA para o seu controle. Entretanto, a maioria dos fungicidas utilizados para o controle da pinta-preta e da mancha de *Stemphylium* também têm efeito sobre *C. cassiicola*. A destruição de lavouras velhas, eliminação de plantas invasoras e de restos de cultura e rotação de culturas são outras medidas que podem auxiliar no controle da doença.

3.12. Oídios

Oidium neolycopersici* e *Oidiopsis haplophylli

O oídio, também conhecido como “cinza”, é uma doença bastante comum do tomateiro. Mesmo não sendo considerada das mais destrutivas, tem merecido maior atenção dos tomatocultores pelo fato de estar ganhando importância com o aumento do cultivo do tomateiro sob condições protegidas. Isso porque, nelas, geralmente, a temperatura é mais elevada e as plantas ficam abrigadas das chuvas. A doença também tem sido observada com frequência em cultivos de tomateiro irrigados por gotejamento, conduzidos nas épocas secas do ano, quando não ocorre a lavagem das folhas pela água das chuvas.

A principal característica do oídio causado por *O. neolycopersici*, o oídio-adaxial, é a presença abundante de estruturas assexuais (micélio, conidióforos e conídios) do fungo nas superfícies superior e inferior das folhas, evidenciando a aparência de um pó branco e fino na folhagem. Tanto as folhas velhas como as novas são atacadas indiscriminadamente, e o ataque intenso causa clorose e necrose foliar (Figura 22). Em cultivares muito suscetíveis e sob condições muito favoráveis, também ataca pecíolos, caule e cálices das plantas.

Quando a doença é causada por *O. haplophylli*, ou oídio-abaxial, a massa pulverulenta normalmente não é tão facilmente observada. Nesse caso, ocorrem manchas amareladas na superfície adaxial das folhas, que progridem para necrose a partir do centro das lesões - sintomas que podem ser confundidos com os de outras doenças, como a pinta-preta (Figura 22). Quando o ataque é intenso, toda a folha pode secar. Os sintomas e as estruturas do fungo são encontrados principalmente nas folhas mais velhas (Lopes et al., 2005; Jones et al., 2014; Inoue-Nagata et al., 2016).

Sob o mesmo nome de oídio, a doença é causada por duas espécies de fungo: *Oidium neolycopersici* e *Oidiopsis haplophylli* (sin. *Oidiopsis taurica*, teleomorfo = *Leveilula taurica*). Ambas têm distribuição generalizada no Brasil, embora a segunda tenha um círculo de hospedeiras bem mais amplo.

O fato pouco comum de uma mesma doença ser causada por duas espécies fúngicas provocando sintomas distintos levou à reflexão sobre a necessidade de nomeá-las de forma diferente. Nesse caso, foram propostas as denominações de oídio-adaxial para a doença causada por *O. neolycopersici* e de oídio-abaxial quando causada por *O. haplophylli*.

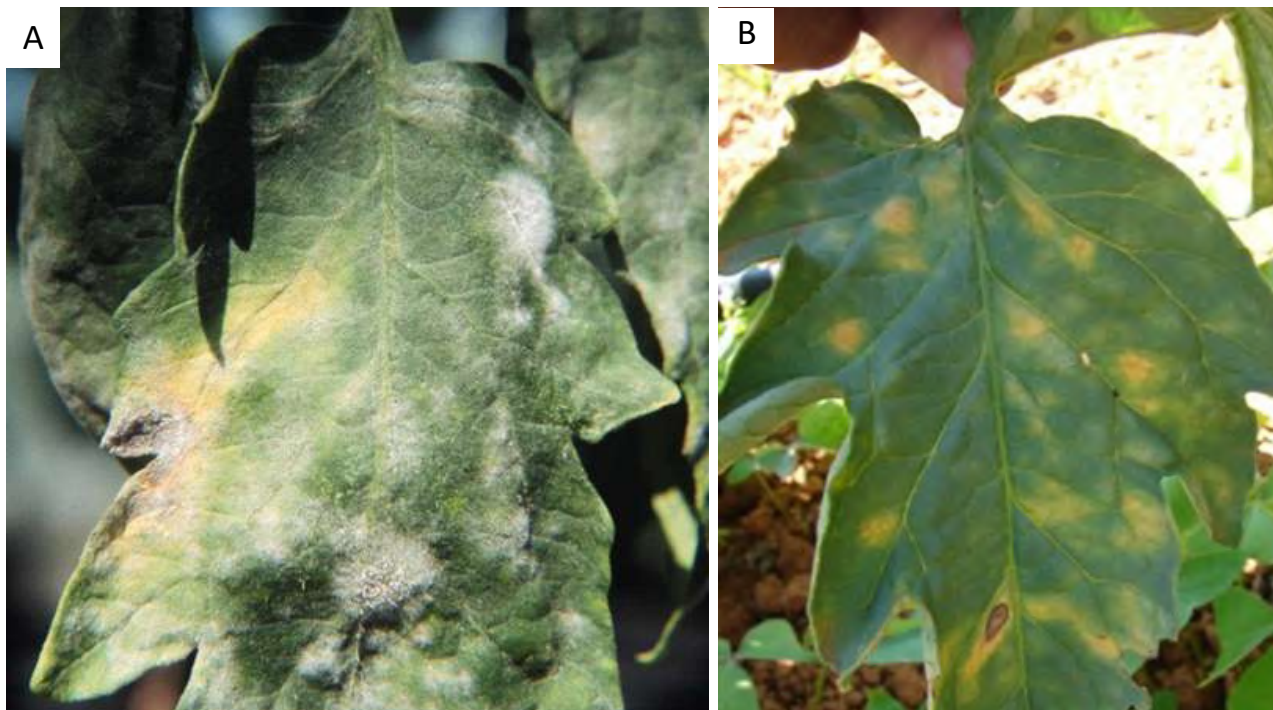


Figura 22. Sintomas de manchas brancas (A) e clorose e necrose sobre folhas de tomate (B), causador por *Oidium neolycopersici* e *Oidiopsis haplophylli*, respectivamente

Foto: Ailton Reis

Oidium neolycopersici apresenta conídios elípticos, hialinos e isolados sobre conidióforos curtos, hialinos e não ramificados. A característica de apresentar apenas um conídio por conidióforo distingue a espécie *O. neolycopersici* de *O. lycopersici* - outro patógeno que causa a mesma doença, ainda não relatado no Brasil. O micélio é superficial e cresce sobre a epiderme das folhas, preferencialmente na sua face superior. A absorção dos nutrientes de hospedeiro é feita por meio de haustórios, estruturas especializadas para fixação e absorção de nutrientes da planta. Essa espécie tem uma gama de hospedeiros mais restrita que *O. haplophylli*, porém, é capaz de atacar outras plantas, inclusive de outras famílias botânicas que não Solanaceae.

Oidiopsis haplophylli é um parasita obrigatório, que apresenta micélio endofítico e epifítico. Os conidióforos são hialinos e emergem dos estômatos, sendo alguns deles subdivididos em dois ou três ramos. Os conídios são hialinos e de dois formatos: piriformes (primários) e cilíndricos (secundários). A forma perfeita do patógeno ainda não foi encontrada no Brasil. Esta espécie é extremamente polífaga e relatada como patógeno de mais de 200 espécies de plantas.

Os dois patógenos podem causar oídio em tomateiro numa ampla faixa de temperatura, que pode variar de 10°C a 35°C, no caso de *O. haplophylli*. A faixa de temperatura para ocorrência do oídio de *O. neolycopersici* ainda não está bem clara, mas a doença é registrada em verões e invernos secos. Assim, a temperatura não é fator ambiental limitante à doença, que é favorecida por umidades baixas, menor que 60%. Uma vez que ambos são parasitas obrigatórios e não se tem encontrado suas formas perfeitas no Brasil, acredita-se que a sua sobrevivência ocorra em plantas voluntárias e em outras hospedeiras. A curta e média distâncias, a disseminação ocorre principalmente pelo vento. Estes patógenos apresentaram uma dispersão rápida entre os diferentes continentes e acredita-se que isto tenha ocorrido por meio do comércio internacional de plantas ornamentais. Não se tem confirmação da sua veiculação por sementes.

- **Controle**

Apesar da existência de boas fontes de resistência no germoplasma do tomateiro, no Brasil, ainda não existem cultivares comerciais resistentes às duas formas de oídio. Uma exceção é a cultivar BRS-Zamir, que é resistente ao *O. neolycopersici*.

A irrigação por aspersão, principalmente a microaspersão, e a chuva desalojam os esporos das folhas e auxiliam no controle da doença. Na instalação de novos cultivos, principalmente sob condições protegidas, deve ser levado em conta o isolamento, pela distância ou barreiras físicas, de plantas de tomate, pimentão ou outras hospedeiras atacadas pela doença. Isso porque os esporos do fungo são eficientemente disseminados pelo vento.

A medida mais eficiente de controle tem sido o emprego de fungicidas aplicados preventivamente ou após o aparecimento dos primeiros sintomas. Não existem fungicidas registrados para o controle da doença e no MAPA (AGROFIT) para a cultura do tomateiro. Entretanto, vários fungicidas, principalmente triazóis e estrobirulinas registrados para controle de outras doenças foliares do tomateiro, têm efeito sobre os oídios.

3.13. Mancha de *Cladosporium*

***Passalora fulva* (sin. *Cladosporium fulvum* e *Fulvia fulva*)**

A mancha de *Cladosporium* é uma doença que se tornou importante, nos últimos anos, na maioria de cultivos de tomateiro em ambientes protegidos e estufas, onde longos períodos de alta umidade relativa e temperaturas moderadas são frequentes. Contudo, pode ocorrer, ocasionalmente, em cultivos a céu aberto.

O fungo pode atacar toda a parte aérea das plantas, mas ocorre com maior frequência nas folhas e no caule. Os sintomas manifestam-se inicialmente nas folhas mais velhas, onde são observadas manchas de coloração verde-pálida ou clorótica, com margens pouco definidas na superfície superior (Figura 23). Na superfície inferior da folha, correspondente à clorose, são observadas manchas de formato e tamanho irregulares, com produção de massa de esporos de coloração verde-oliva (Figura 23). Com o progresso da doença, as manchas coalescem. Se a severidade for suficiente, a folha seca e cai, causando a desfolha da planta. Lesões também ocorrem eventualmente no caule e pecíolo do tomateiro.

O patógeno sobrevive de forma saprofítica em restos culturais e no solo, na forma de conídios ou escleródios, e é facilmente disseminado pelo vento ou, a longas distâncias, por sementes contaminadas. O manuseio das plantas e ferramentas durante os tratamentos culturais também contribuem para a disseminação da doença. Períodos prolongados com temperaturas entre 21°C e 25°C e alta umidade relativa são extremamente favoráveis à ocorrência da doença, pois tem importância significativa para os processos de penetração, crescimento das lesões e esporulação. Na presença de umidade, os esporos germinam e penetram no hospedeiro via estômatos, sem a formação de apressórios.

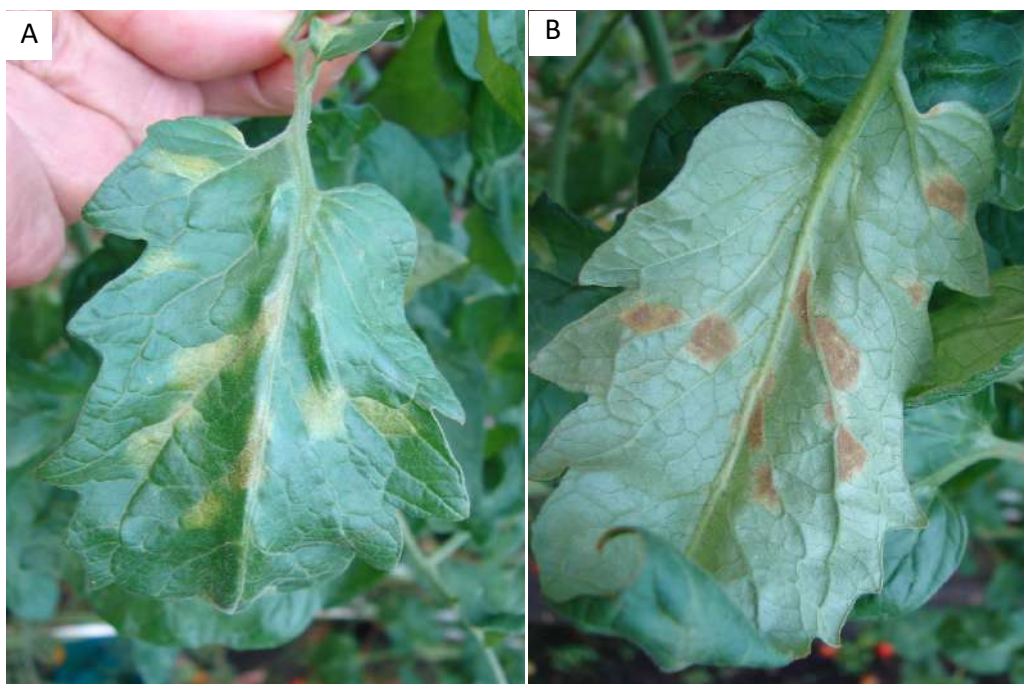


Figura 23. Sintomas de manchas cloróticas sobre folhas de tomate (A) e crescimento de coloração verde-oliva na face inferior das lesões (B), causados por *Passalora fulva*

Fotos: Ailton Reis

- **Controle**

A principal forma de controle da mancha de *Cladosporium* consiste no plantio de cultivares resistentes. Atualmente, muitas delas já apresentam resistência a diferentes raças do patógeno, principalmente à raça 2. Aplicações de fungicidas registrados no MAPA são recomendadas quando as condições ambientais estiverem propícias à ocorrência da doença.

Outras medidas culturais podem ser adotadas, como a manutenção do bom arejamento das plantas, evitando-se plantios muito adensados; controle da irrigação, de modo a reduzir a umidade relativa do ar; uso de sementes saudáveis; destruição dos restos culturais imediatamente após a colheita; solarização do solo dentro de estufas, e adubação equilibrada, evitando o excesso de potássio e nitrogênio.

4. Doenças causadas por vírus

Os vírus são patógenos submicroscópicos que causam prejuízos sérios para a tomaticultura brasileira. Os tomateiros são seriamente afetados por viroses em todo o mundo, particularmente no Brasil. Vários são os fatores que contribuem para que as viroses sejam importantes para a cultura, como o cultivo continuado durante todo o ano, a presença de vetores em abundância, a existência de hospedeiros alternativos e plantas voluntárias nas áreas de produção e a inexistência de produtos que possam ser aplicados para curar uma planta doente.

Aqui, serão abordadas as viroses mais importantes para a cultura do tomateiro no Brasil: 1. Mosaico dourado do tomateiro; 2. Vira-cabeça do tomateiro; 3. Amarelão do tomateiro e 4. Pinheirinho ou fogo mexicano.

4.1. Mosaico dourado do tomateiro

Tomato severe rugose virus (ToSRV) e o tomato mottle leaf curl virus (ToMoLCV).

A doença denominada mosaico dourado do tomateiro também é conhecida como geminivirose e begomovirose. É uma das doenças mais importantes para o tomateiro, devido à alta incidência, que está relacionada com a dificuldade de controle de moscas-brancas - seu vetor. Como a incidência é alta em épocas de pico populacional de moscas-brancas, em certas regiões não é possível o plantio de cultivares suscetíveis.

Alta incidência também é observada em época de baixa populacional do vetor, o que está relacionado com a taxa de moscas-brancas virulíferas; ou seja, de moscas-brancas capazes de transmitir o vírus. As perdas podem ser muito altas se a infecção ocorrer em plantas novas. Os sintomas consistem em clareamento de nervuras, clorose entre as nervuras, enrolamento foliar, mosaico, manchas necróticas e nanismo (Figuras 24 e 25). O reconhecimento de uma planta suscetível infectada não é difícil, pois, em geral, se vê uma clorose intensa e a planta fica com folhas quase douradas (Figura 25A).

No entanto, há muitas variações na expressão de sintomas e o produtor precisa ficar atento para não confundir com outras viroses, principalmente o amarelão do tomateiro. Para o mosaico dourado, os sintomas são mais aparentes em folhas jovens (Figura 24), enquanto que, para o Amarelão (Figura 29) nas folhas, os sintomas são mais comuns nas mais maduras.

Existem vários begomovírus que causam a virose, mas os dois vírus mais amplamente distribuídos no Brasil são o tomato severe rugose virus (ToSRV) e o tomato mottle leaf curl virus (ToMoLCV). Não há como identificar as espécies pela análise de sintomas, nem há diferenças relevantes no modo de realizar o manejo dos distintos vírus. Eles são transmitidos por moscas-brancas (*Bemisia tabaci*, Figura 25C), das quais existem basicamente três espécies importantes como vetoras de begomovírus no Brasil: New World (NW ou biótipo A), Middle East-Asia Minor 1 (MEAM1 ou biótipo B) e Mediterranean (MED ou biótipo Q). Elas são morfológicamente idênticas e diferenciadas a partir de testes em laboratório. No entanto, podem apresentar características comportamentais diferentes, influenciando a expansão da doença nas áreas de produção.

Antes da década de 1990, com a presença do NW, não havia relatos importantes do mosaico dourado em tomateiro. A virose passou a ser relevante a partir da introdução de MEAM1 no início daquela década e causou a ampla dispersão do mosaico dourado do tomateiro no país. Com a recente entrada de MED e a sua capacidade de colonizar bem as plantas ornamentais e pimenteiras, é possível que problemas sérios sejam relatados no futuro nessas culturas.

- **Controle**

É comum o controle químico frequente contra moscas-brancas em áreas de produção de tomate. Apesar das várias opções de princípios ativos para o controle de moscas-brancas, esses insetos continuam sendo problemáticos para a cultura, tendo relatos de populações que adquiriram resistência aos principais inseticidas. O mosaico dourado pode ser dispersado entre plantas dentro da lavoura, mas é importante que se evite a dispersão primária, que consiste em controlar a mosca-branca virulífera que vem de fora, de outra lavoura. Portanto, esforços devem ser feitos para se conhecer as lavouras dos vizinhos dentro da área agrícola e buscar a diminuição da taxa de infecção das plantas, com a redução da entrada do inseto virulífero.

Os begomovírus não são transmitidos por sementes. As mudas devem ser preparadas em viveiros telados e evitando-se a entrada de insetos vetores. Existe oferta de cultivares com resistência à infecção pelos begomovírus (Figura 25D). Normalmente, o fator de resistência é descrito nos panfletos das cultivares, como Ty, indicando que apresentam resistência em nível moderado à infecção. Não são conhecidos cultivares com imunidade à infecção por begomovírus.



Figura 24. Plantas de tomateiro com sintomas de mosaico dourado do tomateiro, como nanismo, enrolamento foliar, mosaico e clorose internerval (A); enrolamento foliar no topo da planta e clorose internerval (B); e clareamento de nervuras e clorose internerval (C)

Fotos: Alice K. Inoue-Nagata

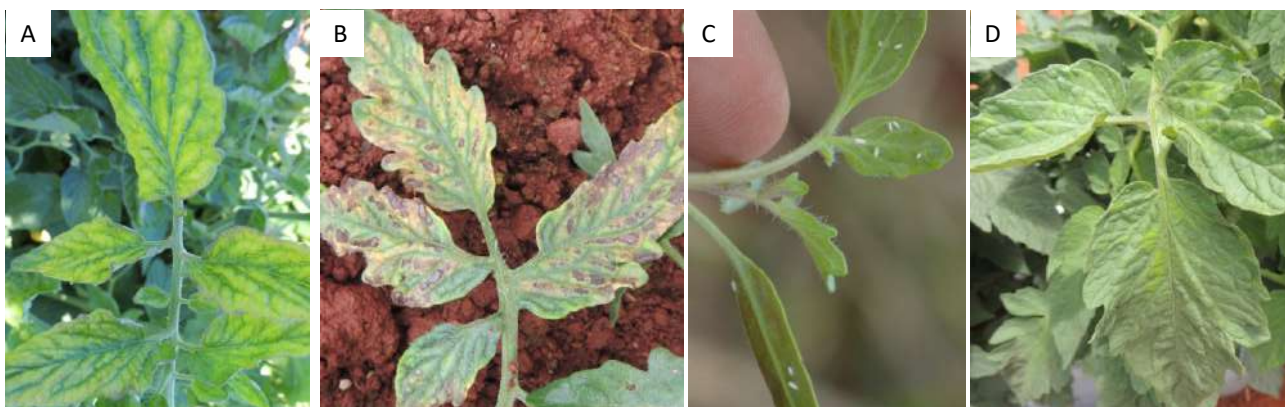


Figura 25. Tomateiro infectado com begomovírus, mostrando mosaico amarelo (A) e clorose entre as nervuras com necrose (B). Os begomovírus são transmitidos pela mosca-branca *Bemisia tabaci* (C). Tomateiro com resistência à infecção por begomovírus apresenta sintomas suaves de mosqueado e manchas cloróticas (D)

Fotos: Alice K. Inoue-Nagata

Como recomendações de manejo, os produtores de uma região devem planejar o plantio da lavoura, preferencialmente em conjunto, e verificar se a região tem restrição quanto ao plantio de tomateiro. Existe um período de vazio sanitário para o tomateiro com o objetivo de reduzir os prejuízos causados pelo mosaico dourado do tomateiro e a mosca-branca. Esse vazio sanitário é de dois meses (dezembro e janeiro) para cultivo de tomateiro rasteiro em Goiás, sendo válido para cultivo de tomateiro estaqueado em alguns municípios de Goiás.

Antes do plantio, é importante realizar: bom preparo de solo, com revolvimento profundo; adubação de acordo com a fertilidade do solo, e irrigação em níveis adequados. Essas medidas são recomendadas também para as demais viroses e doenças descritas neste capítulo.

Quanto às cultivares, conheça a suscetibilidade dos materiais à infecção por begomovírus e plante os mais resistentes. Use aquelas que apresentam o gene *Ty* no seu portfólio de resistência. No plantio, recomenda-se ainda usar mudas saudáveis e vigorosas, produzidas em telados e isoladas da área de produção (Figura 26A).

Elas devem ser protegidas com inseticidas para repelir as moscas-brancas antes de pousarem nas plantas. Esse procedimento é importante durante o primeiro mês de cultivo. Deve-se escolher o local de plantio, em área sem histórico de ocorrência do mosaico dourado. Deve-se plantar longe de lavouras de tomateiro, pimenteira, batateira, soja e feijão (Figura 26C), que são hospedeiras de moscas-brancas e dos begomovírus.

É importante analisar a paisagem agrícola para realizar o plantio, compreendendo os riscos e as fontes do vírus e vetores. Quanto ao controle de possíveis fontes de vírus, elimine joá-de-capote (*Nicandra physalodes*), figueira-do-inferno (*Datura stramonium*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) da área de produção, assim como remova plantas voluntárias (Figura 26B). Controle a população de moscas-brancas na lavoura e principalmente fora dela, evitando a entrada de moscas-brancas virulíferas. Imediatamente após a colheita, destrua restos culturais. Inseticidas devem ser aplicados para eliminação da mosca-branca antes da destruição dos restos culturais. Para o próximo plantio, planeje e realize a rotação de culturas com plantas não hospedeiras de moscas-brancas e begomovírus, como as gramíneas.



Figura 26. Exemplos de medidas de manejo de viroses. Deve-se usar mudas de tomateiro saudáveis e vigorosas, produzidas em telados protegidos de insetos (A). Eliminar plantas espontâneas (tigueras) das áreas de produção (B). Não plantar mudas novas perto de plantas de tomateiro velhas e doentes (C)

Fotos: Alice K. Inoue-Nagata

4.2. Vira-cabeça do tomateiro

Tomato spotted wilt virus (TSWV), tomato chlorotic spot virus (TCSV), groundnut ringspot virus (GRSV) e chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV)

O vira-cabeça do tomateiro é uma das doenças mais sérias da cultura do tomateiro, devido à severidade dos sintomas. Uma planta infectada em fase nova apresenta sintomas fortes e normalmente a doença leva à sua morte. Os sintomas iniciam-se com manchas marrons pequenas, que crescem formando extensas áreas de necrose nas folhas mais jovens e também no caule (Figura 27A e 27B). As plantas podem se apresentar arroxeadas ou bronzeadas (com aspecto amarronzado).

O topo da planta pode crescer de forma irregular e virar para baixo – foi esse sintoma que deu origem ao nome da doença. A necrose atinge todo o topo da planta, limitando o seu crescimento ou causando a sua morte (Figura 27C). Se a infecção ocorrer em planta mais madura, os sintomas de necrose podem ser vistos em um ramo, mas sem atingir a planta inteira.

Os frutos da planta infectada apresentam manchas arredondadas ou irregulares, cloróticas (amareladas) ou necróticas, com ou sem deformação dos frutos (Figura 28A). Algumas vezes, uma planta com sintoma severo pode se recuperar e novas folhas serem produzidas sem sintomas ou com sintoma de mosaico. Em geral, o sintoma é muito severo e a produção de frutos é insignificante, portanto, é recomendado a remoção de plantas doentes da lavoura.

São quatro os vírus que causam a doença no Brasil: tomato spotted wilt virus (TSWV), tomato chlorotic spot virus (TCSV), groundnut ringspot virus (GRSV) e chrysanthemum stem necrosis virus (CSNV). Esses vírus são conhecidos como tospovírus. Não é possível identificar o vírus a partir dos sintomas que eles causam nas plantas e não há diferença no manejo de acordo com o vírus. A identificação da espécie só pode ser feita com testes laboratoriais.

O vírus não é transmitido por sementes, mas por tripses: insetos minúsculos, com asas franjadas e pouca capacidade de voo (Figura 28B). Esses insetos apresentam uma fase larval, em que as larvas se alimentam nas folhas e flores de plantas. Quando uma larva se alimenta em uma planta infectada por um tospovírus, este adquire o vírus, que circula e multiplica-se no corpo do inseto. Posteriormente, o vírus se acumula no inseto que passa a ser transmissor do vírus, normalmente na fase adulta. Assim, apenas a larva adquire o vírus e o adulto não virulífero não tem a capacidade de se tornar transmissor, mesmo se alimentando em planta infectada.

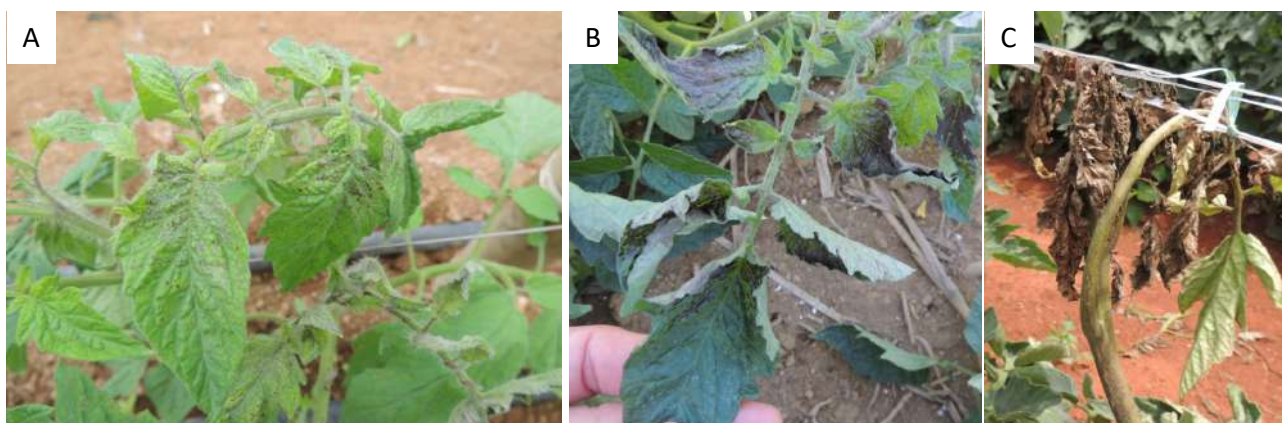


Figura 27. Tomateiro infectado por tospovírus apresentando sintomas iniciais de pontos necróticos nas folhas novas (A), que depois evoluem para lesões mais extensas (B) e podem levar à morte do ponteiro (C)
Fotos: Alice K. Inoue-Nagata

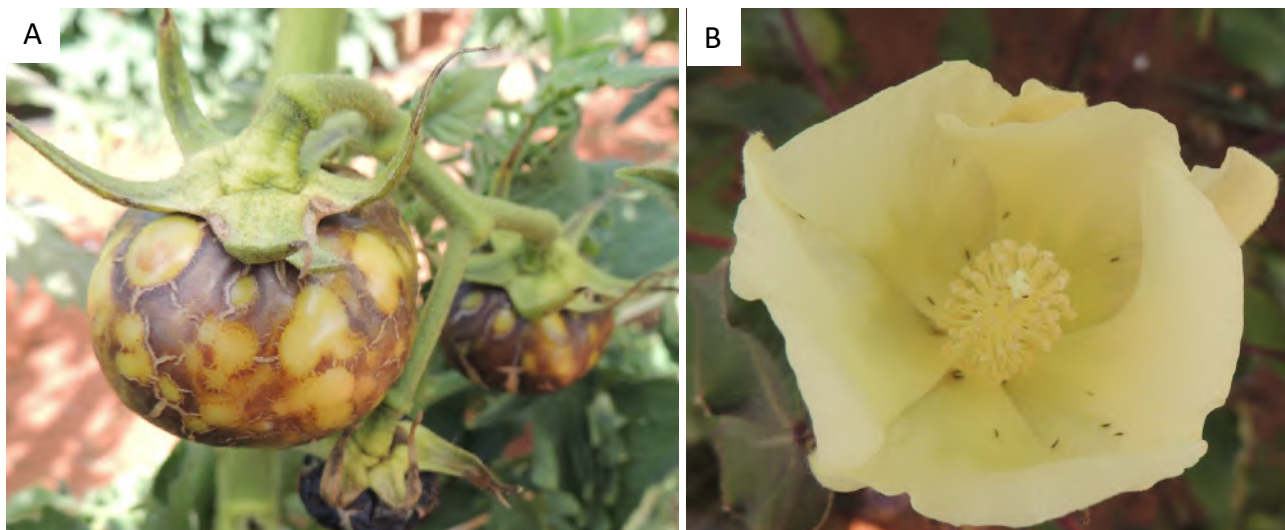


Figura 28. A doença vira cabeça do tomateiro é caracterizada por causar manchas circulares cloróticas ou necróticas em frutos que muito comumente ficam deformados (A). Os tospovírus são transmitidos por tripses, que facilmente são observados em flores (B)

Fotos: Alice K. Inoue-Nagata

- **Controle**

Há uma farta oferta de cultivares com resistência aos tospovírus. Normalmente, a resistência é descrita como *Sw* ou *Sw5*, que é o nome do gene de resistência. Essa resistência é do tipo imunidade e as plantas com o gene não se infectam com o tospovírus. O gene é efetivo contra os tospovírus do Brasil. No entanto, pode existir uma variação da suscetibilidade de acordo com alguns fatores, como alta temperatura, alta pressão de tripses transmissores e outros mecanismos, levando à ocorrência esporádica de plantas infectadas na lavoura.

Em outros países, já foram detectados casos de materiais com resistência sendo infectados com tospovírus com capacidade de vencer a resistência proporcionada pelo gene de resistência. No Brasil, ainda não foi relatado nenhum caso de falha do gene de resistência, como observado na Itália, Espanha, EUA e China. Em casos de alta população de tripses transmissores presentes em flores, foram observados frutos com sintomas em plantas com resistência e sem sintomas nas folhas.

Quanto às cultivares, é preciso conhecer a suscetibilidade dos materiais à infecção por tospovírus e plantar as mais resistentes. Usar aquelas que apresentam *Sw* no seu portfólio de resistência. Sempre usar mudas saudáveis e vigorosas, produzidas em telados e isolados da área de produção (Figura 26A). Aplicar inseticidas nas mudas para repelir os tripses antes de pousarem nas plantas é importante, principalmente durante o primeiro mês de cultivo.

Deve-se escolher a área de cultivo, buscando por locais sem histórico de ocorrência do vira-cabeça do tomateiro. Plante longe de lavouras de tomateiro, pimenteira, batateira, alface, amendoim e melancia (Figura 26C), que podem atuar como fontes de vírus e de tripses. Portanto, analise a paisagem agrícola para realizar o plantio, a fim de evitar a movimentação do tripses virulífero entre as lavouras mais velhas para as mais novas ou mesmo das plantas daninhas. Elimine joá-de-capote (*Nicandra physalodes*), figueira-do-inferno (*Datura stramonium*) e beldroega (*Portulaca oleracea*) da área de produção, assim como plantas voluntárias (Figura 26B) - potenciais fontes de vírus e do tripses. Deve-se controlar a população de tripses na lavoura e fora da lavoura, evitando a entrada de tripses virulíferos.

No caso do vira-cabeça, recomenda-se realizar o “roguing”, que consiste em eliminar plantas doentes e usar saco plástico para colocar as plantas doentes para evitar a distribuição dos tripses durante o procedimento. Plantas doentes devem ser destruídas longe da lavoura. É importante não visitar lavouras novas após visitar lavouras mais velhas e com plantas doentes. Destruir os restos culturais imediatamente após a colheita, sendo que se deve aplicar inseticida para eliminação dos tripses antes da remoção das plantas. Planejar o próximo plantio e realizar rotação de culturas com plantas não hospedeiras de tripses e tospovírus.

4.3. Amarelão do tomateiro

Tomato chlorosis virus (ToCV)

A doença amarelão do tomateiro e o mosaico dourado estão entre as principais doenças com maior ocorrência. Essa alta incidência está relacionada à dificuldade de controle do seu vetor, a mosca-branca (consultar a descrição do mosaico dourado do tomateiro para informações sobre a mosca-branca em tomateiro).

A doença é caracterizada por sintoma de clorose entre as nervuras, visível nas folhas mais velhas (Figura 29). As folhas ficam enroladas e quebradiças. Com o avanço da doença, as folhas da parte mediana também podem apresentar sintomas do tipo mosaico. Como os sintomas são de clorose e mais comuns em folhas mais velhas, a doença pode ser confundida com distúrbios nutricionais, como deficiência de magnésio, e não ser percebida. Não há sintomas nos frutos. As perdas podem ser tão sérias como aqueles causadas por begomovírus.

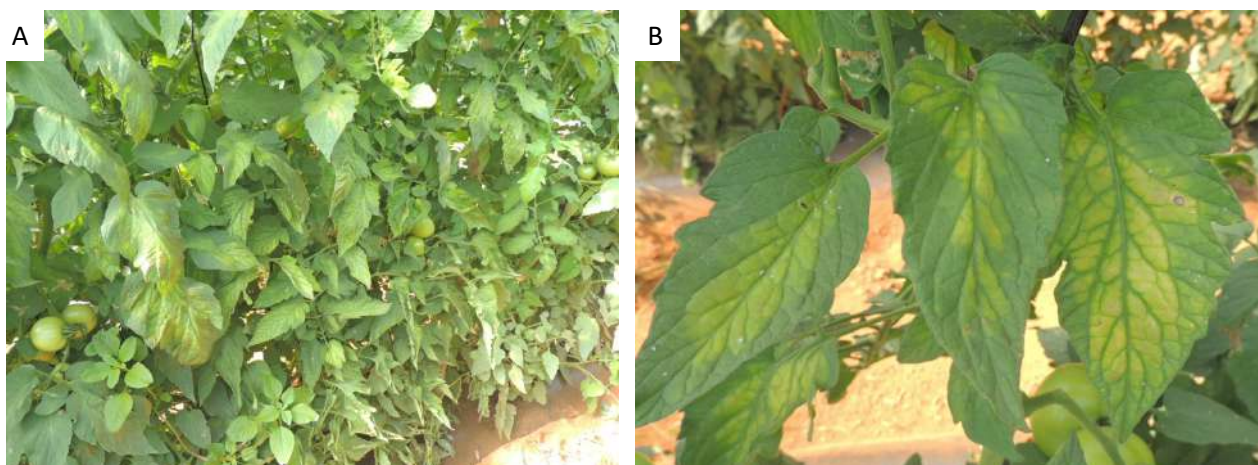


Figura 29. O crinivírus tomato chlorosis vírus causa em tomateiro manchas cloróticas, normalmente observadas em folhas mais maduras (A, B).

Fotos: Alice K. Inoue-Nagata

O vírus causador é o crinivírus tomato chlorosis virus (ToCV), que infecta as células do floema e cujos sintomas normalmente são vistos somente em plantas mais velhas, mesmo quando a infecção é precoce. Assim como ocorre com o mosaico dourado, deve-se evitar a entrada de moscas-brancas virulíferas na lavoura. Não há cultivares com reconhecida resistência à infecção pelo crinivírus; os produtores devem se esforçar para o manejo preventivo.

- **Controle**

Para um bom manejo do amarelão, planeje o plantio da lavoura, junto com os produtores da região, e realize bom preparo de solo, com revolvimento profundo; adubação de acordo com a fertilidade do solo, e irrigação em níveis adequados. Sempre use mudas saudáveis e vigorosas, produzidas em telados e isoladas da área de produção (Figura 26A).

Deve-se aplicar inseticidas nas mudas para repelir as moscas-brancas antes de pousarem nas plantas. Esse procedimento é importante principalmente durante o primeiro mês de cultivo.

Selecione o local de plantio, de modo a buscar por locais sem histórico de ocorrência do amarelão do tomateiro. Plante longe de lavouras de tomateiro, pimenteira, batateira (Figura 26C), que atuam como fonte do vírus e do vetor. Analise a paisagem agrícola para realizar o plantio. Recomenda-se eliminar joá-de-capote (*Nicandra physalodes*), caruru (*Amaranthus* spp.) e maria-pre-tinha (*Solanum americanum*) da área de produção, assim como plantas voluntárias (Figura 26B). Deve-se controlar ainda a população de moscas-brancas na lavoura e principalmente fora dela, evitando a entrada de moscas-brancas virulíferas.

Destrua restos culturais imediatamente após a colheita, aplicando inseticida para eliminação da mosca-branca antes da destruição dos restos culturais. Planeje o próximo plantio e realize rotação de culturas com plantas não hospedeiras de moscas-brancas e crinivírus, como as gramíneas.

4.4. Fogo mexicano

Potato virus Y - PVY

Doenças causadas pelo vírus Y da batata (potato virus Y - PVY) eram comuns em tomateiro no Brasil, que eram chamadas de Pinheirinho. Na década de 1980, Dr. Hiroshi Nagai, melhorista do Instituto Agrônomo de Campinas, desenvolveu cultivares de tomateiro com resistência à infecção por PVY. Desde então, não tinha havido problemas sérios de PVY no país.

Entretanto, nos últimos anos, há relatos crescentes de uma doença caracterizada por extensa necrose das folhas, que é diferente do vira-cabeça do tomateiro. O sintoma de necrose é tão severo que está sendo chamado de fogo mexicano: as plantas ficam com aspecto de queimadas.

Os sintomas iniciam-se nas folhas medianas, com pequenas manchas marrons visíveis na parte de baixo da folha (Figura 30A). Com o tempo, a mancha cresce e fica visível na parte de cima da folha. Com a evolução da doença, grandes áreas da folha ficam tomadas pela necrose (Figura 30B) e os sintomas passam a ser vistos nas folhas mais novas. Há intenso comprometimento da planta. Não há sintomas nos frutos, mas há menor produção.

A doença é causada por PVY e é transmitida por pulgões (Figura 30C). Uma rápida picada é suficiente para a transmissão do vírus, portanto, o controle químico do vetor não é recomendado para ser realizado na lavoura. Não se tem relato de o vírus ser transmitido por sementes. As cultivares comerciais não apresentam a informação se são resistentes à infecção por PVY. Portanto, não se conhece o comportamento das cultivares comerciais frente aos isolados de PVY.

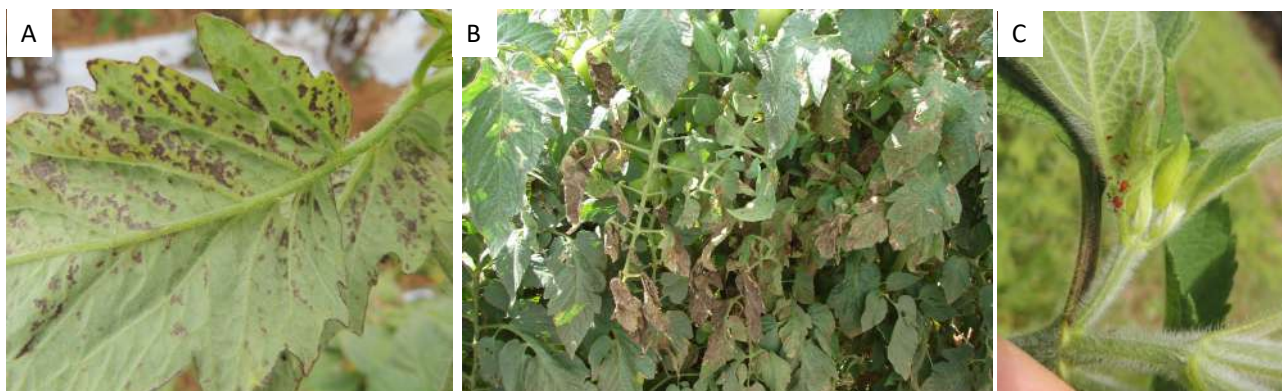


Figura 30. O fogo mexicano do tomateiro é causado por potato virus Y, sendo a doença caracterizada por aparecimento de manchas necróticas primeiramente observadas na parte de baixo das folhas (A), que evoluem tomando toda a folha (B). O vírus é transmitido por pulgões que podem estar presentes em plantas daninhas em local próxima a lavouras (C)

Fotos: Alice K. Inoue-Nagata

Para um bom manejo da doença, planeje o plantio da lavoura, junto com os produtores da região, e realize o bom preparo de solo, com revolvimento profundo; adubação de acordo com a fertilidade do solo, e irrigação em níveis adequados. Quanto às cultivares, conheça a suscetibilidade dos materiais à infecção por PVY e plante as mais resistentes. Sempre use mudas saudáveis e vigorosas, produzidas em telados e isoladas da área de produção (Figura 26A). Aplique inseticidas nas mudas para repelir os pulgões antes de pousarem nas plantas. Esse procedimento é importante durante o primeiro mês de cultivo.

Selecione a área de plantio, buscando por locais sem histórico de ocorrência do fogo mexicano. Deve-se plantar longe de lavouras de tomateiro, pimenteira e batateira (Figura 26C) - potenciais fontes de vírus e de vetor. Analise a paisagem agrícola para realizar o plantio. Elimine plantas voluntárias da área de produção (Figura 26B). Deve-se também controlar a população de pulgões na lavoura e fora da lavoura, evitando a entrada daqueles virulíferos. Destrua os restos culturais logo após a colheita, mas, antes, aplique inseticida para a eliminação dos pulgões. Planeje próximo plantio e realize a rotação de culturas com plantas não hospedeiras de pulgões e PVY.

5. Doenças causadas por nematoides

mais de 34 espécies de nematoides já foram encontradas associadas ao tomateiro no mundo; porém, poucas espécies são de importância econômica. As principais espécies que causam danos expressivos à tomaticultura são os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.), seguido pelo nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.). Em casos isolados, há relatos de *Rotylenchulus reniformis* e alguns tricodoriídeos causando problemas econômicos, porém de menor intensidade. Esporadicamente, são relatadas espécies nos gêneros *Aphelenchoides*, *Ditylenchus*, *Globodera*, *Helicotylenchus*, *Heterodera*, *Nacobbus*, *Longidorus*, *Radopholus*, *Tylenchorhynchus* e *Xiphinema*.

5.1. Nematóide-das-galhas

Meloidogyne spp.

Os nematóides-das-galhas, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla*, são as espécies com maior distribuição em tomateiro. Podem ocorrer em vários tipos de solo, mas em geral causam prejuízos econômicos com maior intensidade em regiões quentes e que apresentam solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica.

Outras espécies de nematóide-das-galhas têm ocorrido também em áreas de tomaticultura como *M. ethiopica* e *M. morocciensis*, embora relatos de danos causados por essas espécies sejam escassos na literatura. Nos últimos anos, porém, a espécie de nematóide-das-galhas que tem causado problemas em várias culturas no Brasil e no mundo, inclusive na cultura do tomateiro, é *M. enterolobii* (sin.: *M. mayaguensis*).

O principal sintoma observado nas raízes devido à infestação pelo nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) é a presença de inchaços de forma arredondada e irregular ao longo do sistema radicular, denominados de galhas (Figura 31A). *M. hapla* geralmente induz galhas pequenas e discretas, enquanto *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* e *M. enterolobii* causam galhas grandes e irregulares. Essas lesões podem sofrer rápido apodrecimento em face da invasão de patógenos secundários, tais como *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Verticillium* sp. e *Ralstonia solanacearum*. Como consequência, o transporte de nutrientes e de sais minerais das raízes para a parte aérea das plantas é afetado, resultando em deficiências nutricionais (Figura 31B) e murchas (Figura 31C). A distribuição das plantas com sintomas no campo normalmente se apresenta na forma de reboleiras de formato irregular com plantas raquíticas, murchas e amarelecidas (Figura 31D).



Figura 31. Sintomas causados pelo nematóide-das-galhas em tomateiro. Galhas causadas por *Meloidogyne* spp. (A). Tomateiro com sintomas de deficiência nutricional (B). Idem com sintomas de murcha (C). Reboleira observada em campo de produção (D)

Fotos: Ailton Reis e Jadir B. Pinheiro

O nematoide-das-galhas tem uma ampla gama de hospedeiros entre plantas cultivadas. Na entressafra, se as condições ambientais forem favoráveis, eles podem sobreviver em diversas plantas infestantes, como a falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), joá-bravo (*Solanum sisymbriifolium*), caruru (*Amaranthus* spp.), arrebenta-cavalo (*Solanum aculeatissimum*), melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia*), entre outras (Figura 32).



Figura 32. Raízes de plantas daninhas infectadas por *Meloidogyne* spp. Beldoegra (*Portulaca oleraceae*) (A). Erva-de-macaé (*Leonorus sibiricus*) (B). Caruru (*Amaranthus hybridus* var. *patulus*) (C). Mentrasto (*Ageratum conyzoides*) (D). Joá-de-Capote (*Nicandra physaloides*) (E)

Fotos: Jadir B. Pinheiro

As espécies do nematoide-das-galhas são parasitas obrigatórios de raízes e de caules subterrâneos. São móveis no solo, e os estádios de desenvolvimento vermiformes ou juvenis de segundo estágio (J2) são as formas de vida que infestam as raízes de tomateiro. Ao penetrarem nas raízes, movimentam-se para as proximidades dos vasos condutores e se tornam sedentários.

Com o seu desenvolvimento no interior das raízes até a fase adulta, passam por sucessivas ecdises (troca de cutícula ou revestimento externo do corpo dos nematoides) e alterações na sua forma, passando da fase vermiforme para a forma referida como “salsicha”, até se tornarem adultos, sendo que as fêmeas apresentam formato de “cabaça” ou “piriforme”.

Enquanto se desenvolvem, em resposta à introdução de substâncias produzidas pelas suas glândulas esofagianas nos tecidos das raízes da planta, ocorre aumento no tamanho e no número das células das raízes parasitadas, resultando na formação das galhas. Na fase adulta, os machos geralmente saem da raiz e não mais parasitam a planta; são vermiformes e não se alimentam. Já a fêmea continua seu desenvolvimento e, posteriormente, produz uma massa de ovos que geralmente permanece fora da raiz, com possibilidade de ser vista a olho nu. Essa massa pode conter de 500 até mais de 2.000 ovos, envolvidos por uma substância gelatinosa que os protege contra dessecação e outras condições desfavoráveis. Dentro de cada ovo ocorre a formação do juvenil de primeiro estágio (J1), que sofre uma ecdise e se transforma em J2, ainda no interior do ovo. Este

representa a forma infectiva que eclode do ovo, vai para o solo ou ataca diretamente uma raiz, passando por mais três ecdises até chegar à fase adulta, completando assim o ciclo em torno de 21 a 45 dias, dependendo das condições climáticas e da espécie de nematoide envolvida, com possibilidades de ser completado até em 70 dias no inverno (Figura 33).

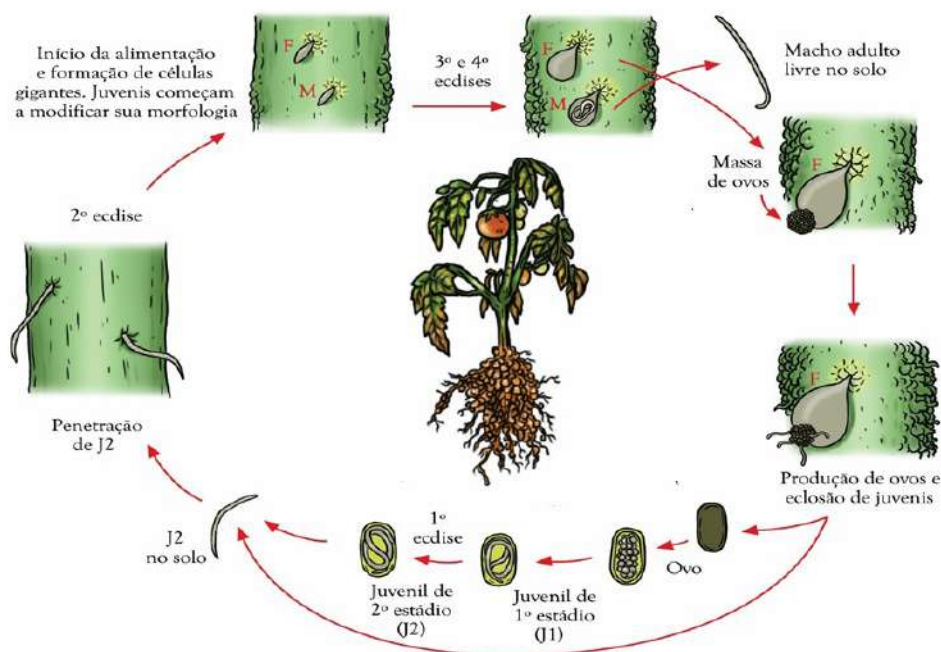


Figura 33. Ciclo de Vida do Nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) em tomateiro

Fonte: V. Reyes

Os J2 e os ovos são estádios de sobrevivência para as espécies de *Meloidogyne* e podem sobreviver no solo com umidade adequada. Podem também entrar em estado de dormência em condições desfavoráveis, ou seja, quando o solo estiver seco e sem plantas hospedeiras, de tomateiro ou outras espécies vegetais. Em climas quentes, quatro ou cinco gerações do nematoide podem se desenvolver em uma única estação de crescimento do tomateiro.

A sobrevivência do nematoide-das-galhas e o sucesso da conclusão do ciclo de vida dependem do crescimento bem-sucedido da planta hospedeira e das condições ambientais. Os machos participam menos no ciclo de vida em relação às fêmeas, uma vez que a maioria das espécies se reproduz por partenogênese, sem haver a necessidade de copulação. Devido ao fato de os nematoides se moverem lentamente no solo, sua principal forma de disseminação é a passiva, dada pela movimentação do solo, água, implementos agrícolas contaminados, homem e animais nas áreas de cultivo e, principalmente, por mudas de tomateiro contaminadas.

- **Controle**

O controle geralmente é realizado pela integração de várias práticas, que vão desde a produção das mudas saudáveis até a escolha da área de plantio. Vale ressaltar que cultivares comerciais de tomateiro portadoras do gene *Mi*, com resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, devem ser utilizadas sempre que disponível. Este gene confere à planta capacidade de limitar a reprodução dessas espécies de *Meloidogyne* em tomateiro com reduções das densidades populacionais de nematoides

no solo, número e tamanho das galhas, bem como nas perdas do rendimento da cultura. Contudo, essa resistência pode ser ineficaz em temperaturas elevadas do solo (acima de 30°C) e, muitas vezes, não conferem resistência a populações geograficamente isoladas do nematoide.

Vale ressaltar que, apesar da existência de cultivares de tomateiros resistentes, as espécies de nematoides-das-galhas prevalentes no Brasil ainda causam prejuízos à cultura. Em tomateiro para processamento industrial, praticamente todas as cultivares disponíveis são híbridos importados, sendo a grande maioria resistente. Entretanto, algumas espécies e raças de *Meloidogyne* têm a habilidade de “quebrar” a resistência conferida pelo gene *Mi*, como *M. enterolobii*, que tem disseminado por praticamente todo território brasileiro e vem causando danos a diversas culturas, principalmente em cultivares de tomateiro portadoras do gene *Mi*. Não se conhece, até o presente momento, cultivares resistentes a *M. enterolobii*.

Dentre as principais medidas de controle para o nematoide-das-galhas, destacam-se: a prevenção, com destaque para a escolha da área de plantio sem histórico de ocorrência de nematoides e cuidados na produção e aquisição de mudas, rotação de culturas com gramíneas (por exemplo, com cultivares resistentes de milho, milheto e sorgo), uso de plantas antagonistas (*Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea* e mucunas, etc.), uso de matéria orgânica, solarização do solo associado à biofumigação, eliminação de restos culturais e, principalmente, a utilização de cultivares resistentes. O alqueive, que consiste em manter o solo sem plantas hospedeiras ou qualquer tipo de vegetação, com revolvimento do solo por meio de aração ou gradagem em intervalos de tempo, constitui em excelente medida de manejo.

5.2. Nematóide-das-lesões-radiculares

***Pratylenchus* spp.**

No Brasil, as espécies de *Pratylenchus* mais importantes são *P. brachyurus*, *P. zea* e *P. coffeae*, considerando as perdas e danos causados, bem como a distribuição geográfica e o número de espécies vegetais hospedeiras. Os danos causados por espécies do gênero *Pratylenchus* são distintos quando comparados com aqueles provocados pelos nematoides-das-galhas, basicamente devido às diferenças nos seus ciclos de vida.

O nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.) tem sido relatado causando danos severos em diversas culturas de importância econômica, como soja, feijão, algodão, milho, especialmente na região de Cerrados. Recentemente, vem sendo considerado como grande ameaça a hortaliças, principalmente ao tomateiro. A intensificação dos cultivos e o plantio em extensas áreas no país, a ausência de rotação de culturas e a rotação ou sucessão de plantas hospedeiras vêm elevando a sua importância nos últimos anos.

Os sintomas causados por nematoides do gênero *Pratylenchus* não são específicos, podendo ser facilmente confundidos com os causados por outros patógenos ou deficiências nutricionais. O principal sintoma é a presença de intensas lesões escuras (necróticas) nas raízes e radículas das plantas parasitadas. As plantas doentes normalmente se manifestam em reboleiras na lavoura. Fungos e bactérias podem penetrar nessas lesões, potencializando os danos e, conseqüentemente, o apodrecimento nas raízes. Além disso, podem apresentar atraso no desenvolvimento, com drástica redução de crescimento em relação às demais.

São endoparasitos migradores que causam danos nas raízes, devido à alimentação, movimentação ativa e liberação de enzimas e toxinas no córtex radicular. Centenas de plantas daninhas são hos-

pedeiras dos nematoides-das-lesões-radiculares, principalmente dentro da família das gramíneas (Poaceae), que podem contribuir para manutenção e aumento dos níveis populacionais no campo.

Um dos principais fatores responsáveis pela distribuição e disseminação de nematoides do gênero *Pratylenchus* é a textura do solo. Solos com textura arenosa ou média geralmente favorecem a maioria das espécies do gênero. Outro fator importante que favorece o ciclo de vida do nematoide-das-lesões radicales é a umidade do solo, onde estudos indicam que 70% a 80% da capacidade de campo representam condição ótima para várias atividades do nematoide.

- **Controle**

A rotação de culturas com espécies não hospedeiras é considerada um dos métodos mais promissores de manejo. Crotalárias, especialmente *Crotalaria spectabilis* e cravo-de-defunto (*Tagetes* spp.), constituem boas opções para o uso em rotação de culturas, pois reduzem os níveis populacionais do nematoide após um período de cultivo. Porém, existem poucas opções de culturas para essa prática, devido à sua ampla gama de hospedeiros. O alqueive é outra prática importante para o controle desses nematoides. O excesso de adubação nitrogenada e de irrigação podem aumentar os danos de *Pratylenchus* e, portanto, devem ser evitados.

6. Outros nematoides

6.1. Nematoide reniforme

Rotylenchulus reniformis

O nematoide reniforme tem ampla gama de hospedeiras e é relatado em áreas tropicais e subtropicais de diversos países, inclusive no Brasil. Ocorre principalmente em áreas com cultivo de algodão, soja, maracujá e, dentre as hortaliças, pode causar problemas à alface, melancia, melão, coentro e tomate.

Áreas com manchas irregulares e plantas cloróticas dentro do campo são indícios da presença deste patógeno. O nematoide causa destruição de células da epiderme das raízes de plantas, resultando em lesões necróticas pequenas e crescimento reduzido da planta, amarelecimento da folhagem e murcha. Plantas altamente infestadas com sistemas radiculares pobres desenvolvem sintomas de deficiência mineral, devido à sua absorção limitada pelas raízes debilitadas.

- **Controle**

O manejo do nematoide reniforme é difícil, pois ele é capaz de persistir no solo por longos períodos, na ausência de hospedeiros. Estádios móveis de *R. reniformis* podem sobreviver no solo por, pelo menos, seis meses com temperatura bastante variável. A utilização de pousio como medida de controle pode não ser uma opção viável.

Apesar da ampla gama de hospedeiras de *R. reniformis*, a rotação de culturas para o controle da doença pode ser útil. Plantas não hospedeiras, como crotalárias e cravo de defunto, quando incorporadas em esquemas de rotação no sistema de cultivo de tomate, podem auxiliar na redução dos níveis populacionais desse patógeno.

6.2. Trichodorídeos

Trichodorus spp. e *Paratrichodorus* spp.

Espécies de *Trichodorus* e *Paratrichodorus* estão distribuídas por todo o mundo e apresentam ampla gama de hospedeiros. Em estudos sobre sua gama de hospedeiros realizado em casa-de-vegetação e campo, plantas em mais de 40 gêneros com importância econômica foram relatadas como hospedeiras, o que limita a utilização da rotação de culturas para seu controle.

São formas ectoparasitas de hábito migrador, que medem de 0,5 a 0,9 mm de comprimento. Os tricodorídeos são nematoides relativamente roliços, arredondados em ambas as extremidades, conhecidos como nematoides em forma de charuto. Os juvenis e adultos de *Trichodorídeos* atacam as raízes novas, onde se alimentam na epiderme delas, causando paralisação do crescimento apical. Os sintomas nas raízes resultam da sua preferência pelos ápices radiculares, onde adultos podem ser encontrados em grande número, e pelos tecidos do meristema, próximo das extremidades radiculares. O crescimento das raízes é paralisado devido ao comprometimento das células, dando origem ao aumento de volume das extremidades, necroses e paralisação do crescimento das raízes secundárias. Tal efeito traduz-se em numerosas raízes curtas e grossas, também designadas de raízes-anãs ou em coto.

Além dos sintomas nas raízes das plantas, também são observados sintomas reflexos na parte aérea, como manchas, devido às deficiências nutricionais. Os sintomas normalmente aparecem em reboleiras de formato circular ou irregular. Vale ressaltar que algumas espécies são capazes de transmitir vírus (tobravírus), causando, portanto, danos diretos pelo seu parasitismo nas raízes e indiretos pela veiculação do vírus de plantas doentes para as sadias.

Ocorrem em solos arenosos e leves, de textura não muito fina, não sendo geralmente encontrados em solos que contenham muita argila. Várias estratégias têm sido usadas na tentativa de controlar os tricodorídeos. A primeira refere-se, naturalmente, à prevenção da disseminação do nematoide para novas áreas, evitando a sua dispersão, que pode ocorrer pelo vento e água e por aderência do solo a máquinas agrícolas, calçados, animais e plantas.

Outras medidas culturais incluem: revolvimento do solo antes do plantio (alqueive), devido à sensibilidade dos tricodorídeos aos danos físicos e à seca do solo; alagamento, e solarização do solo. A utilização de mudas contaminadas é, provavelmente, o principal meio de dispersão dos nematoides. Assim, recomenda-se que seja prestada a devida atenção na produção das mudas.

7. Referências:

Gerais

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. Boston: Elsevier, 2005. 921p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF: MAPA, [2018]. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 27 out. 2020.

INCAPER- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTENCIA TECNICA E EXTENSAO RURAL. **Tomate**. Vitória: Incaper, 2010. 430 p.

- INOUE-NAGATA, A.K.; LOPES, C.A.; REIS, A.; PEREIRA, R.B.; QUEZADO-DUVAL, A.M.; PINHEIRO, J.B.; LIMA, M.F. **Doenças do tomateiro**. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Orgs.). Manual de Fitopatologia. 5ed.Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres, 2016, v. 2, p. 697-722.
- JONES, J.B.; ZITTER, T.A.; MOMOL, T.M.; MILLER, S.A. (eds). **Compendium of tomato diseases**. American Phytopathological Society, St. Paul, M.N. 2014, 176p.
- LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. **Doenças do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005, 151p.
- QUEZADO-DUVAL, A.M.; INOUE-NAGATA, A.K.; REIS, A.; PINHEIRO, J.B.; LOPES, C.A.; ARAÚJO, E.R.; FONTENELLE, M.R.; COSTA, J.R.; GUIMARÃES, C.M.N.; ROSSATO, M.; BECKER, W.F.; COSTA, H.; FERREIRA, M.A.S.V.; DESTÉFANO, S.A.L. **Levantamento de doenças e mosca-branca em tomateiro em regiões produtoras do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013. 36p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 100). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalicas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1021765/guia-para-o-reconhecimento-e-manejo-da-mosca-branca-da-geminivirose-e-da-crinivirose-na-cultura-do-tomateiro>>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- QUEZADO-DUVAL, A.M.; REIS, A.; INOUE-NAGATA, A.K.; CHARCHAR, J.M.; GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S. **Cuidados especiais no manejo da cultura do tomate no verão**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 5p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 43). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalicas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/781649/cuidados-especiais-no-manejo-da-cultura-do-tomate-no-verao>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

Bactérias

- CONSTANTIN, E.C.; CLEENWERCK, I.; MAES, M.; BAEYENA, S.; VAN MALDERGHEMA, C.; DE VOSBC, P.; COTTYNA, B. Genetic characterization of strains named as *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* **leads** to a taxonomic revision of the *X. axonopodis* species complex. **Plant Pathology**, v. 65, p.792–806, 2016.
- JONES J.B.; LACY G.H.; BOUZAR, H.; STALL, R.E.; SCHAAD, NW. Reclassification of the xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. **Systematic and Applied Microbiology**, v.27, p.755–762, 2004.
- LOPES, C.A. **Cancro bacteriano do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017. 48p. (Embrapa Hortaliças. Série Documentos, 154). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1082589/cancro-bacteriano-do-tomateiro>>. Acesso em: 26 out. 2020.
- LOPES, C.A. **Murcha bacteriana ou murchadeira: uma inimiga do tomateiro em climas quentes**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 7p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 67). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/782934/murcha-bacteriana-ou-murchadeira-uma-inimiga-do-tomateiro-em-climas-quentes>>. Acesso em: 26 out. 2020.
- LOUWS, F.J.; WILSON, M.; CAMPBELL, H.L.; CUPPELS, D.A.; JONES, J.B.; SHOEMAKER, P.B.; SAHIN, F.; MILLER, S.A. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. **Plant Disease**, v.85, p.481-

- MONTEIRO, F.P.; OGOSHI, C.; BECKER, W.F.; WAMSER, A.F.; VALMORBIDA, J. Pith necrosis associated with *Pseudomonas viridiflava* in tomato plants in Brazil. **Plant Pathology & Quarantine**, v. 9, p.1–5, 2019.
- MORINIÈRE, L.; BURLET, B.; ROSENTHAL, E.R.; NESME, X.; PORTIER, P.; BULL, C.T.; LAVIRE, C.; FISCHER-LE SAUX, M.; FRANCK BERTOLLA, F. Clarifying the taxonomy of the causal agent of bacterial leaf spot of lettuce through a polyphasic approach reveals that *Xanthomonas cynarae* Trébaol et al. 2000 emend. Timilsina et al. 2019 is a later heterotypic synonym of *Xanthomonas hortorum* Vauterin et al. 1995. **Systematic and Applied Microbiology**, v.43, n.126087, p.1-16, 2020.
- PONTES, N.C., NASCIMENTO, A.R., GOLYNSKI, A., MAFFIA, L.A., OLIVEIRA, J.R., QUEZADO-DUVAL, A.M., 2016. Intervals and number of applications of acibenzolar-S-methyl for the control of bacterial spot on processing tomato. **Plant Disease**, v. 100, p.2126-2133, 2016.
- QUEZADO-DUVAL, A.M.; MARTINS, O.M. **Necrose da medula: uma ameaça para o tomate estaqueado no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2007. 11p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 50). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/770960/necrose-da-medula-uma-ameaca-para-o-tomate-estaqueado-no-brasil>>. Acesso em: 4 nov. 2020.
- STALL, R.E.; JONES, J.B.; MINSAVAGE, G.V. Durability of resistance in tomato and pepper to xanthomonads causing bacterial spot. **Annual Review of Phytopathology**, v. 47, p.265-284, 2009.

Fungos e oomicetos

- AGROCONNECT, 2020. Disponível em: <<https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- BARBOZA, E.A. **Ocorrência e diversidade de *Pythium* e *Phytophthora* em fontes de água utilizada para irrigação na região do Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, DF, 2014.
- BECKER, W. F. Validação de dois sistemas de previsão para o controle da requeima do tomateiro na região de Caçador, SC. **Agropecuária Catarinense**, v. 18, n. 3, 2005.
- BERLANGER, I.; POWELSON, M.L. **Verticillium wilt**. The Plant Health Instructor. Disponível em: <<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/VerticilliumWilt.aspx>>. Acesso em: 18 set. 2020. (DOI: 10.1094/PHI-I-2000-0801-01. 2000)
- BUBICI, G.; CIRULLI, M. **Integrated management of Verticillium wilt of tomato**. CIANCIO, A.; MUKERJI, K. G. (eds.), Integrated Management of Diseases Caused by Fungi, Phytoplasma and Bacteria. Springer Sciences. p. 225-242, 2008.
- ECKER, W.F.; MUELLER, S.; SANTOS, J.P. et al. Viability of a prediction system for tomato late blight in the integrated production of tomato in Caçador, Brazil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.520-525, 2011.
- GONCALVES, A.M.; CABRAL, C.S.; REIS, A.; FONSECA, M.E.N. ; COSTA, H.; RIBEIRO, F.H.S.; BOITEUX, L.S. A three-decade survey of Brazilian *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races assessed by pathogenicity tests on differential tomato accessions and by molecular markers. **Journal of Applied Microbiology**, v. 129, p. online, 2021.

- GRATTIDGE, R.; O'BRIEN, R.G. Occurrence of a third race of *Fusarium* wilt of tomatoes in Queensland. **Plant Disease**, v. 66, p. 165-166, 1982.
- KLOSTERMAN, S.J.; ATALLAH, Z.K.; VALLAD, G.E.; SUBBARAO, K.V. Diversity, pathogenicity, and management of *Verticillium* species. **Annual Review of Phytopathology**, v. 47, p. 39-62, 2009.
- LOPES, C.A.; REIS, A.; MAKISHIMA, N. **Como prevenir o "tombamento" em mudas de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 4p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica 28). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/779128/1/lopescomo.pdf>>. Acesso em 26 out. 2020.
- MACHARDY, W.E. A simplified, non-computerized program for forecasting potato late blight. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.63, n.1, p. 21-25, 1979.
- McGOVERN, R.J. Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum*. **Crop Protection**, v.73, p.78-92, 2015.
- MIRANDA, B.E.; SUASSUNA, N.D.; REIS, A. Mating type, mefenoxam sensitivity, and pathotype diversity in *Phytophthora infestans* isolates from tomato in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 671-679, 2010.
- PEGG, G.F.; BRADY, B.I. **Verticillium wilts**. In: Nees von Esenbeck, C. G. (Eds.). *Das System der Pilze und Schwämme*. Stahelsche Buchhandlung, Würzburg, 1817, C.A.B. International, Oxford, 2002.
- PITBLADO, R.E. **The development and implementation of TOMCAST - a weather-timed fungicide spray program for field tomatoes**. Ministry of Agriculture and Food, Ridgetown College of Agricultural Technology, Ridgetown. 1992.
- REIS, A.; BOITEUX, L.S. **Mancha-de-estenfilio: ressurgimento de um antigo problema do tomateiro**. Brasília: Embrapa, 2006. 8p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica 81). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalicas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/779846/mancha-de-estenfilio-ressurgimento-de-um-antigo-problema-do-tomateiro>>. Acesso em: 18 set. 2020.
- REIS, A.; BOITEUX, L.S.; COSTA, H. **Determinação de espécies e de raças de isolados de *Verticillium* oriundos de diferentes estados do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2007. 8p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 31). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalicas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/781642/determinacao-de-especies-e-de-racas-de-isolados-de-verticillium-oriundos-de-diferentes-estados-do-brasil>>. Acesso em: 18 set. 2020.
- REIS, A.; BOITEUX, L.S.; LOPES, C.A. **Mancha-de-septória: Doença limitante do tomateiro no período de chuvas**. Brasília: Embrapa, 2006. 6p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 37).
- REIS, A., COSTA, H., BOITEUX, L.S.; LOPES, C.A. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 on tomato in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 426-428, 2005.
- REIS, A.; COSTA, H.; LOPES, C.A. **Epidemiologia e manejo do mofo-branco em Hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2007. 5p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 45). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalicas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/781613/epidemiologia-e-manejo-do-mofo-branco-em-hortalicas>>
- REIS, A.; LOPES, C.A. **Oídios do tomateiro**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 4p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 66). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalicas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/782935/oidios-do-tomateiro>>

RODRIGUES, T. T. M. S.; BERBEE, M. L.; SIMMONS, E. G.; CARDOSO, C. R.; REIS, A.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. First report of *Alternaria tomatophila* and *A. grandis* causing early blight on tomato and potato in Brazil. **New Disease Reports** v.22, p.28, 2010.

SRINIVAS, C.; DEVI, N. D.; MURTHY, N. K.; MOHAN, C. D.; LAKSHMEESHA, T. R.; SINGH, B.; KALAGATUR, N. K.; NIRANJA, S. R.; HASHEM, A.; ALQARAWI, A. A.; TABASSUM, B.; ABD_ALLAH, E. F.; NAYAKA, S. C.; SRIVASTAVA, R. K. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causal agent of vascular wilt disease of tomato: Biology to diversity-A review. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 22, p. 28, 2010

WALLIN, J. R. Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in United States and Canada. **American Potato Journal**, v.39, p.306-312, 1962.

Vírus

MICHEREFF FILHO, M.; INOUE-NAGATA, A. K. **Guia para o reconhecimento e manejo da mosca-branca, da geminivirose e da crinivirose na cultura do tomateiro**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2015. 16p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 142) Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortaliças/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1021765/guia-para-o-reconhecimento-e-manejo-da-mosca-branca-da-geminivirose-e-da-crinivirose-na-cultura-do-tomateiro>>

Nematoides

ALMEIDA, M. T. S. C. M.; DECRAEMER, W. Trichodoridae, família de nematoides vetores de vírus. Revisão Anual de Patologia de Plantas (RAPP) 13:115-190, 2005.

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A.; BRAGA, R. S.; ALMEIDA, C. A.; GIORIA, R. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de tomate e pimentão resistentes à Meloidoginose no Estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, v.30, p.81-86, 2006.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N. **Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management**. Nematology Monographs and Perspectives 6. Brill Leiden-Boston, 2007. 529p.

DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P.; ROCHA, F. S.; SILVA, J. R. C.; POZZA, E. A. Manejo do solo e da irrigação no controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p.405-407, 2006.

GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematoide das lesões-radulares (gênero Pratylenchus)**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. 30p. (Embrapa Cerrados. Série Documentos, 219). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/571924/aspectos-gerais-sobre-nematoides-das-lesoes-radulares-genero-pratylenchus>>

HEALD, C. M.; INSERRA, R. N. Effect of temperature on infection and survival of *Rotylenchulus reniformis*. **Journal of Nematology** v.20, p.356-361, 1988.

PINHEIRO, J. B. **Nematoides em hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 194p. 2017 Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1070313>>

PINHEIRO, J.B.; BOITEUX, L.S.; PEREIRA, R.B.; ALMEIDA, M.R.A.; CARNEIRO, R.M.D.G. **Identificação de espécies de Meloidogyne em tomateiro no Brasil**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 16p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 102). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalias/busca-de-publicacoes/-/publicacao/992143/identificacao-de-especies-de-meloidogyne-em-tomateiro-no-brasil>>

Links das palestras do ciclo de palestras manejo fitossanitário do tomateiro

Realização: Embrapa Hortaliças, de 14/09 a 14/10/2020.

Palestra 1. Embrapa Hortaliças e o manejo de viroses em tomateiro (Alice K. Inoue-Nagata)

<https://youtu.be/sgDHRSl-Fel>

Palestra 2. Manejo de doenças causadas por fungos e oomicetos da parte aérea do tomateiro (Valdir Lourenço Jr.)

<https://youtu.be/nbTgf6CdmcY>

Palestra 3. Manejo de doenças causadas por fungos e oomicetos da parte radicular do tomateiro (Ailton Reis)

<https://youtu.be/CChRRIZ99FM>

Palestra 4. Manejo sustentável de nematoides no tomateiro (Jadir Borges Pinheiro)

<https://youtu.be/Hb5RjnglreE>

Palestra 5. Manejo integrado de pragas do tomateiro (Miguel Michereff Filho)

<https://youtu.be/sdcFpyyIUh4>

Palestra 6. Bacterioses foliares do tomateiro (Alice M. Quezado-Duval)

<https://youtu.be/0pPAP-NPq94>

Palestra 7. Embrapa Hortaliças e o manejo de bacterioses vasculares e pectolíticas do tomateiro (Carlos Alberto Lopes)

<https://youtu.be/zDe7QL931N4>

Palestra 8. Resistência genética contra doenças e pragas (Leonardo Silva Boiteux)

<https://youtu.be/gbyWo798a5Y>

9. Fungicidas empregados na cultura

Laércio Zambolim

¹Universidade Federal de Viçosa

1. Introdução

No Brasil, em 2019, para tratar 1,6 bilhão de hectares cultivados, o mercado de defensivos agrícolas movimentou cerca de US\$ 13,7 bilhões, contra os US\$ 12,9 bilhões observados em 2018. Os fungicidas movimentaram 31%; os inseticidas, 29%; seguidos pelos herbicidas, com 27%, e insu- mos para o tratamento de sementes e outros com 12% do total efetivamente aplicado no Brasil.

O estado que mais aplicou defensivos agrícolas foi o maior produtor nacional de grãos: o Mato Grosso (24%). A seguir, nesta lista, vieram Rio Grande do Sul e Santa Catarina (12%), Paraná (12%), São Paulo (11%), região do **Matopiba** (10%), Goiás/DF (9%), MG (8%) e Mato Grosso do Sul (8%) (AENDA, 2019).



Matopiba: região formada por áreas majoritariamente de Cerrado, nos estados do **MA**ranhão, **TO**cantins, **PI**auí e **BA**hia, para onde a agricultura se expandiu a partir da segunda metade dos anos 1980. Produz de tubérculos a frutas, passando pela pecuária, mas se destaca mesmo é no cultivo de grãos e fibras, especialmente soja, milho e algodão (Fonte: <https://www.embrapa.br/tema-matopiba>).

Cerca de um terço da produção mundial de alimentos é perdido em alguma fase do processo produtivo, pela ocorrência de doenças, insetos-pragas e plantas invasoras. Essas perdas em cultivos de países em desenvolvimento (40%-50%) evidenciam-se normalmente maiores do que naqueles conduzidos em países industrializados (10%-15%).

No Brasil, a causa mais provável para a maior intensidade de danos decorre de seu clima, predominantemente tropical, ou seja, caracterizado por temperatura e umidade relativa (UR) do ar elevadas durante a maior parte do ano agrícola (Oerke et al., 1994; Waard; Andrade; Machado, 2001). Também há que se considerar que novas tecnologias permitiram a expansão da área agrícola - a maior extensão da América Latina - e trouxeram a possibilidade da condução de até três safras ao ano, pela inexistência de invernos rigorosos, como se observam na maioria dos grandes produtores agrícolas da Europa e da América do Norte.

2. Importância dos fungicidas no controle de doenças

As doenças são de ocorrência comum em plantas, tendo muitas vezes um impacto econômico significativo no rendimento e na qualidade das culturas.

Daí, o Manejo Integrado de Doenças (MID) assume grande importância como componente essencial na produção agrícola (Cooper; Dobson, 2007).

De forma geral, existem inúmeras razões para o uso de fungicidas:

- controlar uma doença durante a fase de estabelecimento e desenvolvimento de uma cultura;
- evitar que culturas de interesse alimentar produzam menos, porque suas folhas, necessárias para a realização da fotossíntese, estão afetadas pela doença;
- eliminar ou reduzir a população de fungos fitopatogênicos em sementes e partes vegetativas com fungicidas sistêmicos + protetores;
- manter o potencial produtivo das culturas e reduzir os danos cosméticos (prejuízo à aparência do produto final). Tais danos podem afetar a parte comestível de uma cultura ou, no caso das ornamentais, sua atratividade, o que, em ambos os casos, pode reduzir significativamente o valor de mercado do produto final;
- aumentar o período de armazenagem e a qualidade do produto e das plantas colhidas. Algumas das grandes perdas ocasionadas por doenças ocorrem na pós-colheita. Os fungos frequentemente inutilizam frutos, plantas hortícolas, tubérculos e sementes armazenados. Um pequeno grupo de fungos que infectam grãos produz toxinas (micotoxinas) capazes de causar

doenças graves, ou mesmo a morte, em seres humanos e animais, quando o nível é muito alto.

Os fungicidas, por exemplo, têm sido utilizados para reduzir a contaminação de grãos de trigo afetados pela giberela ou fusariose do trigo. No

entanto, a maior parte dos fungicidas desenvolvidos até agora não tem sido suficientemente efetiva no controle de micotoxinas associadas à maioria das doenças causadas por fungos (Eduards; Goodley, 2010).

3. Classificação dos fungicidas quanto à ação sobre fungos fitopatogênicos

De acordo com o modo de ação sobre os patógenos de plantas, os fungicidas são classificados em:

- **fungicidas protetores, residuais, imóveis ou de multissítios:** são aqueles que, ao serem aplicados nos órgãos aéreos, não são absorvidos nem translocados. Caracterizam-se pela pouca solubilidade em água. Seus resíduos permanecem na superfície da planta no local onde foram depositados. Tais resíduos na superfície foliar são degradados com o tempo, por ação de hidrólise, fotólise e temperatura. Também são chamados não sistêmicos. Ex.: oxicloreto de cobre, mancozeb, chlorothalonil (Zambolim, 2008b; Santos, 2016);
- **fungicidas de contato:** são aqueles que, uma vez aplicados, matam fungos por contato, na superfície de folhas e outros órgãos das plantas. Ao contrário dos protetores, são solúveis em água e não deixam resíduos na superfície do vegetal. Exemplos típicos são os produtos

à base de enxofre em pó, que são solúveis em água, e a calda sulfocálcica, ainda usada no controle de doenças em fruteiras temperadas no inverno (Zambolim, 2008b; Santos, 2016);

- **fungicidas penetrantes, locossistêmicos ou translaminares:** são os que, após a atomização, penetram na epiderme e cutícula e movem-se da face superior para a inferior da folha. A maioria dos fungicidas do grupo químico das estrobilurinas, com exceção da azoxistrobina (considerado fungicida sistêmico), apresenta ação de superfície e translaminar. Ex.: piraclostrobina, trifloxistrobina (Zambolim, 2008b; Santos, 2016);
- **fungicidas sistêmicos ou sítio-específicos:** são aqueles que, após a atomização, penetram na epiderme e cutícula e movem-se da face superior para a inferior da folha (movimento translaminar), nos espaços intercelulares e no xilema. O sentido da translocação será sempre via rota da transpiração, do terço inferior para o ápice das plantas e da base para o ápice das folhas sentido acropetal). Certas formulações de fungicidas e inseticidas, quando aplicadas ao solo úmido, são absorvidas pelas raízes e translocam de forma ascendente, no sentido da rota da transpiração, pelo xilema. Ex.: cyproconazole + tiametoxan no controle da ferrugem do cafeeiro e do bicho-mineiro. A translocação via floema no simplasto, se ocorre, não é eficiente no controle de doenças de plantas. Quando se atomiza um fungicida sistêmico no terço superior de plantas de soja ou de café, não se controla a ferrugem no terço inferior dessas plantas, pela não translocação eficiente no floema. Além disso, não se controla fungos fitopatogênicos do sistema radicular pela atomização de fungicidas na parte aérea das plantas (Zambolim, 2008b; Santos, 2016). A literatura, entretanto, cita que o fungicida Fosetyl-Al movimenta-se na planta no sentido basipetal no floema em plantas de citros (Waard; Andrade; Machado, 2001);
- **mesostêmicos:** os fungicidas mesostêmicos pertencem ao grupo das estrobilurinas, que são moléculas químicas com alta afinidade com a superfície foliar da planta, e são absorvidos pelas camadas de cera das folhas. São redistribuídos na superfície da planta pelo movimento superficial da fase de vapor e de redeposição. Penetram no tecido da planta e têm atividade translaminar. Não se movimentam no sistema vascular (Zambolim, 2008b; Santos, 2016). São absorvidos na superfície da planta e redistribuídos pela fase de vapor - translocação translaminar -, mas não são translocados pelo sistema vascular. Ex. piraclostrobina, trifloxistrobina, azoxistrobina;
- **indutores de resistência:** a resistência adquirida sistêmica (SAR - Systemic Acquired Resistance) refere-se às reações sistêmicas de defesa que ocorrem após uma infecção localizada em folhas por um patógeno. Muitos compostos químicos induzem a uma resposta da planta, conhecida como resistência sistêmica adquirida (SAR, sigla em inglês de Systemic Acquired Resistance). Estes indutores de SAR basicamente mimetizam sinais químicos nas plantas que ativam os mecanismos de defesa, tais como a produção de parede celular mais espessa e proteínas antifúngicas. Folhas e raízes após serem tratadas com um composto indutor levam a planta a produzir respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que retardam o processo infeccioso e o desenvolvimento da doença em seus tecidos (AGRIOS, 2005). A possível existência de uma substância capaz de ativar a SAR estimulou a busca de ativadores sintéticos de resistência para uso prático na proteção de plantas. DCINA (ácido 2,6-dicloroisonicotínico e seu éster metílico) e mais tarde ASM (acibenzolar-S-metil (S-metilbenzo [1,2,3] tiadiazole-7-carbotioato)) foram descobertos e o ASM foi desenvolvido comercialmente sob o nome BION®, ACTIGARD™ e BOOST®. A indução da SAR aumentou a resistência a vários patógenos, incluindo *Ascochyta fabae* e *Uromyces viciae-fabae* em feijões e *Meloidogyne incognita* e *Ralstonia solanacearum* em tomateiros (SILLERO et al., 2012). Foi sugerido que a SAR é mais eficaz

contra patógenos biotróficos e hemibiotróficos, mas não contra patógenos necrotróficos, pois estimula a via SA (Glazebrook, 2005). Inoculações repetidas podem aumentar o nível de resistência, mas pode levar vários dias para que a SAR se desenvolva em toda a planta hospedeira (Kut, 1982). O emprego dos compostos que induzem resistência sistêmica em plantas no controle de doenças de plantas, na prática, em condições de campo, não tem sido satisfatório. Além disso, a utilidade dos indutores de SAR tem sido limitada até agora, uma vez que muitos patógenos são capazes de superar tais defesas.

4. Produtos comerciais e formulações de fungicidas

Após o desenvolvimento de um componente ou ingrediente ativo com ação fungicida, faz-se necessária sua formulação em um produto comercial cuja aplicação seja viável. A escolha do tipo de formulação baseia-se no perfil do ingrediente ativo e tem como características físico-químicas específicas seu ponto de fusão, sua estabilidade química e sua solubilidade em água ou solvente (Waard; Andrade; Machado, 2001).



SAIBA MAIS : A lista oficial organizada e atualizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), contendo produtos formulados, produtos técnicos, rol de pragas (incluindo as doenças) e ingredientes ativos dos fungicidas registrados para uso agrícola no Brasil, encontra-se disponível para consulta em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons (BRASIL, 2020).

As formulações fungicidas podem conter ingredientes diversos, tais como: ingredientes ativos, solventes, compostos carreadores, surfactantes, estabilizantes, aditivos, agentes umectantes, óleo mineral ou vegetal, agentes antiespumantes, agentes adesivos e corantes. Além disso, as formulações podem ser líquidas ou sólidas (ZAMBOLIM, 2008a).

4.1. Formulações líquidas

- **Concentrado Solúvel (CS):** formulação composta por ingredientes ativos (20%-70%), umectante/ativador biológico, anticongelante, água ou solvente polar miscível em água. O umectante está ligado à presença do ativador biológico para melhorar a retenção e penetração do ingrediente ativo na camada cuticular das plantas. Apresenta desvantagens quanto à instabilidade tanto dos ingredientes ativos e instabilidade como em baixa temperatura.
- **Suspensão Concentrada (SC) ou Flowable (F):** formulação constituída por ingredientes ativos (5%-45%), umectante, dispersante, agente de suspensão, antigel, antiespumante, água ou líquido orgânico (solvente). Não contém solventes orgânicos, pode apresentar menores problemas com toxicidade e inflamabilidade, mas requer que os ingredientes ativos apresentem boa estabilidade química na água.
- **Concentrado Emulsionável (CE):** composto por ingredientes ativos (20%-60%), solvente não miscível em água, emulsificante e antiespumante. O componente ativo, misturado em água e aplicado, apresenta-se como pequenas gotículas de emulsão e permanece como resíduo na lavoura por evaporação. Suas desvantagens são a quantidade elevada de solventes requeridos e alta toxicidade e fitotoxicidade.

4.2. Formulações sólidas

- **Pó Molhável (PM):** formulação composta por ingredientes ativos (10%-80%), umectante, dispersante, antiespumante, inertes/carga. Formulações em pó molhável são preparadas misturando-se os ingredientes ativos com o umectante, dispersante e inertes. As vantagens são: tolerância a baixas temperaturas, não utiliza solventes e apresenta baixa fitotoxicidade. As desvantagens são: dificuldade para misturar em tanque, baixa compatibilidade com outras formulações, produção de poeira durante elaboração e aplicação (perigoso para inalação e contato com os olhos). Um bom exemplo de formulação PM é a que é rapidamente dispersa em partículas muito pequenas, uniformes e que não se precipita com facilidade.
- **Grânulos dispersíveis em água (GrDA):** formulação composta por ingredientes ativos (50%-90%), umectante, dispersante, antiespumante, inertes/carga. Como vantagens, citam-se: fluidez, não produz poeira, baixa fitotoxicidade, embalagem reduzida, maior segurança no transporte, menor perigo dermatológico pelo menor contato, longa estabilidade em altas e baixas temperaturas. Suas desvantagens incluem: baixa densidade, qualidade do produto é sensível às variações do processo e da matéria-prima. Os grânulos podem ser dispersos diretamente sobre o alvo e tornam-se ativos somente após liberarem o componente ativo por desintegração dos grânulos e difusão no solo.
- **Pó Seco (PS):** composta por ingredientes ativos (elevada porcentagem) e um carreador. O formulado final resulta em uma mistura finamente moída desses componentes. A quantidade de ingredientes ativos é geralmente baixa. Um exemplo é o pó de enxofre usado no controle de míldios pulverulentos e ácaros.

5. Absorção e translocação dos fungicidas pela planta

A absorção de fungicidas em folhas, sementes e frutos de plantas herbáceas apresenta as mesmas dificuldades por terem cutículas semelhantes. Já as raízes não apresentam barreiras como aquelas existentes em outras partes da planta. A velocidade de absorção de fungicidas depende tanto das características inerentes aos ingredientes ativos aplicados, quanto da constituição da epiderme vegetal que recebe os produtos.



A principal barreira à penetração de fungicidas através da cutícula são os lipídios intracuticulares. Desse modo, entre culturas e mesmo entre cultivares as taxas de penetração variam de acordo com a proporção de lipídios intracuticulares (REIS et al. (2001). A absorção do ingrediente ativo do fungicida varia mesmo dentro do mesmo grupo químico (ZAMBOLIM, 2008b).

Outro fator que interfere na absorção de fungicidas é o espectro de gotas utilizado na pulverização. Gotas de menor diâmetro mediano volumétrico (DMV) favorecem a maior velocidade de absorção dos fungicidas, pois proporcionam maior número de gotas por centímetro quadrado de área foliar e, conseqüentemente, cobrem maior área específica (Lenz et al., 2012). Quanto maior e mais rápida for a absorção dos fungicidas, menores serão as perdas decorrentes das intempéries e, por consequência, maior será a eficácia dos produtos.

Na translocação, fungicidas podem ou não aderir às paredes do xilema. Dependendo de suas propriedades físico-químicas, o fungicida poderá até translocar pelo floema. Entretanto, isso não

quer dizer que o produto será eficiente no controle de doenças (Zambolim; Venâncio; Oliveira, 2007; Zambolim, 2008b).

Os fungicidas sistêmicos são aqueles que penetram nas folhas e raízes, sendo posteriormente translocados pelo sistema vascular da planta no sentido da rota da transpiração no xilema. Além da capacidade de translocação do local de aplicação para outras partes da planta, a sistemicidade implica na ausência de fitotoxicidade e na atuação fungitóxica dentro dos tecidos da planta (Zambolim; Venâncio; Oliveira, 2007; Zambolim 2008a).

O movimento de agroquímicos em plantas envolve três estádios:

- **entrada nos espaços livres dos tecidos;**
- **movimento ascendente no apoplasto.** No apoplasto, ocorre o transporte a curta distância nos espaços intercelulares e a longa distância dentro do lúmen dos vasos e traqueídeos do xilema, de forma passiva (Zambolim, 2008a, b). A maioria dos fungicidas sistêmicos transloca-se apoplasticamente e segue a rota de transpiração das plantas. Quando aplicados ao solo, determinados fungicidas e inseticidas são absorvidos pelos radiculares. Em condições de alta umidade, translocam-se pela rota da transpiração, via xilema, até as folhas novas pela corrente respiratória (ex.: grupo dos triazóis). A penetração do fungicida no xilema está associada à lipofilicidade e/ou solubilidade do produto em relação às membranas vegetais (Zambolim, 2008b);
- **quanto ao movimento no simplasto, quimicamente o ingrediente ativo do fungicida pode ser detectado no floema.** O transporte no simplasto é realizado à curta distância, de célula para célula, pelos plasmodesmas, e, à longa distância, pelas células especializadas do floema (Crowdy, 1973). Mas seu efeito prático no controle de doenças de plantas é quase desprezível.

Os fungicidas que alcançam o xilema pela aplicação via foliar, a princípio, também são capazes de permear os tubos crivados do floema. Porém, os fungicidas que penetram no floema também podem escoar de volta ao xilema e mover-se com o fluxo da transpiração.



A concentração do fungicida no floema depende, parcialmente, da sua habilidade em permear as membranas do simplasto até os tubos crivados na região foliar, enquanto seu efluxo para o apoplasto é limitado (KLEIER, 1988). O movimento via floema, ou basipetal, dificilmente ocorre. Compostos ácidos fracos, geralmente herbicidas, são praticamente os únicos agroquímicos translocados a longas distâncias via floema (TORRES, 2009).

A maioria dos fungicidas não se move de forma descendente após a aplicação foliar (exceção para o fungicida fosfonato, Fosetyl-Al, como já citado), embora seja um atributo desejável para controlar doenças que incidem na parte inferior das plantas. Portanto, não há como aplicar o fungicida na parte aérea, para controlar uma doença nas raízes ou mesmo no terço inferior da planta.

A afinidade com a água é normalmente expressa pela solubilidade em água, ao passo que a afinidade por substâncias lipofílicas é normalmente estimada com base no comportamento de sua distribuição num sistema bifásico líquido-líquido, denominado coeficiente de partição octanol-água (Kow) (Oliveira JR.; Bacarin, 2011).

O Kow é importante, porque influencia no transporte de uma molécula orgânica após sua aplicação, representando o balanço entre suas propriedades hidrofílicas e lipofílicas (Silva; Fay, 2004):

- **Se Kow > 1 (um)** - o composto tem mais afinidade pelo octanol que pela água, o que o caracteriza como sendo pouco polar ou lipofílico.
- **Se Kow < 1** - o composto é polar, tendo maior afinidade pela água, ou seja, apresenta baixa lipofilicidade (Torres, 2009).

Normalmente, o valor do coeficiente de partição varia entre 100 e 100 milhões e, para evitar valores muito altos, Kow é normalmente expresso como Log Kow, apresentando valores entre 2 e 7 para a maioria dos compostos de interesse e não tem unidade (Silva; Fay, 2004). Quando o produto é aplicado na face superior das folhas, o ingrediente ativo pode ser translocado para a face inferior (local de penetração de alguns fungos) em um movimento translaminar. Já a face inferior das folhas quase sempre não é atingida em aplicações normais. Alguns fungicidas do grupo dos inibidores de quinona (Qols) se ligam fortemente à cutícula, onde a maior parte do ingrediente ativo pode ser encontrada.

Estudos de absorção e translocação com três fungicidas, realizados mais recentemente em soja e videira, demonstraram que: a absorção do epoxiconazol foi substancialmente maior nos folíolos de soja em comparação com as folhas da videira.

A absorção do epoxiconazol pelos folíolos da soja foi alta desde o início - 41% às 3 horas após a aplicação (haa) - e manteve-se relativamente constante; na videira a absorção inicial foi baixa (10% às 3 haa), porém foi aumentando com o transcorrer das horas (40% às 72 haa). Na média geral das horas, comparando-se as duas culturas, o epoxiconazol foi absorvido 102% a mais pelos folíolos da soja.

A absorção da piraclostrobina, em números absolutos, também foi maior na soja. À semelhança do epoxiconazol, a absorção da piraclostrobina pelos folíolos da soja manteve-se relativamente constante. Na videira, houve um aumento progressivo com o passar das horas. Na média geral das horas, a piraclostrobina foi absorvida 22% a mais pelos folíolos da soja em comparação com as folhas da videira.

O fluxapirroxade foi substancialmente mais absorvido pelos folíolos da soja do que pelas folhas da videira. Ao contrário do epoxiconazol e da piraclostrobina, o fluxapirroxade teve sua absorção aumentada progressivamente no transcorrer das horas, para ambas as culturas. Também na soja e na videira, notou-se aumento significativo da absorção do fluxapirroxade a partir de 24 haa. O aumento médio da absorção do fluxapirroxade pelos folíolos da soja em relação à folha da videira foi de 197%.



As maiores absorções, na média de todas as avaliações, em ordem decrescente foram: em soja, piraclostrobina (~47%) > soja, epoxiconazol (~42%) > videira, piraclostrobina (~38%) > soja, fluxapirroxade (~33%) > videira, epoxiconazol (~21%) > videira, fluxapirroxade (~11%) (Santos, 2016).

O fungicida fluxapirroxade permaneceu, na maioria das vezes, 66% para a soja e 81% para a videira, na parte externa das folhas. Demonstrou, portanto, que este produto tem também um alto potencial como fungicida protetor e que, por consequência, seria bastante eficiente em aplicações preventivas. Para ambas as culturas, a absorção do fluxapirroxade é crescente com o transcorrer

do tempo e, portanto, isto também lhe confere a este um efeito curativo. Daí para determinados fungicidas sistêmicos, os depósitos na superfície da folha desempenham um papel importante, porque garantem uma penetração contínua do produto dentro da folha.

A translocação do epoxiconazol foi semelhante para ambas as culturas (soja e videira), 3 e 9 haa, diferindo-se a partir de 24 haa, com maior translocação sendo observada nas plantas de soja. Em média, a piraclostrobina foi translocada 209% a mais nas mudas da videira.

A translocação do fluxapiroxade foi maior nas mudas da videira 3 haa, não diferindo a partir de então das plantas de soja. A translocação a longa distância foi baixa, menos de 1%, para todos os fungicidas, nas culturas testadas. Na cultura da soja existe uma tendência de aumento da translocação com o decorrer das horas, para os fungicidas epoxiconazol e fluxapiroxade, diferente da videira, que não apresentou este mesmo tipo de comportamento.

A piraclostrobina teve uma translocação muito limitada e mais ou menos constante durante o tempo de avaliação.

Em resumo, os fungicidas epoxiconazol e fluxapiroxade translocaram-se predominantemente no sentido acropetal. Por sua vez, a piraclostrobina não apresentou translocação a longas distâncias. Dentre os fungicidas avaliados, a

sistemicidade foi alta para o epoxiconazol, intermediária para o fluxapiroxade e baixa para a piraclostrobina.

A adição do adjuvante óleo mineral ao fluxapiroxade promoveu maior e mais rápida absorção e translocação do fungicida nas plantas de soja. A absorção teve aumento médio de 31% durante todo o período avaliado, e 63% nas primeiras 24 haa, enquanto que, a translocação teve aumento médio de 139%, quando comparado ao fluxapiroxade aplicado isoladamente (SANTOS, 2016).

5.1. RESISTÊNCIA DE FUNGOS AOS FUNGICIDAS

A resistência aos fungicidas é uma característica estável e herdável que resulta numa redução na sensibilidade do a determinado fungicida. Esta habilidade é obtida por meio de processos evolutivos. Fungicidas com modo de ação sítio-específico têm alto risco para o desenvolvimento de resistência em relação aos fungicidas de múltiplo-sítio.



Quando a resistência ao fungicida resulta de um gene de efeito maior, as subpopulações do patógeno são sensíveis ou altamente resistentes ao agroquímico. A resistência neste caso resulta na total perda de controle da doença que não pode ser recuperada, mesmo utilizando altas doses ou maior frequência de aplicação do fungicida. Este tipo é normalmente referido como “resistência qualitativa” (Zambolim et al., 2007).

Quando a resistência é resultado da alteração de muitos genes, os isolados do patógeno exibem um gradiente de sensibilidade ao fungicida, dependendo do número de alterações nos genes. A variação da sensibilidade apresenta um *continuum* dentro da população do fungo. A resistência, nesse caso, é vista como uma perda do controle da doença, que pode ser recuperada pelo uso de aplicações mais frequentes de fungicidas protetores. A seleção, a longo prazo, para a resistência do patógeno pela repetição de aplicações, pode, eventualmente, resultar na incapacidade

de controlar adequadamente a doença, mesmo quando menores intervalos entre aplicações são utilizados. Este tipo é comumente conhecido como “resistência quantitativa”.



SAIBA MAIS: Comentários abrangendo diversos patossistemas sobre o risco de resistência dos fungicidas estão incluídos no site do FRAC: <http://www.frac.info/frac/> em “Publications”.

Isolados fúngicos, que são resistentes a um fungicida sítio-específico, algumas vezes, resistem também a outros fungicidas com mecanismo bioquímico de ação semelhante, mesmo quando os isolados não tenham sido expostos aos outros fungicidas. Este tipo de resistência é conhecido como “resistência cruzada”. Fungicidas do mesmo mecanismo de ação tendem a exibir resistência cruzada.

Ocasionalmente, resistência cruzada negativa ocorre entre fungicidas com mecanismo de ação diferentes. Isso porque as mudanças genéticas que conferem resistência a um fungicida podem fazer com que o isolado resistente se torne mais sensível a outro fungicida (Zambolim et al., 2007).

Os fungicidas que atuam em sítio-específico (sistêmicos e mesostêmicos) só devem ser empregados em duas ou, no máximo, quatro aplicações durante o ciclo da cultura, desde que os mecanismos de ação sejam diferentes. O manejo da resistência aos fungicidas é muito importante para estender o período de tempo que um fungicida sítio-específico é efetivo. A meta primária do manejo de resistência é retardar o desenvolvimento, ao invés de lidar com os isolados resistentes após eles estes terem sido selecionados.

Portanto, os programas de manejo de resistência precisam ser implementados quando um fungicida de alto risco (sítio-específico) torna-se disponível para uso comercial. O objetivo do manejo de resistência aos fungicidas é minimizar o uso de um fungicida de alto risco, sem comprometer o controle da doença. Isto é acompanhado pelo uso do fungicida de alto risco com outros fungicidas denominados multissítios e outras medidas de controle, como o uso de cultivares resistentes e medidas culturais.



Fungicidas de alto risco devem ser utilizados na dose recomendada e em intervalos de aplicação, de acordo com a bula. Além disso, devem ser aplicados em alternância com outros fungicidas, com diferentes mecanismos bioquímicos de ação, alternados com fungicidas protetores (multissítios) e/ou misturados (formulados) com produtos sítio-específicos com multissítios.

6. Fungicidas empregados para a cultura do tomateiro

Na Tabela 1, estão os principais fungicidas registrados para o controle das doenças do tomateiro. São eles: do grupo dos triazóis, o difenoconazol e o metconazol; do grupo Fenilamida (Acylalaninas), o Metalaxyl; do grupo Carbamato, o Cloridrato de propomocarb; do grupo Mandelamida, o Mandipropamida; do grupo morfolina, o dimetomorfe; do grupo Estrobilurinas, o Fenamidona (Imidazolinona) e Famoxadona (Azolidinadona); do grupo Acetamida, o curzate; do grupo Benzanilamida, o Fluopicolida.

Tais fungicidas atuam na biossíntese do ergosterol - componente importante na parede celular dos fungos. Há inúmeras espécies de fungos resistentes aos fungicidas desse grupo. Portanto, eles não devem ser recomendados isoladamente no controle das doenças do tomateiro. Misturas e alternâncias com produtos protetores são apontadas como estratégia antirresistência.

TABELA 1. Fungicidas recomendados para a cultura do tomateiro

FUNGICIDAS RECOMENDADOS PARA A CULTURA DO TOMATE		
DOENÇA	FUNGICIDA E DOSE	DECISÃO DE APLICAÇÃO
Pinta preta <i>Alternaria solani</i> Septoriose <i>Septoria lycopersici</i>	Difenoconazol cis-trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl]phenyl 4-chlorophenyl ether 250 g/L (25% m/v) 50 mL/100 L de água Aplicação terrestre: 200 a 800 L/ ha	Iniciar as aplicações quando aparecerem os primeiros sintomas das doenças, que podem ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura. Repetir as aplicações a cada 7 dias, sempre que houver condições favoráveis para o desenvolvimento das doenças: chuvas e altas temperaturas. Realizar no máximo 3 aplicações com o produto por safra.
Requeima (<i>Phytophthora infestans</i>) Pinta-preta (<i>Alternaria solani</i>) Septoriose (<i>Septoria lycopersici</i>) Mancha-de-Stemphylium (<i>Stemphylium solani</i>)	Clorotalonil Tetrachloroisophthalonitrile (500 g/L (50% m/v) 300 mL/ha	Iniciar as aplicações logo aos primeiros sintomas das doenças e repetir se o clima for favorável Utilizar volume de calda de 500 a 1000 L/ha (aplicação terrestre) e 30 a 40 L/ha (aplicação aérea).
Requeima <i>Phytophthora infestans</i> Pinta preta <i>Alternaria solani</i> Mancha bacteriana <i>Xanthomonas vesicatoria</i> Pinta bacteriana <i>Pseudomonas syringae</i> pv. tomato	Acibenzolar-s-metílico S-methyl benzo[1,2,3] thiadiazole-7-carbothioic 500 g/kg (50% m/m)	Aplicar conforme o desenvolvimento das plantas. O início das aplicações deve ser feito de forma totalmente preventiva. Em tomate envarado, iniciar as aplicações quando as plantas ultrapassarem a altura do primeiro amarrão. Em tomate rasteiro, iniciar as aplicações quando a cultura atingir cerca de 30 dias de idade. Reaplicar a cada 5-7 dias, totalizando no máximo 10 aplicações/safra. O produto não substitui as aplicações estabelecidas para o manejo fitossanitário da cultura, as quais devem ser mantidas. O produto só deve ser aplicado em mistura com fungicidas protetores.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Metalaxil-M Mmethyl N-methoxyacetyl-N-2,6-xylyl-D-alaninate.....40 g/L (4% m/v) + Clorotalonil Tetrachloroisophthalonitrile 400 g/L (40% m/v) 300 mL/100 L 600 a 1000 L/há	Recomenda-se sempre aplicações preventivas, independentemente do estágio de desenvolvimento da cultura (nesse caso, aproximadamente a partir dos 30-40 dias após o transplante das mudas), repetindo-se caso persistam condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, intercalar com aplicações de produtos protetores. Realizar no máximo 3-4 aplicações por ciclo da cultura.

(Continua)

TABELA 1. Fungicidas recomendados para a cultura do tomateiro (Continuação)

FUNGICIDAS RECOMENDADOS PARA A CULTURA DO TOMATE		
DOENÇA	FUNGICIDA E DOSE	DECISÃO DE APLICAÇÃO
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Metalaxil M - Methyl N-methoxyacetyl-N-2,6-xylyl-D-alaninate com o isômero S 40 g/kg (4% m/m) + Mancozeb Manganese ethylenebis (dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt 640 g/kg (64 % m/m) 300 g/100 L	A aplicação deve ser sempre preventiva, independentemente do estágio de desenvolvimento da cultura. Iniciar as aplicações 15 dias após o transplante, repetindo, se o clima for favorável. Intercalar produtos protetores Condições favoráveis à doença - chuva/garofa seguida de queda de temperatura. Realizar até 4 aplicações. 600 L/ha por ciclo da cultura.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Dimetomorfe + Mancozebe (90 + 600) g.i.a/kg; 400 g p.c./100 L d'água	Aplicar de 700 a 1000 litros de calda por hectare até o início da frutificação
Mancha foliar Septoria lycopersici	Metconazol (90 g.i.a/L) - 50 a 100 mL / 100 L d'água	Volume de calda 600 L/ha. Aplicar quando surgir os primeiros sintomas da doença.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Dimetomorfe - (EZ)-4-[3-(4-chlorophenyl) - 3-(3,4-dimethoxy phenyl)acryloyl] morpholine 100 g/L (10% m/v) + Clorotalonil - Tetrachloroisophthalonitrile 500 g/L (50% m/v) - 300 mL p.c./100 L d'água	Volume de calda 600 L/ha; aplicar quando o clima for favorável à doença, mas, no máximo, 4 vezes durante o ciclo da cultura.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i> Pinta preta - <i>Alternaria solani</i>	Metiram - Zinc ammoniate ethylenebis(dithiocarbamate)-poly(ethylenethiuram disulfide) 700 g/kg (70% m/m) - 3,0 kg/ha - 300 g p.c./100L água	Aplicar preventivamente de 500 a 1000 litros por hectare até seis vezes durante o ciclo da cultura.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Mancozeb - manganese ethylenebis(dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt 640 g/kg (64,0% m/m) + Cimoxanil - 1-(2-cyano-2-methoxyiminoacetyl)-3-ethylurea 80 g/kg (8,0% m/m) 2,0 a 3,0 kg/ha ou 200 a 300 g/100 Litros de água	Realizar as aplicações sempre preventivamente, quando houver condições favoráveis à ocorrência da doença (temperaturas amenas e alta umidade). Utilizar a maior dose e o menor intervalo de aplicação em condições altamente favoráveis à doença.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Cimoxanil - 1-(2-cyano-2-methoxyiminoacetyl)-3-ethylurea 80 g/kg (8,0% m/m) + Mancozebe - manganese ethylenebis(dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt 640 g/kg (64,0% m/m) 2,0 a 3,0 kg/ha ou 200 a 300 g/100 litros de água do produto formulado ou 1,44 a 2,16 kg/ha ou 144 a 216 g/100 litros de água de ingredientes ativos.	Volume de calda: 600 a 1000L de água/há. Realizar, no máximo, 12 aplicações durante o ciclo da cultura sempre que houver condições favoráveis à Requeima (temperaturas amenas e alta umidade), a intervalos de 5 a 7 dias. Utilizar a maior dose e o menor intervalo de aplicação em condições altamente favoráveis à doença. Recomenda-se também intercalar com fungicidas mancozeb e clorotalonil.

(Continua)

TABELA 1. Fungicidas recomendados para a cultura do tomateiro (Continuação)

FUNGICIDAS RECOMENDADOS PARA A CULTURA DO TOMATE		
DOENÇA	FUNGICIDA E DOSE	DECISÃO DE APLICAÇÃO
Pinta preta <i>Alternaria solani</i> Requeima <i>Phytophthora infestans</i> Septoriose <i>Septoria lycopersici</i>	Mancozebe - Manganese ethylenebis(dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt 800 g/kg (80,0% m/m) 3,0 kg/ha	Iniciar as aplicações após o transplante. As aplicações devem ser sempre preventivas. O número máximo de aplicações por ciclo da cultura: 12 Intervalo de aplicação: 5 - 7 dias, utilizando o menor intervalo em condições altamente favoráveis para as doenças Volume de calda: - Aplicação Terrestre: 800 - 1000 L/ha.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i> Pinta preta <i>Alternaria solani</i>	Cimoxanil 300g/kg + Famoxadona 225 g/kg 0,6 L/ha	Realizar, no máximo, onze aplicações em intervalos de 5 - 7 dias. Cimoxanil e Famoxadona, que apresentam mecanismos de ação desconhecida e inibidor da quinona externa no complexo III, pertencentes aos Grupos DESC e C3, segundo classificação internacional do FRAC (Comitê de Ação à Resistência de Fungicidas), respectivamente. O uso sucessivo de fungicidas do mesmo mecanismo de ação para o controle do mesmo alvo pode contribuir para o aumento da população de fungos causadores de doenças resistentes a esse mecanismo de ação, levando à perda de eficiência do produto e conseqüente prejuízo. Como prática de manejo de resistência e para evitar os problemas com a resistência dos fungicidas, seguem algumas recomendações: • Alternância de fungicidas com mecanismos de ação distintos do Grupo DESC e C3 para o controle do mesmo alvo, sempre que possível; • Adotar outras práticas de redução da população de patógenos, seguindo as boas práticas agrícolas, tais como rotação de culturas, controles culturais, cultivares com gene de resistência quando disponíveis, etc; • Utilizar as recomendações de dose e modo de aplicação de acordo com a bula do produto.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Cloridrato de Propamocarb + Fenamidona - 2,0 L/ha	Aplicar de acordo com as condições climáticas. Sob condições de temperatura amena e alta umidade relativa, a mistura deve ser aplicada.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Mandipropamida + Clorothalonil - 2,5 L/ha	Mistura que apresenta fungicida protetor clorothalonil que elimina a possibilidade de surgimento de mutantes resistentes na população do fungo. Sob condições de temperatura amena e alta umidade relativa, a mistura deve ser aplicada.
Requeima <i>Phytophthora infestans</i>	Cloridrato de promamocarbe 625 g/L + Fluopicolida 62,5 g/L. 1,25 – 1,5 Kg/ha	Aplicar de acordo com o clima. Gato de calda 50 – 1000 L/ha.

Fonte: BRASIL, 2020

7. CONCLUSÃO

O controle químico de doenças de plantas pelo emprego de fungicidas está inserido no Manejo Integrado de Doenças. Seu uso na agricultura somente deve ser recomendado de acordo com critérios técnicos levando em consideração o clima, a incidência e/ou a severidade, o estágio fenológico, e deve ser uma das últimas opções a ser adotada.

Em se tratando de doenças agressivas, os fungicidas têm papel fundamental para manter o potencial produtivo das culturas, principalmente na cultura do tomateiro. A requeima do tomate não tem variedades resistentes. A aplicação no tomateiro deve recair em produtos com menor toxicidade possível, que causem menor agressão ao meio ambiente, que sejam inócuos a insetos e microrganismos benéficos, que sejam biodegradáveis e eficientes.

Além disso, a escolha por qual produto utilizar deve levar em consideração sua polaridade e suas propriedades físico-químicas (S, PV, Kow e pKa). Ao se empregar fungicidas sistêmicos com modo de ação específico, torna-se necessário utilizar estratégias antirresistência. É fato que há quase 20 anos não surge um novo grupo químico de fungicidas no mercado. Daí torna-se imprescindível o emprego de práticas culturais no tomateiro e sempre levar em consideração a temperatura, chuva, umidade relativa, incidência e severidade das doenças e jamais empregar calendário fixo nas atomizações.

8. Referências

- AENDA. **Mercado brasileiro de defensivos agrícolas no ano de 2019**. São Paulo, [2019]. Disponível em: https://www.aenda.org.br/midias_post/mercadobrasileiro-de-defensivos-agricolas-no-ano-de-2019/. Acesso em: 7 jul. 2020.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5.ed. In: *Plant disease epidemics*. London: Elsevier, p. 266-291, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, 2020. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: julho 2020.
- COOPER, J.; DOBSON, H. The Benefits of Pesticides to Mankind and the Environment. **Crop Protection**, v.26, p.1337-1348, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2007.03.022>.
- CROWDY, S.H. **Patterns and processes of movement of chemicals in higher plants**. In: BRITISH INSECTICIDAE AND FUNGICIDE Conference, 7, 1973, Cambridge. Proceedings... Cambridge, p. 831-839, 1973.
- DONOVAN, S.F. **Physical property requirements of agrochemicals**. In: LYGA, J.W.; THEODORIDIS, G. *Synthesis and Chemistry of Agrochemicals VII*. Washington, DC: American Chemical Society, ACS Symposium Series, v. 948, p.7-22, 2007. doi: 10.1021/bk-2007-0948.ch002.
- EDUARDES, S.G.; GOODLEY, N.P. **Reduction of Fusarium head blight and deoxynivalenol in wheat with early fungicide application of prothioconazole**. *Food Additives and Contaminants*, v. 5, p.629-635, 2010.
- FORSTER, W.A.; KIMBERLEY, M.O. The contribution of spray formulation component variables to foliar uptake of agrochemicals. **Pest Management Science**, v.71, p.1324-334, 2015.
- GLAZEBROOK, J. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. **Ann. Rev. of Phytopathology**, v.43, p.205-27, 2005. doi: 10.1146/annurev.phyto.43.040204.135923.
- KIRKWOOD, R.C. Recent developments in our understanding of the plant cuticle: a barrier to the foliar uptake of pesticides. **Pesticides Science**, v.55, p.69-77, 1999.

KUC', J. Induced immunity to plant disease. **BioScience**, v.32, n. 11, p.854-860. 1982. <https://doi.org/10.2307/1309008>.

LENZ, G.; BALARDIN, R.S.; MINUZZI, S.G.; MADALOSSO, M.; DEBORTOLI, M.; GULART C.; RAMOS, J.P. DE. Espectros de gotas e idade de trifólios e sua interação com a área abaixo da curva de progresso da ferrugem da soja. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p.1528-1534. 2012.

OERKE, E.C.; DEHNE, H.W.; SCHÖNBECK, R.; WEBER, A. **Crop Production and Crop Protection: estimated losses in major fod and cash crops**. Amsterdam: Elsevier, 1994. 805p.

OLIVEIRA JR., R.S.; BACARIN, M.A. **Absorção e Translocação de Herbicidas**.

In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, p.215-41. 2011. 11 Sistemas de alerta de doenças de plantas.

10. Sistemas de alerta de doenças de plantas

Laércio Zambolim¹ & Waldir Cintra de Jesus Junior²

1. Introdução

O crescimento populacional tem exigido, cada vez mais, a maior produção de alimentos, que, além de atender ao mercado interno, possa gerar superávit visando à exportação. A maior produção de alimentos pode ser atingida por meio de uma proteção vegetal mais eficiente, permitindo que as plantas expressem seu potencial produtivo. Porém, se não houver um manejo adequado das doenças, tem-se a redução na produtividade da cultura, que geralmente acarreta danos e perdas, levando, em muitos casos, ao endividamento e, talvez, até ao abandono da atividade agrícola. Tal redução pode ser na quantidade ou qualidade dos alimentos produzidos.



De modo geral, quanto maior for a severidade causada por doenças foliares, menor será a produção. O patógeno sob condições climáticas favoráveis causa o surgimento da doença, que, na maioria dos casos, reduz a área foliar, o que leva a planta hospedeira a captar menor quantidade de fotoassimilados para o crescimento, manutenção e produção (Rivera Hernández et al. 2007).

Há inúmeros relatos demonstrando a eficiência dos fungicidas no manejo de doenças de plantas. Costa et al. (2002) relataram redução da ordem de 97% na severidade da requeima da batata quando se empregaram aplicações alternadas de fungicidas sistêmicos e protetores. A produção do tratamento onde se aplicou fungicidas foi de 26,8 t ha⁻¹, enquanto que a testemunha (sem aplicação de fungicida) produziu apenas 8,4 t ha⁻¹. Outros relatos de redução na produtividade (com e sem aplicação de fungicidas) da batateira, em relação à requeima, variaram de 6,7 t ha⁻¹ a 24,8 t ha⁻¹ (Tófoli et al., 2005; Bosco et al., 2009); para o tomateiro a redução foi de 57,0 e 62,1 t ha⁻¹, respectivamente (Duarte et al., 2007a; Duarte et al., 2007b).

Apesar da eficiência, muitas vezes, os fungicidas são utilizados de forma indiscriminada, o que tem levado ao uso excessivo e abusivo, criando outros problemas, como contaminação dos alimentos produzidos (resíduos de fungicidas em frutos e outros órgãos vegetais), riscos a saúde dos consumidores e aplicadores (intoxicações), aumento do custo de produção, poluição ambiental, lixiviação dos excessos de produtos pulverizados, surgimento de isolados resistentes do patógeno, entre outros (Barreto et al., 2004; Zambolim et al., 1990).

No caso das culturas do tomate e da batata, há relatos de realização de mais de 30 pulverizações por ciclo da cultura. Além disso, as pulverizações são feitas sem a observação de nenhum critério de ocorrência do patógeno ou de condições ambientais favoráveis à doença (25). Dessa

maneira, o custo de produção torna-se oneroso além de propiciar o surgimento desses problemas. Todas essas implicações têm sido motivo de preocupação e levado à procura crescente por práticas e estratégias racionais de manejo das doenças, além da busca por fungicidas de menor custo e toxicidade (20,28).

Várias medidas têm sido estudadas, visando tornar as culturas mais rentáveis e otimizar o uso de produtos químicos para o controle das doenças. Dentre essas medidas, o emprego de sistemas de alerta de doenças tem se destacado como alternativa para otimizar o uso de fungicidas, dado que leva em consideração a biologia do patógeno e suas interações com as variáveis climáticas.

Dentre os resultados obtidos com a aplicação de sistemas de alerta de doenças, destacam-se: a possibilidade de maior lucro ao produtor, o decréscimo do risco de ocorrência de epidemias, a redução da poluição ambiental, a determinação do momento adequado para aplicação de fungicidas e a redução do número de pulverizações.



A meta dos sistemas de alerta é determinar o momento adequado de aplicação de fungicidas em função do monitoramento das condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, aumentando a eficiência das aplicações.

Uma das estratégias mais eficientes de manejo de doenças fúngicas em plantas é por meio de aplicações de fungicidas. Se bem realizada, essa ação reduz significativamente o efeito dos patógenos sobre as plantas. Em função disso e com grande aversão ao risco da perda de suas lavouras, de uma forma geral, agricultores aplicam quantidade excessiva de defensivos agrícolas, para o controle de doenças fúngicas.

As aplicações de defensivos agrícolas, geralmente, são feitas de forma sistemática, seguindo-se um calendário fixo, que não considera a favorabilidade do ambiente, a ocorrência de doenças e a resistência genética da planta. A favorabilidade é detectada pelo monitoramento das condições microclimáticas. O fato de se aplicar fungicidas, baseando-se em calendários, tem grande apelo por parte dos produtores, pelo fato de se organizar os horários das aplicações, reduzindo o risco de danos à cultura (VALE et al.,1999).

Inúmeros são os relatos de sucesso no controle de doenças ao se considerar a favorabilidade do clima, determinando se o ambiente está ou não favorável à ocorrência de doenças.

Duarte et al. (2007a) compararam a aplicação de fungicidas para controle da requeima do tomateiro com base no calendário fixo e sistemas de alerta, tendo verificado diferença na produtividade de 35,3 t ha⁻¹ a favor do emprego do sistema de alerta. Tal diferença se deve à alta favorabilidade de ocorrência da doença, a qual não é considerada quando se emprega um calendário fixo de aplicações. Tais resultados demonstram a aplicabilidade dos sistemas de alerta, que permitem racionalização do uso de fungicidas.

Como vantagens do sistema de alerta obtém-se o controle mais eficiente da doença, uso racional dos agroquímicos, menor agressão ao meio ambiente, menor quantidade de resíduos nos produtos agrícolas e até redução no custo de controle. A ideia do uso de calendário de aplicação de fungicidas deve ser abolida à medida que os conhecimentos dos modelos de aviso estiverem disponíveis.

2. Conceito de sistemas de alerta

O sistema de alerta auxilia na tomada de decisão, permitindo determinar o momento adequado para iniciar as aplicações de fungicidas, assim como o intervalo entre as aplicações. Portanto, permite otimizar o emprego de fungicidas na agricultura.

Alguns autores o denominam de sistema de previsão. Porém, não se recomenda utilizar esse termo, visto que tal denominação sugere que se conheça o futuro. Recomenda-se, assim, utilizar o termo alerta ou aviso. Tais sistemas têm por base os dados de molhamento foliar, temperatura do ar, umidade relativa e precipitação meteorológica, que, em conjunto, dão subsídio para a determinação do valor de severidade da doença (VSD). Tais elementos meteorológicos são mais facilmente quantificados em estações meteorológicas automáticas (BARRETO et al., 2004).

O que se espera alcançar com o emprego de um sistema de alerta?

- Menor ocorrência de epidemias severas.
- Maior lucro para o agricultor.
- Redução do número de aplicações de fungicidas.
- Determinação dos melhores momentos de aplicação.
- Maior produtividade, com custos mais baixos de produção.
- Menor poluição ambiental devido à racionalização no emprego dos defensivos químicos.

Para que um sistema de alerta de doença possa ser caracterizado como acurado e confiável, é necessário que tenha sido desenvolvido com atenção a três fatores importantes: tecnologia suficiente para detectar as doenças nas plantas; adequada compreensão que o ambiente e o hospedeiro exercem sobre o desenvolvimento do patógeno e da doença, e o conhecimento sobre a dinâmica da atuação do patógeno sobre a cultura (Fry 1982).

Confiabilidade, custo, importância, simplicidade e utilidade são os atributos mais importantes em um sistema de alerta de doenças em plantas (Barreto et al., 2004). Para que o sistema seja confiável, é necessário que ele tenha sido testado e validado com sólidos dados climáticos e biológicos na região de interesse.

Destaque Outro atributo importante em um sistema de alerta de doenças em plantas é a sua simplicidade: quanto menos complexo for, maior será sua aceitação pelos agricultores. O atributo importância diz respeito aos danos que a doença causa à cultura: quanto maior o dano que uma doença pode causar, maior será sua aceitação (Reis & Wordell Filho, 2004).

3. Bases para o desenvolvimento de sistemas de alerta

Para o desenvolvimento de sistemas de alerta de doenças, deve-se conhecer o patógeno, o hospedeiro e o meio ambiente no qual o modelo será implantado. Em relação ao patógeno, deve-se conhecer o período de incubação, a forma de sobrevivência, as raças predominantes e virulência, formas de dispersão e local de penetração do patógeno no hospedeiro.

Do hospedeiro, são requeridos os seguintes tipos de informações: nível de resistência, extensão da cultura, densidade de plantas por área, espaçamento, estado nutricional, disponibilidade de diferentes cultivares e arquitetura da planta. Para o meio ambiente, leve em consideração: temperatura, umidade relativa, molhamento foliar, precipitação pluviométrica, altitude, tipo de solo, tipo de irrigação, época de plantio, local de plantio, nível de fertilidade e pH do solo. Portanto, com conhecimento de tais fatores, é possível o desenvolvimento de um modelo mais apropriado para cada relação patógeno-hospedeiro.

Um sistema de alerta de doenças mais complexo demanda o emprego de estações meteorológicas (Figura 1), para que se possa medir a temperatura, umidade relativa, molhamento foliar e precipitação pluviométrica. Para sistemas mais simples, são requeridos medidor de temperatura, de precipitação pluviométrica ou de umidade relativa.

Na prática, quanto menos sofisticado o sistema, maior será a probabilidade de aceitação pelos produtores. Portanto, com tanta variação climática que vem ocorrendo em todas as regiões do país, a tendência hoje é desenvolver e incentivar o uso dos modelos mais simples.



Figura 1. Estação de aviso fitossanitário

Os patossistemas mais indicados para que se possa implantar um sistema de alerta são aqueles em que o clima apresenta efeito marcante sobre o desenvolvimento da epidemia.

Por exemplo: para o míldio da videira, é requerido alta umidade relativa do ar para que ocorra doença. Portanto, em condições de baixa umidade relativa, a doença dificilmente vai atingir níveis de controle. As antracnoses de fruteiras tropicais, como o mamoeiro, a goiabeira e a mangueira, são mais severas se houver precipitação pluviométrica por vários dias. Dessa maneira, na ausência de chuva, a doença não atingirá o nível de ação.

Algumas características devem ser levadas em consideração para a implantação de um sistema de alerta:

- doença que causa danos econômicos.
- doença em que a condição climática passa ser limitante para sua ocorrência.
- doenças com características mais epidêmicas do que endêmicas.

- disponibilidade de equipamentos de medição do clima eficientes.
- confiança e simplicidade do sistema.
- abandono do calendário de aplicação.
- assumir “riscos”.
- conhecimento do patossistema (características do patógeno e da planta hospedeira).
- sistema eficiente de comunicação do aviso fitossanitário.
- sistema abrangente.
- convivência com certo nível de doença na cultura (nível de equilíbrio) no final do ciclo.
- disponibilidade de fungicidas eficientes para atomização.
- custo relativamente baixo de todo o sistema.
- disponibilidade de assistência técnica.
- pessoas treinadas para manuseio dos aparelhos e interpretar os dados climáticos.

Para as doenças cujas condições climáticas são sempre favoráveis à sua ocorrência, o controle com fungicidas baseados no sistema de alerta pode não trazer benefício em relação ao calendário fixo de aplicação.

Quando a temperatura média for muito baixa ou muito alta, o sistema de alerta pode trazer benefícios com grande economia de fungicidas e, conseqüentemente, do custo de produção e menor quantidade de resíduos nos vegetais. Tais temperaturas extremas, geralmente, não são favoráveis à maioria dos fungos fitopatogênicos. A requeima (*Phytophthora infestans*) é favorecida por temperaturas moderadas, na faixa de 14º-20ºC, e molhamento foliar superior a 10 horas, podendo ocorrer até no verão - estação que predomina clima quente e alta precipitação pluviométrica. Em temperaturas acima de 28ºC, dificilmente ocorre a requeima.

Outra característica muito importante para que o sistema de alerta seja implantado numa cultura diz respeito ao período de incubação do patógeno na planta hospedeira. No caso da requeima, por exemplo, o período de incubação do fungo nos tecidos da planta varia de 48 a 72 horas, sob condições climáticas favoráveis, o que faz com que os produtores utilizem grande número de aplicações de fungicidas (cerca de 15 a 30 por ciclo de produção). Dessa maneira, o sistema de alerta pode ser muito útil para que as atomizações sejam feitas somente quando as condições climáticas forem favoráveis à doença.

Para doenças que demandam poucas aplicações de fungicidas (duas a três aplicações, no máximo, por ciclo, dependendo da extensão da área cultivada), o sistema de alerta pode não ser tão útil. Para pequenas áreas (abaixo de 0,5 ha) de cultivo de hortaliças, dificilmente o sistema de alerta será utilizado.

São conhecidos inúmeros modelos de alerta implantados com sucesso no país. Um dos mais tradicionais é o modelo de alerta da sarna da macieira, em Santa Catarina, que emprega a Tabela de Mills (1944), modificada por JONES et al. (1984). Essa tabela leva em consideração o período de molhamento foliar necessário para que ocorra infecção primária com ascósporos, em diferentes temperaturas, e o tempo necessário para o aparecimento das lesões (período de incubação). Os conídios, para causarem infecção, requerem cerca de dois terços do tempo de molhamento foliar em relação aos ascósporos (Boneti e Katsurayama, Epagri, Santa Catarina).

4. Sistema de alerta utilizando o colpan 40

O Colpan 40 é um aparelho que foi desenvolvido na Universidade de Passo Fundo (RS), pela equipe do professor Erley Melo Reis, em parceria com a Elomed - Comércio e Indústria de Equipamentos Eletrônicos Ltda. É constituído por um circuito eletrônico que opera com um coletor solar e uma bateria de 9 volts (Figura 2).

O aparelho integra dados de temperatura média e de molhamento foliar, utilizando a Tabela de Wallin (1962), oriundos de uma estação meteorológica, localizada no campo de cultivo. Os dados climáticos, após serem gravados e integrados na memória do aparelho, dão origem a valores cumulativos de severidade da doença (VSD). São registrados de 0 a 4 unidades de diárias de favorabilidade da doença: 0 – condição não favorável - e 4 – condição altamente favorável à ocorrência da doença. Esse sistema foi validado para a requeima e pinta-preta do tomateiro e da batateira, na Universidade Federal de Viçosa.

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que para a requeima do tomateiro, os VSDs acumulados entre 8 e 10 demandavam a primeira aplicação das plantas com fungicida sistêmico formulado com protetor. A segunda aplicação era feita quando se acumulava valores múltiplos de 8 a 10, ou seja, 16 a 20 VSDs, e assim por diante.

Para requeima da batateira, os VSDs acumulados entre 10 e 12 demandavam a primeira atomização das plantas, com fungicida sistêmico formulado com protetor. A segunda aplicação era feita quando se acumulava múltiplos de 10 a 12, ou seja, 20 a 24 VSDs, e assim por diante.



Figura 2. Foto demonstrativa do equipamento COLPAN 40, mostrando no visor o valor de VSD da doença

O equipamento COLPAN 40 nos campos de cultivo deve ser acoplado a uma estação meteorológica interligada a sensores de temperatura e molhamento foliar (Figura 3).



Figura 3. Foto demonstrativa do equipamento COLPAN 40 acoplado à estação meteorológica automatizada instalada em um campo de produção de batata

Na década de 1980, foram desenvolvidos na Unesp-Jaboticabal, pela equipe do professor Modesto Barreto, e na Embrapa Hortaliças outros sistemas de alerta para a requeima do tomateiro.

Entretanto, há grande potencial para implantação de sistemas de aviso em diversas culturas, tais como a soja (para as doenças de final de ciclo e ferrugem); feijoeiro (para a mancha angular e mofo branco); videira (para o mildio); cebola (para o míldio); trigo (para a giberela); arroz (para a brusone); cafeeiro (para a ferrugem); batata (para a pinta-preta); mamão (para a antranose), dado que essas culturas geralmente são cultivadas em grande escala e as doenças citadas são altamente influenciadas pelas condições climáticas.

5. Estudos de caso

• Pinta preta - *Alternaria solani*

Vários sistemas de alerta têm sido desenvolvidos para a pinta preta (*Alternaria solani*) do tomateiro, mas os três mais utilizados são FAST, TOMCAST e CUFAS (Tabela 1). Os três modelos fo-

ram elaborados a partir de modelos empíricos, indicando, com base nas variáveis microclimáticas, quando há ocorrência de condições favoráveis à formação dos conidióforos e conídios de *A. solani* e, portanto, maiores riscos de aumento da doença.

TABELA 1. Sistemas de alerta para a pinta preta, características do sistema, resultados gerados com emprego dos sistemas

SISTEMA	CARACTERÍSTICA DO PROGRAMA	RESULTADO	AUTOR
FAST – EUA	Determina os períodos favoráveis do clima	Redução de até 30% no número de aplicações de fungicidas. Economia da ordem de US \$ 56.00 – 123.00/ha	Madden et al., (1978)
TOMCAST – EUA	Duração do molhamento foliar e temperatura média do ar. Atomizar a cada 20 unidades de VSDs		Pitblado (1988, 1992); Gleason et al., (1995).
CUFAST Sistema adaptado do FAST da Universidade de Cornell. Economia 20%-30% de gastos com fungicidas	Utiliza a chuva, horas de UR > 90% e UR mínima, em dois dias consecutivos, para estimar a duração do período de MF. A aplicação de fungicida deve ser feita se as condições climáticas da última semana tiverem sido muito favoráveis para o desenvolvimento da doença.	Economia de 20%-30% dos gastos com fungicidas, em uma área de 400 ha de tomate industrial (1989-1992)	Zinter & Sandiam, (1990) Sandlan & Zitter, (1993)

• Sistema FAST

O sistema FAST incorpora dois modelos empíricos para determinar períodos em que as condições do ambiente são favoráveis ao desenvolvimento da doença. Os modelos foram derivados da síntese de trabalhos anteriores e utilizam variáveis microclimáticas arbitrariamente escolhidas para caracterizar as relações entre *A. solani* e microclima favorável.

- Primeiro modelo - conhecido como modelo de orvalho, a duração do período de molhamento foliar e a temperatura média do ar durante o molhamento são combinadas para derivarem os valores diários de severidade (VSD) (Tabela 2). De acordo com o modelo, o valor de VSD aumenta à medida que a duração do período de molhamento foliar aumenta e, para um dado valor de VSD, um número menor de horas de molhamento foliar é necessário à medida que a temperatura aumenta. Os intervalos de temperatura utilizados neste modelo correspondem às temperaturas necessárias para a formação de conidióforos e conídios de *A. solani*.

- Segundo modelo - o da chuva, gera valores diários de taxas de severidade (R) a partir de medições de três variáveis meteorológicas (chuva, temperatura e umidade relativa) (Tabela 3). Os valores de R, que variam de 0 (condições não favoráveis à formação de esporos e à infecção) a 3 (condições altamente favoráveis à formação de esporos e à infecção), são baseados na temperatura média do ar, maior ou menor que 22°C, dos últimos cinco dias, no total de horas de umidade relativa do ar maior que 90% dos últimos cinco dias e no total de chuva, maior ou menor que 25 mm, dos últimos sete dias (Madden et al., 1978).

TABELA 2. Valores de severidade de doença (VSD), em função da duração do período de molhamento foliar e da temperatura média do ar

TEMPERATURA MÉDIA (°C)	VALORES DE SEVERIDADE DA DOENÇA (VSD ¹)				
	0	1	2	3	4
13,0 – 17,5	0 – 6 h	7 – 15	16 – 20	21+	
17,6 – 20,5	0 – 3	4 – 8	9 – 15	16 – 22	23+
20,6 – 25,5	0 – 2	3 – 5	6 – 12	13 – 20	21+
25,6 – 29,5	0 – 3	4 – 8	9 – 15	16 – 22	23+

¹Os valores de severidade (VSD) variam de 0 (condições de ambiente desfavoráveis ao desenvolvimento da doença) a 4 (condições de maior favorabilidade).

Fonte: Madden et al., 1978.

TABELA 3. Taxa de severidade de doença (S) em função da temperatura média do ar, da umidade relativa maior que 90% e total de chuva

TEMPERATURA MÉDIA (°C) ^a	HORAS COM UR > 90% ^b	TOTAL DE CHUVAS ^c	S ^d
< 22	< 60	< 25	0
> 22	< 60	< 25	0
< 22	> 60	< 25	1
< 22	< 60	> 25	1
< 22	> 60	> 25	1
> 22	> 60	< 25	2
> 22	< 60	> 25	2
> 22	> 60	> 25	3

^aTemperatura média do ar para os últimos 5 dias (°C); ^bHoras de umidade relativa maior que 90%, nos últimos 5 dias; ^cTotal de chuva nos últimos sete dias (mm); ^dValores da taxa de severidade de doença.

Fonte: Madden et al., 1978

O sistema FAST analisa os dados climáticos diários e mantém um registro da severidade total (ST) obtida do modelo de orvalho, dos valores cumulativos de VSD durante os últimos sete dias e dos valores cumulativos de S durante cinco dias. Com base neste registro, a primeira aplicação é recomendada quando ST alcançar o nível crítico de 35 e as plantas estiverem no campo por pelo menos 35 dias. Subsequentemente, as aplicações de fungicidas são feitas quando S exceder limites predeterminados ou forem iguais a estes (Madden et al., 1978).

• Sistema TOMCAST

O sistema TOMCAST é uma versão modificada e simplificada do modelo FAST. Para tanto, o modelo de chuva foi eliminado do FAST e os valores de severidade da doença (VSD) foram calculados, com base no modelo de orvalho.

O TOMCAST utiliza a combinação da duração do período de molhamento foliar com a temperatura média do ar durante o molhamento foliar (modelo de orvalho do FAST), para recomendar o início e os intervalos de aplicação de fungicidas. A combinação destas duas variáveis microclimáticas fornece valores de severidade de doença (VSD) que variam de 0 (que indica não haver risco da doença) a 4 (alto risco). Os VSDs são acumulados até atingirem o limite crítico de 35, quando é

feita a primeira pulverização; a contagem diária dos VSDs é, então, reiniciada a partir de zero e as pulverizações subsequentes são realizadas a cada acúmulo de 20 VSDs.

• Modelo CUFAST

O modelo CUFAST é uma modificação do FAST proposto por Sandlan & Zitter, 1993. O modelo básico altera os limiares de tomada de decisão sobre quando pulverizar e não utiliza a duração do período de molhamento foliar, por considerá-lo difícil de ser implementado, em programas de manejo. A duração do período de molhamento foliar é calculada nesse modelo, por um método desenvolvido na Universidade de Cornell, por J.R. Pelletier.



Destaque Esse método utiliza a chuva, horas de umidade relativa maior que 90% e umidade relativa mínima, em dois dias consecutivos, para estimar a duração do período de molhamento foliar. Nesse sistema, são determinados o início e os intervalos das aplicações de fungicidas.

Conforme os dados climáticos, o programa fornece as seguintes informações:

- Ação 1 - não aplicar fungicida, coletar dados climáticos e consultar o programa CUFAST dentro dos próximos cinco dias. A doença não deverá ser problema a menos que haja acúmulo de valores de severidade na última semana;
- Ação 2 - não aplicar fungicida, se já houve alguma aplicação nos últimos sete dias. Por outro lado, aplicar fungicida, tão logo quanto possível, se nenhuma aplicação tiver sido feita nos últimos sete dias. A doença tem alta probabilidade de se desenvolver ou poderá já estar ocorrendo no campo. As condições climáticas da última semana têm sido muito favoráveis para o desenvolvimento da doença. A próxima consulta ao programa deverá ocorrer nos próximos cinco dias.

6. Estudo de caso

• Requeima (*Phytophthora infestans*)

O programa BLITECAST é um sistema de alerta que combina dois outros anteriores, envolvendo a precipitação e a temperaturas diárias (Hyre 1954; Wallin, 1962) (Tabela 4).

TABELA 4. Sistema BLITECAST

Hyre	A requeima surgirá 7 - 14 dias, após 10 dias de chuva favorável. Dia favorável é quando a temperatura média dos últimos 5 dias estiver entre 7,2° e 25,5 °C e a precipitação pluviométrica dos últimos 10 dias for maior ou igual a 30 mm.
Wallin	Pela Tabela de Wallin, a requeima ocorrerá 7 - 14 dias após a favorabilidade ³ 18.

Para utilização do sistema, são necessárias coletas diárias dos dados climáticos, que são fornecidos ao computador e, por meio deles o programa formula um diagnóstico de favorabilidade do ambiente à requeima.

Quando um dos limites for atingido, as pulverizações seguintes são recomendadas de acordo com uma matriz que relaciona os valores de severidade acumulados no período de sete dias (Wallin, 1962) e o total de dias favoráveis nesse período (Hyre, 1954) (Tabela 5).

TABELA 5. Favorabilidade em função da temperatura e umidade relativa

Temperatura média no período de UR maior ou igual a 90%	VALORES DE FAVORABILIDADE				
	HORAS DE UMIDADE RELATIVA MAIOR OU IGUAL A 90%				
	0	1	2	3	4
7,2 – 11,6	15	16 – 18	19 – 21	22 – 24	24 +
11,7 – 15,0	12	13 – 15	16 – 18	19 – 21	22 +
5,1 – 26,6	9	10 – 12	13 – 15	16 – 18	19 +

Fonte: Wallin, 1962

Quando a temperatura média estiver na faixa de 7,2 a 11,6 e se o número de horas de umidade relativa for maior ou igual a 90%, o sistema acumula 2 unidades de favorabilidade; se a temperatura média estiver na faixa de 5,1 a 26,6 e se o número de horas de umidade relativa for maior ou igual a 90%, o sistema acumulará 1 unidade de favorabilidade.

O sistema BLITECAST combina os sistemas de Hyre e Wallin.

A primeira atomização ocorrerá quando houver:

- 10 dias favoráveis ou 18 unidades de favorabilidade.

Novas atomizações ocorrerão conforme a Tabela 6.

TABELA 6. Recomendação de pulverização relacionando dias favoráveis e valores de severidade da doença

DIAS FAVORÁVEIS NOS ÚLTIMOS 7 DIAS	VALORES DE SEVERIDADE NOS ÚLTIMOS 7 DIAS					
	3	3	4	5	6	>6
< 5	1	-1	0	1	1	2
> 4	1	0	1	2	2	2

-1 = Não favorável; 1 = Favorável; 0 = Ficar atento; 2 = Muito favorável.

O sistema proposto por Wallin (1962) permite analisar as possibilidades de ocorrência da requeima, com base na umidade relativa e temperatura média. Esse sistema prevê a ocorrência inicial, através da soma de valores diários de severidade da doença (VSD), que são valores arbitrários obtidos por meio de uma matriz, que combina os dados diários de umidade relativa do ar e temperatura (Tabela 6). O início da doença é previsto de 7 a 14 dias após o acúmulo de 18 unidades de severidade.

O sistema BLITECAST foi testado em vários países, em ensaios de campo, com a cultura do tomate e da batata, visando sua validação (Sanchez 1997; Rocha 1998; Duarte e Zambolim 2014). Segundo esses autores, o sistema mostrou-se adequado e proporcionou reduções significativas no número de aplicações de fungicidas e no custo de produção das culturas.

7. Aplicabilidade dos sistemas de alerta

Na Tabela 7, encontram-se os principais trabalhos de sistemas de alerta validados a partir da década de 1960.

TABELA 7 – Exemplos de alguns sistemas de alerta validados

SISTEMA	DOENÇA/ PATÓGENO	BASES DO SISTEMA	AUTOR
Sistema TOMCAST	Pinta preta do tomateiro <i>Alternaria solani</i>	Sistema baseado na temperatura e molhamento foliar. Testemunha 18 aplicações Chlorothalonil VSD 25 – duas aplicações	Andrade (1996)
Sistema Wallin	Requeima da batata <i>Phytophthora infestans</i>	Sistema baseado na temperatura e MF*. VSDs 12 e 14 apresentaram maior eficiência em prever a ocorrência de epidemias de requeima.	Costa et al. (2002)
Sistema Wallin	Requeima do tomate <i>Phytophthora infestans</i>	Sistema baseado no VSD = 10 reduziu uma aplicação de fungicida sistêmico.	Duarte et al., (2007)
Sistemas Wallin e Mc Hardy	Requeima do tomate <i>Phytophthora infestans</i>	Redução do número de pulverizações 42,8% e 60,7% para VSD igual a 8 e 10, respectivamente, com o sistema de alerta do Colpam 40® e de 39,2% com o de McHardy.	Becker et al. (2008)

*MF – molhamento foliar.

8. Outros exemplos de sistemas de alerta

8.1. TOMCAST

A aplicabilidade do sistema de alerta TOMCAST foi avaliada por Andrade (1996) em três ensaios de campo, realizados em diferentes épocas do ano, visando ao controle da pinta preta do tomateiro. Chlorothalonil e uma mistura de nutrientes, contendo cobre, zinco, boro, magnésio, cálcio e potássio, denominada Calda Viçosa, foi aplicada quando os valores de severidade de doença (VSD) atingiram 15 e 25, respectivamente, na forma isolada e alternada, totalizando sete tratamentos.

Com base nos resultados, verificou-se que o sistema TOMCAST pode ser usado para se estabelecer um manejo adequado da pinta preta, com reduzido número de aplicações de fungicidas.

Quando as condições microclimáticas foram desfavoráveis à doença, realizaram-se 18 pulverizações nas parcelas submetidas aos tratamentos semanais e apenas duas e quatro naquelas em que as pulverizações foram realizadas de acordo com o TOMCAST, sem que isso resultasse em perda significativa na produção.

8.2. WALLIN Modificado

Com o objetivo de adequar um sistema de alerta para uso criterioso do controle químico da requeima da batateira, Costa et al. (2002) conduziram ensaios em condição de campo, na Universidade Federal de Viçosa, com a cultivar Bintje. Os fungicidas dimetomorfe, cimoxanil, mancozeb e clorotalonil foram associados com diferentes esquemas de pulverização, baseados no sistema de alerta modificado de Wallin (1962) e no sistema tradicional de controle da requeima.

Os tratamentos consistiram de aplicações de:

- dimetomorfe de acordo com o valor de severidade da doença (VSD) -12 + clorotalonil semanalmente;
- dimetomorfe de acordo com VSD -14 + clorotalonil semanalmente;
- dimetomorfe de acordo com VSD -16 + clorotalonil semanalmente;
- fungicidas protetores mancozeb, clorotalonil e oxicloreto de cobre alternados a cada sete dias;
- fungicidas mancozeb, dimetomorfe, clorotalonil e cimoxanil, alternados a cada sete dias;
- dimetomorfe + clorotalonil de acordo com VSD -12; e
- testemunha (sem aplicação). Os resultados mostraram que, dependendo das condições climáticas prevalecentes, foi possível reduzir o número de pulverizações com fungicida sistêmico, sem que houvesse redução na produção. Os tratamentos baseados nos sistemas de alerta foram eficientes no controle da requeima, proporcionando valores de severidade e taxas iguais e/ou inferiores aos obtidos com o uso do sistema convencional de controle. Os autores ressaltam que os VSDs devem ser ajustados para cada cultivar e condições climáticas locais, para seu uso em diferentes localidades. Para as condições climáticas da região de Viçosa (MG), VSDs iguais a 12 e 14 apresentaram maior eficiência em prever a ocorrência de epidemias de requeima.

8.3. Conceito de graus-dia na previsão de doenças

O conceito de graus-dia (GD) baseia-se no fato de que a taxa de desenvolvimento de uma espécie vegetal está intimamente relacionada à temperatura. Esse conceito pressupõe a existência de temperaturas inferiores e superiores, aquém ou além das quais a planta não se desenvolve (ou o faz em taxas muito reduzidas) (Pereira et al., 2002).

Cada espécie vegetal (ou mesmo variedade) apresenta temperaturas basais características, que podem variar em função da idade ou do estágio fenológico da planta. Considerando que, nas condições brasileiras, as temperaturas médias não chegam a atingir níveis tão elevados que ultrapassem a temperatura base superior (TB), considera-se no cálculo do GD somente a temperatura base inferior (Tb). Nesse caso, o valor diário de GD (GDi) será dado pela relação:

$$GDi = T_{med_i} - T_b$$

onde T_{med_i} é a temperatura média do ar em °C no dia i .

Para que a cultura atinja uma de suas fases fenológicas ou de maturação, é necessário que acumule a constante térmica, que será dada pelo total de GDi acumulados (GDA) ao longo da fase ou ciclo. A indicação da exigência, em graus-dia, para se cumprir determinado estágio de desenvolvimento, é mais útil do que o tempo cronológico (idade, em dias), pois o GDA representa um índice estável e geral, válido para qualquer região (Pereira et al., 2002).

Empregando raciocínio análogo, o controle de doenças pode ser feito com base no GDA, como fizeram Franc et al. (1988) para *A. solani* em batata. Os autores verificaram que, para a região do Colorado, nos Estados Unidos, valor igual ou superior a 7,2°C, a partir da data de plantio, pode ser utilizado na previsão do início dos ciclos secundários do patógeno. Com base nessa informação, um GDA entre 361 e 625 é requerido para a expressão dos primeiros sintomas, dependendo do local.

É possível, portanto, empregar o GDA na determinação do início da pulverização. Para tal é necessário determinar os valores específicos de GDA para cada localidade. De acordo com os autores, a utilização de valores de GDA para a determinação do momento adequado da pulverização, reflete a interrelação de numerosas variáveis, como data de plantio, amplitude de temperatura na área considerada e desenvolvimento da cultura. A previsão baseada em GDA dá mais tempo ao produtor para agir, em comparação com outros métodos empregados na mesma cultura, como a utilização de armadilhas caça-esporos.

8.4. Sensor de molhamento foliar

No monitoramento do microclima, os elementos meteorológicos mais importantes a serem considerados no desenvolvimento de doenças na parte aérea das plantas são a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar e a duração do período de molhamento foliar (Reis; Bresolin, 2004).

A quantificação exata do molhamento foliar por estações meteorológicas automáticas é um problema enfrentado no estudo de doenças (Figura 3). O monitoramento foliar, embora não seja fácil de ser mensurado com exatidão, é extremamente importante nos sistemas de alerta de doenças.



Figura 4. Estação meteorológica instalada na Fazenda São Pedro, em Mucugê, BA

Fonte: Finholdt, Mantovani, Zambolim, 2013

Finholdt, Mantovani & Zambolim (2013) configuram a estação meteorológica no modo 'DPM Sobreposto' para calcular a duração do período de molhamento foliar, com base em três sensores (Figuras 4 e 5). Eles estão expostos na base, meio e topo do dossel da cultura do tomate e da batata.

Inicialmente, foram colocados os três sensores numa mesma altura (próximos ao solo) quando a cultura foi implantada. Conforme as plantas cresceram, subiam-se os sensores do meio e do topo do dossel, sempre mantendo o sensor do topo acima do dossel e o sensor do meio do dossel a uma altura média da planta. Os sensores da base e do meio sempre ficaram cobertos pelas folhas da planta.



Figura 5. Posicionamento de sensores na base, no meio e no topo de plantas de tomate
 Fonte: Finholdt, Mantovani, Zambolim, 2013.



Figura 6. Posicionamento de sensores na base, no meio e no topo de plantas de batata
 Fonte: Finholdt, Mantovani, Zambolim, 2013.

Representando o molhamento foliar real de uma planta, os sensores quantificam o tempo em que a planta permanece molhada diariamente, seja por orvalho, irrigação, chuva ou qualquer outro meio que possa molhar as folhas das plantas.



Um dos problemas que pode inviabilizar a implementação dos sistemas de alerta de doença em plantas é a alta variabilidade encontrada entre os sensores de molhamento foliar. Muitas vezes, para os mesmos sensores, encontram-se diversos valores de molhamento foliar.

Dessa forma, para viabilizar os sistemas de alerta, desenvolveram-se sensores de molhamento foliar priorizando uma boa repetibilidade nos valores de suas medições. Todos os sensores têm um elemento sensível, eletrônico ou mecânico, que mensura determinado estado físico de alguma variável meteorológica.

Os sensores eletrônicos de temperatura são baseados em termorresistências, termopares ou sensores eletrônicos (diodos, transistores, circuitos integrados). Os sensores de umidade relativa do ar têm elementos sensíveis com base em polímeros capacitivos ou materiais resistivos (Thomazini; Albuquerque, 2007).

Os sensores de molhamento foliar podem ser categorizados em dispositivos estáticos, mecânicos ou eletrônicos.

- **Dispositivo estático:** é rudimentar, com baixo custo e geralmente apenas informa se a superfície está molhada ou seca.
- **Dispositivos mecânicos:** geralmente são mais complexos, medindo o molhamento foliar por meio do peso ou do comprimento de algum material. É registrado o molhamento foliar em papel, por meio de penas com tinta.
- **Dispositivos eletrônicos:** geralmente medem o molhamento foliar por meio da resistência ou capacitância de determinado material. Dessa forma, estão sendo mais amplamente utilizados, pela facilidade de se monitorar, registrar, processar e, até mesmo, fazer uma análise completa nos dados de molhamento foliar em campo (WMO, 1992).

O sensor eletrônico de molhamento foliar mais utilizado atualmente é o sensor de folha artificial. Como o próprio nome sugere, ele simula uma folha em seu formato e posicionamento. É constituído por uma placa de circuito impresso, feita de fibra de vidro e com eletrodos de cobre.

A DPM medida nos sensores é alterada pela densidade populacional da cultura e também pelas características morfológicas da superfície das plantas, que pode ser pilosa, glabra ou cerosa (Laione; Wordell Filho, 2004). Como essas características são diferentes para cada tipo de planta, torna-se importante trabalhar o albedo do sensor, com diferentes cores de pintura, para que ele tenha uma reflexão de radiação solar próxima à da planta.

Além do albedo, a pintura aumenta a sensibilidade do sensor em detectar pequenas gotículas de água, reduzindo o coeficiente de variação da leitura. Segundo Sentelhas (2004), pintar o sensor de molhamento foliar com tinta látex branca reduz de 67% para 9% o coeficiente de variação das medidas realizadas em período de chuva.

Quanto ao posicionamento do sensor, é melhor que ele seja colocado a uma altura de 30 cm, com um ângulo de 30°, estando sua face voltada para o sul, sendo esse posicionamento recomendado como padrão para fins agrometeorológicos. O posicionamento correto do sensor de molhamento foliar é importante na medição da DPM, representando melhor as observações visuais quando posicionado no topo das culturas. Porém, a DPM pode não ser bem estimada pelo posicionamento padrão, quando se trata de culturas, que se tornam mais úmidas no interior da copa. Nesse caso, recomenda-se utilizar um sensor dentro e outro no topo da planta (Sentelhas, 2004).

Apesar dos avanços relatados, a quantificação exata do molhamento foliar é hoje um dos maiores problemas enfrentados no estudo de sistemas de alerta. De nada vale medir e registrar corretamente um elemento meteorológico se a medição não estiver sendo realizada no local certo, da forma adequada e com o sensor correto. Mesmo com tanta tecnologia, ainda se tem grande variabilidade em suas medições.

A determinação do período de molhamento foliar é realizada em grande parte nos trabalhos de epidemiologia de doenças de plantas, por meio do somatório dos momentos em que a umidade relativa do ar estiver acima de 90% - metodologia essa que subestima os dados reais de molhamento foliar (Sentelhas, 2004; Streck, 2006). Dessa forma, para não subestimar o molhamento foliar, a melhor forma é realizar a medição diretamente com sensores de DPM.

Um dos sensores mais utilizados para medição do molhamento foliar é o sensor plano que mede resistência elétrica. Tal sensor tem baixa resistência elétrica quando está totalmente molhado e alta quando está seco, não deixando, assim, passar nenhuma corrente elétrica pelo circuito condicionador de sinais.

Porém, quando o sensor eletrônico de DPM é comercializado, geralmente não é pintado, tendo, assim, um maior coeficiente de variação, além de resultar em uma menor confiabilidade de suas medições. Nessa condição, o alto coeficiente de variação é proporcionado pelo distanciamento entre as trilhas elétricas do sensor que, dependendo da uniformidade da distribuição das microgotículas espalhadas sobre o sensor, fecha ou não o circuito. Isso faz com que, em sensores do mesmo tipo e expostos em um mesmo ambiente, tenham medições de molhado e seco ao mesmo instante. Para reduzir esse problema, faz-se necessária a pintura dos sensores para que haja o espalhamento das microgotículas sobre a placa, sensibilizando o sensor mesmo com gotículas muito pequenas (Sentelhas, 2004).

Entretanto, com base nos trabalhos desenvolvidos por Finholdt, Mantovani & Zambolim (2012), verificou-se que o diferente posicionamento de três sensores idênticos no dossel da cultura da batata resultou em diferença significativa na quantidade de aplicações realizadas durante todo o ciclo da cultura, sendo o total de 20, 17 e 16, para a base, meio e topo do dossel, respectivamente. Quando os autores consideraram a determinação do DPM com base no método da umidade relativa, apenas 11 aplicações foram requeridas, fato que mostra o quanto esse método subestima as medições dos sensores.

Por outro lado, no método "Sobreposto", totalizaram-se 21 aplicações durante o experimento, comparando com as aplicações dos sensores individuais, aumentou-se em apenas uma aplicação com relação ao sensor da base, que foi de 20 aplicações. Embora os autores tenham determinado que o sensor de molhamento foliar instalado na parte inferior do dossel das plantas apresenta maior representatividade, recomenda-se a utilização de três placas instaladas nas partes inferior, intermediária e no topo do dossel, em função da variabilidade do microclima das lavouras. O molhamento foliar na base do dossel é mais representativo quando o solo está muito úmido, e no topo quando o solo está mais seco.

9. Conclusão

O sistema de alerta de epidemias é uma ferramenta que vem sendo incorporada ao manejo integrado de doenças, nos patossistemas, nos quais se conhecem a biologia e a epidemiologia do patógeno. Tais sistemas têm-se tornado um poderoso e respeitado componente da epidemiologia quantitativa.

Destaque Entretanto, muitos modelos de alerta de doenças de plantas não têm atendido às expectativas de que teriam o papel principal no manejo. Entre as diversas razões, encontra-se a premissa de que um modelo de alerta faça projeções dos principais eventos a serem considerados no desenvolvimento das doenças, o que a maioria dos modelos de alerta não faz. A possibilidade de se utilizarem prognósticos de tempo e clima como entrada em modelos de alerta permitirá que um sistema possa realmente prever situações de risco.

Com a melhoria da qualidade dos prognósticos de tempo, uma estimativa mais exata de variáveis importantes para modelos de doenças de plantas, tais como precipitação, umidade relativa e temperatura do ar, torna-se possível prever a ocorrência ou não de epidemias severas.

Os sistemas de aviso podem ser usados para se estabelecer controle efetivo, em condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças, principalmente em cultivares de plantas com moderada a alta resistência horizontal. Desse modo, a probabilidade de sucesso do sistema de alerta aumenta, podendo ser obtida expressiva redução no número de aplicações de fungicidas. Com a mudança das condições climáticas, que vem acontecendo em muitas regiões agrícolas, tais sistemas tendem a aumentar de importância, por se basearem exclusivamente nos componentes do clima, como umidade relativa, molhamento foliar, temperatura e precipitação pluviométrica.

10. Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. v. 56, 300p. (Irrigation and Drainage paper).
- ANDRADE, D.A. 1996. **Controle da pinta preta do tomateiro**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 2002.
- BARRETO, M.; VALE, F.X.R.; PAUL, P.A.; SCALOPPI, É.A.G.; ANDRADE, D.A.; **Sistemas de previsão e estações de aviso**; In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L.; Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas; Belo Horizonte, MG: Editora Perfíl, 2004. 531 p.
- BECKER, W.F. Validação de dois sistemas de previsão para o controle da requeima do tomateiro na região de Caçador, SC. **Agropecuária Catarinense, Florianópolis**, v.18, n.3, p.63-68, 2005.
- BECKER, W.F. Validação dos sistemas de alerta Machardy e Colpam 40® para previsão da requeima do tomateiro em Caçador, SC. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.3, p., 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052010000300004>
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Sistemas de previsão e avisos**. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H., Amorim, L. (Ed.). Manual de Fitopatologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995.v.1, p.602-626.
- BOSCO, L.C.; HELDWEIN, A.B.; LUCAS, D.D.P.; TRENTIN, G.; GRIMM, E.; LOOSE, L.H.; Sistema de previsão de ocorrência de requeima em clones de batata suscetíveis e resistentes; **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.1024-1031, jul, 2009.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. 532 p.
- COSTA, R.V., ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R. & MIZUBUTI, E.S.G. Previsão da requeima da batateira. **Fitopatologia Brasileira** v.27, p.349-354, 2002.

- COSTA, R.V.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MIZUBUTI, E.S.G. Prediction system for tomato late blight. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.31, n.1, p.14-20, 2005.
- DUARTE, H.S.S., ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F.A. Controle da requeima em tomateiro industrial com fungicidas e silicato de potássio. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 257-260, 2007b.
- DUARTE, H.S.S.; ZAMBOLIM, L.; JESUS Jr, W.C. Manejo da requeima do tomateiro industrial empregando sistema de previsão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 328-334, 2007a.
- FINHOLDT, G. **Desenvolvimento e teste de consistência de um sensor de molhamento foliar**. Xp. Tese capítulo 1 (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. 2012.
- FOHNER, G. R., FRY, W. E. & WHITE, G. B. Computer simulation raises question about timing protecting fungicide application frequency according to potato late blight forecast. **Phytopathology**, v.74, p.1145-1147, 1984.
- FRY, W. E.; Principles of plant disease management. New York: Academic Press, 1982. 378p. FINHOLDT, G. **Desenvolvimento e avaliação de uma estação meteorológica automática para manejo de irrigação**. 61p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. 2008.
- GRÜNWARD, N.J.; ROMERO MONTES, G.; LOZOYA SALDAÑA, H.; RUBIO COVARRUBIAS, O.A.; FRY, W.E. Potato late blight management in the Toluca Valley: Field validation of SimCast modified for cultivars with high field resistance. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, n.10, p.1163 -1168, 2002.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 2. ed. Rio de Janeiro; LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996. 292p.
- HERNÁNDEZ, J.F.R. **Quantificação dos danos causados pela pinta-preta em tomateiro**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia), Universidade Federal de Viçosa. 2007, 35p.
- HYRE, R.A. Progress in forecasting late blight of potato and tomato. **Plant Disease Reporter**, Illinois, v. 38, n. 4, p. 245-253, 1954.
- JAMES, W. C. **A manual of assesment keys for plant diseases**. Canada. Department of Agriculture. (Publ.no 1458). 1971.
- JONES, A.L. **Role of wet periods in predicting foliar disease**. In: Leonards, K.J.; Fry, W.E. (Ed). Plant disease epidemiology: population dynamics and management. New York: MacMillan, 1986. v.1, p.87-89.
- KRAUSE, R.A.; MASSIE, L.B.; HYRE; R.A. Blitecast: a computerized forecast of potato late blight. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.59, n. 2, p. 95-98, 1975.
- LAIONE, F.; WORDELL FILHO, J.A. Equipamentos utilizados para medir elementos meteorológicos em sistemas de previsão de doenças de plantas. In: Reis, E.M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004, v.1, cap.4, p.101-138.
- MACHARDY, W.E. A simplified, non-computerized program for forecasting potato late blight. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.63, n.1, p. 21-25, 1979.
- MIZUBUTI, E.S.G. Sistemas de Previsão de Doenças de Plantas: Uma Ferramenta Útil? In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 1999.v.1, p.42-46.

- PITIBLADO, R.E. Development of a weather - timed fungicide spray program for field tomatoes. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Guelph, v. 10, n.1, p. 371, 1988.
- REIS, E.M.; BRESOLIN, A.C.R.; Fatores climáticos e doenças de plantas. In: REIS; E.M.; **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo; RS; UFP EDITORA, 2004, 21-46p.
- REIS, E.M.; WORDELL FILHO, J.A.; **Previsão de doenças de plantas** In: REIS; E.M.; Previsão de doenças de plantas. Passo Fundo; RS; UFP EDITORA, 2004, 65-99p.
- ROYLE, D.J.; SHAW, M.W. The costs and benefits of disease forecasting in farming practice. In: Clifford, B. C.; Lester, E. (Eds.). **Control of plant disease: costs and benefits**. Blackwell: Oxford, 1988. v.1, p.231 – 246.
- SOUZA, R.T.; FORCELINI, C.A.; REIS, E.M.; CALVETE, E.O. Validação de dois sistemas de previsão para a queima das folhas da cenoura; **Fitopatologia Brasileira**; 27(1); jan – fev 2002.
- STEVENSON, W. R. An integrated program for managing potato late blight. **Plant Disease**., 67:1047-1048. 1983.
- THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P.U.B. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. 3. ed. [S.l.]: Érika, 2007. 220 p.
- TÖFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; FERRERIRA, M.R.; GARCIA JÚNIOR, O. Ação de acibenzolar-s-methyl isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.749-753, jul-set 2005.
- TRENTIN, G.; HELDWEIN, A.B.; STRECK, L.; MAASS, G.F.; RADONS, S.Z.; TRENTIN, R.; **Controle da requeima em batata cv. 'Asterix' como base para modelos de previsão da doença; Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.393-399, mar-abr, 2009.
- VALE, F.X.R.; JESUS JÚNIOR, W.C.; RODRIGUES, F.Á.; COSTA, H.; SOUZA, C.A.; Manejo de doenças fúngicas em tomateiro; In: SILVA, D.J.H.; VALE, F.X.R.; **Tomate: Tecnologia de produção**; Viçosa, MG: UFV; 2007; 159-198 p.
- Vale, F.X.R.; Zambolim, L.; Chaves, G.M.; Correia, L.G. Avaliação fitossanitária da cultura do tomateiro em regiões produtoras de Minas Gerais e Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 211, 1992.
- VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, L.C.; LIBERATO, J.R.; DIAS, A.P.S.; Influência do clima no desenvolvimento de doenças de plantas; In: VALE, F.X.R.; JUNIOR, W.C.J.; ZAMBOLIM, L.; **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**; Belo Horizonte, MG: Editora Perffil, 2004. 531 p.
- Vale, F.X.R.; Zambolim, L.; Paul, P.A., Costa, H. Doenças causadas por fungos em tomate. In: Zambolim, L.; Vale, F.X.R.; Costa, H. (Ed). **Controle de doenças de plantas- Hortaliças**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2000. v.2, p.173-207.
- VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; PAUL, P.A.; SALUSTIANO, M.E.; Manejo da pinta preta do tomateiro; In: ed. ZAMBOLIM, L.; **Manejo integrado de doenças e pragas**; 1999, Viçosa, MG, 47-52p.
- WALLIN, J.R. Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in United States and Canada. **American Potato Journal**, Orono, v.39, n.3, p.306-312, 1962.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos em batata. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: Hortaliças**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2000. v.1, cap.5, p.173-207.

- OLIVEIRA, A. S.; ANDRADE, F. S. **Sistemas embarcados: hardware e o firmware na prática**. 1. ed. [S.l.]: Érika, 2006. 316p.
- ORDONEZ, E. D. M.; PENTEADO, C. G.; SILVA, A.C.R. Microcontroladores e FPGAs – **Aplicações em automação**. São Paulo: Novatec, 2005. 384p.
- SEDRA, A. S.; SMITH, K. **Microeletrônica**. 4. ed. [S.l.]: Makron Books, 2000.
- SENTELHAS, P. C. **Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith**. 177p. Tese (Livre docência em Agrometeorologia). Universidade de São Paulo. 2004.
- SOUZA, R. T.; FORCELINI, C.A.; REIS, E. M.; CALVETE, E. O. Validação de dois sistemas de previsão para a queima das folhas da cenoura. **Fitopatologia Brasileira**. 27(1). Jan-fev 2002.
- SUGAWARA, M.T. **Estudo de sensores de baixo custo para estação meteorológica automática: 2003**. 68 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- STRECK, Luciano. **Determinação da duração do período de molhamento foliar em cultivos de batata**. 107p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. 2006.
- THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P.U.B. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. 3. ed. [S.l.]: Érika, 2007. 220p.
- TOCCI, R.J.; WIDMER, N.S. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. 7. ed. [S.l.]: LTC, 2000. 588p.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION: Report on the Measurement of Leaf Wetness (R.R. Getz). **Agricultural Meteorology Report** No. 38, WMO/TD-No. 478, Geneva, 1992. WMO. Guide to meteorological instruments and methods of observation. 8 draft seventh edition, 2006. (World Meteorological Organization).

11. Sistema de alerta do tomateiro em Santa Catarina

Guilherme Mallmann¹ e Walter Ferreira Becker^{1,2}

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Estação Experimental de Caçador, ²Aposentado.
guilhermemallmann@epagri.sc.gov.br; walterfbecker@gmail.com

1. Introdução

Santa Catarina é o sétimo estado mais importante na produção de tomate no Brasil. Contribui, segundo dados da PAM/IBGE de 2019, com 4,5% da área total plantada e 4% da produção total nacional. A tomaticultura no Estado é uma atividade de forte participação da agricultura familiar, com 87% dos estabelecimentos agropecuários envolvidos pertencendo a essa categoria. A principal microrregião produtora do Estado é a de Joaçaba, com 56% da produção total catarinense. Os municípios de Caçador e Lebon Régis são os destaques dessa região, com o plantio de 450 ha e 400 ha, respectivamente, na safra de 2019/20 (Luca, 2020).

O período de cultivo nesta região se estende entre setembro a abril, com temperaturas médias entre 19 e 20°C e precipitações pluviométricas bem distribuídas neste período (média 157 mm/mês), criando condições ao desenvolvimento de epidemias para as principais doenças foliares do tomate. O controle destas doenças atualmente é realizado basicamente com aplicação de fungicidas e, muitas vezes a aplicação destes produtos é efetuada sem critérios técnicos. Os sistemas de previsão para o tomateiro rasteiro e tutorado são de largo uso em outros países (Campbell; Madden, 1990; Sikora et al., 2002), porém incipientes no Brasil.

Os tomaticultores de Santa Catarina, desde o ano de 2004, dispõem do auxílio do sistema de alerta de doenças para a tomada de decisão do momento propício de realizar o controle das doenças. O sistema realiza o monitoramento de favorabilidade climática para requeima, pinta preta, septoriose e mancha bacteriana. Esta tecnologia está disponível na plataforma Agroconnect no site da Epagri/Ciram (<https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>). Na região do Alto Vale do Rio do Peixe (AVRP), produtores e técnicos previamente cadastrados, recebem diariamente os avisos fitossanitários através de aplicativo de celular.

2. Doenças monitoradas

- **Requeima**

O sistema de previsão para a requeima do tomateiro (PrevReq) foi desenvolvido na Epagri - Estação Experimental da Epagri em Caçador-SC e avaliado por um período de cinco anos.

Os modelos de Wallin (1962) e McHardy (1979) modificados e adaptados por Becker (2005; 2011) para a região do AVRP consistem no monitoramento diário da condição de requeima (CR) estimada pela temperatura mínima do dia $> 7,2$ °C, temperatura média de 5 dias $\leq 25,5$ °C, precipitação acumulada de 10 dias ≥ 30 mm, período de molhamento foliar e de umidade relativa $> 85\%$. Essas variáveis são utilizadas para gerar o alerta de requeima pelo sistema Agroconnect, disponibilizado em tempo real na página do Ciram por meio de informações meteorológicas captadas e transmitidas em tempo real pelas estações agrometeorológicas localizadas nas regiões produtoras de tomate.

O primeiro alerta ocorrerá quando houver acumulado 10 dias consecutivos da condição de requeima (CR) favoráveis (figura 1) e, para os alertas subsequentes (figura 2) quando atingir oito valores de severidade (8VSD) conforme Tabela 1.

Tabela 1. Valores de severidade da doença (VSD) para várias combinações de temperatura média e umidade relativa $\geq 85\%$ (horas).

Temperatura média °C	Horas de umidade relativa maior ou igual a 85%, para gerar o VSD de:				
	0	1	2	3	4
7 a 11	14 h	18 h	21 h	24 h	> 24 h
12 a 15	11 h	15 h	18 h	21 h	> 21 h
> 15	9 h	12 h	15 h	18 h	> 18 h

Adaptado de Wallin, 1962

Ao aviso de alerta a planta deverá ser imediatamente pulverizada, salvo se outro aviso ocorrer dentro do período de ação daquele fungicida pulverizado. Se ocorrer precipitação maior ou igual a 25mm nas últimas 24 horas (Figura 2), a pulverização deverá ser refeita, caso o produto utilizado seja um fungicida de contato. Para a escolha do fungicida adequado consulte um engenheiro agrônomo e a grade de agrotóxicos permitidos para a cultura.

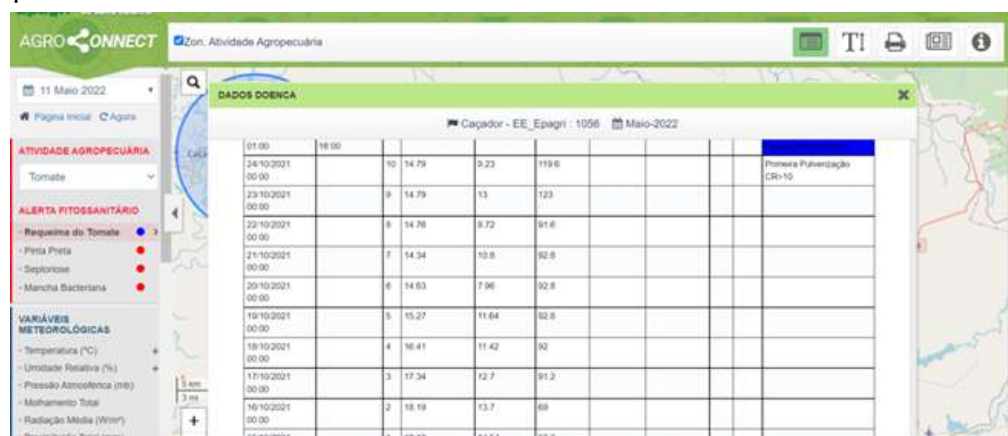


Figura 1. Print screen da página do Agroconnect indicando o primeiro alerta de requeima com 10 dias consecutivos de condição favorável para a doença (CR10).

Foto: Guilherme Mallmann



Figura 2. Print screen da página do Agroconnect indicando para a estação meteorológica os dados de alertas para Requeima com SvSD=8.

Foto: Guilherme Mallmann

- **Pinta Preta**

O sistema de alerta para a Pinta Preta do tomateiro (Previpp) é uma adaptação do modelo TOM-CAST (Pitblado, 1992) e validado para região AVRPA. A temperatura média e o período de molhamento foliar (chuva ou orvalho) determinam diariamente o valor de severidade da doença (VSD) de zero (sem risco de doença) até o valor 4 (alto risco da doença) dependendo da combinação entre a temperatura e a duração (horas do molhamento) (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de severidade da doença (VSD) para várias combinações de temperatura média e período de molhamento foliar (horas).

T. média °C	Duração do molhamento foliar (horas) para gerar o VSD de:				
	0	1	2	3	4
13-17,5	0-6h	7-15h	16-20h	21h+	
17,6-20,5	0-3h	4-8h	9-15h	16-22h	23h+
20,6-25,5	0-2h	3-5h	6-12h	13-20h	21h+
25,6-29,5	0-3h	4-8h	9-5h	16-22h	23h+

Fonte: Madden et. al., 1998

Esses dados são operacionalizados em duas etapas: primeiro considera-se o somatório do VSD totalizando o valor 35 (VSD=35) para gerar o primeiro alerta. Neste ponto, o sistema é zerado e inicia a geração dos alertas subsequentes, que ocorrem quando o valor diário de severidade da doença (VSD) acumulado atinge o valor 25 (VSD=25). A cada alerta o sistema é zerado e inicia nova contagem acumulativa do VSD (Figura 3).

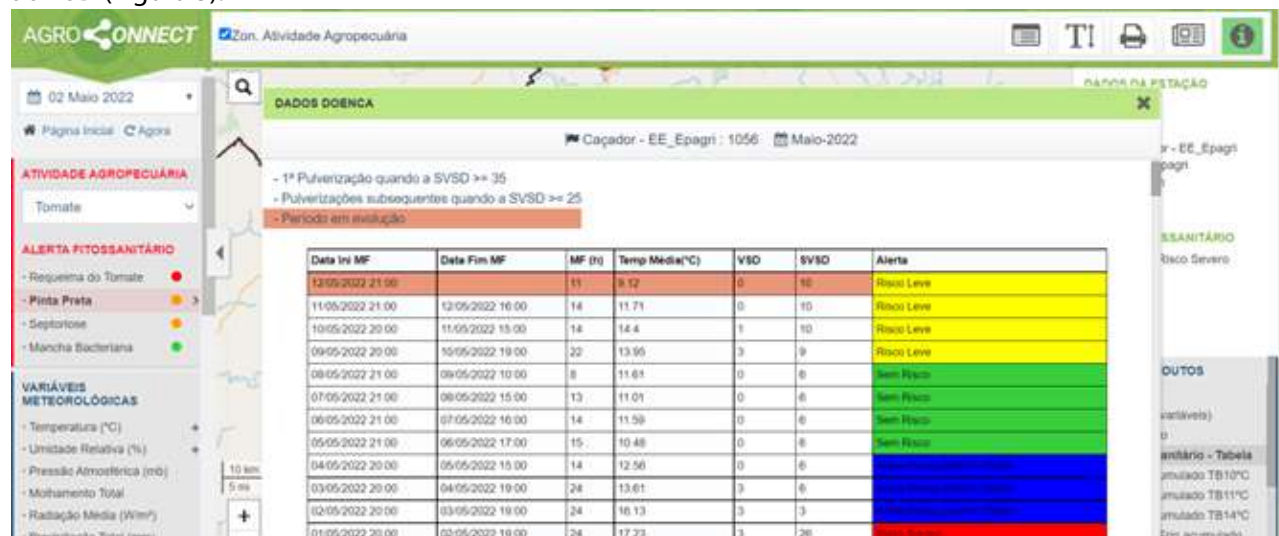


Figura 3. Print screen da página do Agroconnect informando para a estação meteorológica os dados de alerta para pinta preta.

Foto: Guilherme Mallmann.

- **Septoriose**

O sistema de alerta para septoriose (PrevSep), também é uma adaptação do modelo TOM-CAST (Pitblado, 1992) e validado para região do Alto Vale do Rio do Peixe. Os dados agroclimáticos de temperatura e molhamento foliar provenientes de estações agrometeorológicas, são utilizados para gerar os avisos de alerta. Assim como mencionado para pinta preta, a temperatura média durante o período (horas) de molhamento foliar (chuva ou orvalho) determina diariamente o valor de severidade da doença (VSD) de zero (sem risco da doença) até o valor 4 (alto risco da doença) dependendo da combinação entre a temperatura e a duração (horas) do molhamento (Tabela 2).

Para a ocorrência do alerta é considerado o somatório do VSD totalizando o valor 20 (VSD=20) indicativo da pulverização. Neste ponto, o sistema é zerado e reinicia nova contagem acumulativa do VSD (Figura 4).

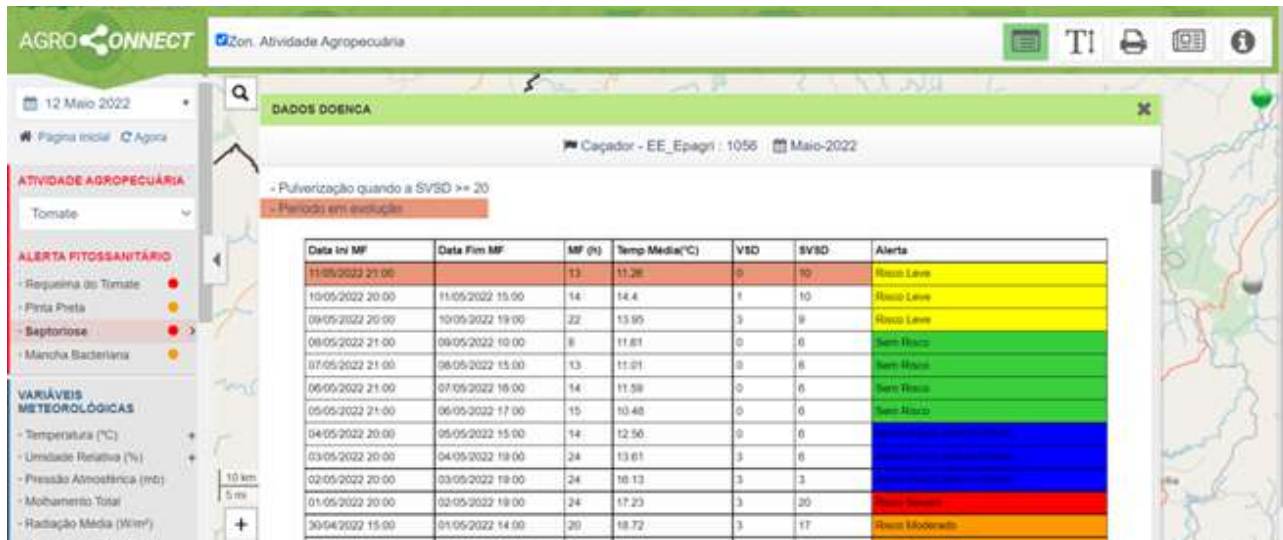


Figura 4. Print screen da página do Agroconnect informando para a estação meteorológica os dados de alerta para septoriose com SVSD=20.

Foto: Guilherme Mallmann

- **Mancha Bacteriana**

No Sistema de Previsão da Mancha Bacteriana foi utilizado o modelo descrito por Marcuzzo et al. (2009b) em: $SE = 0,0001538 * \{(x-8)2,4855647 * ((32-x)0,7091962)\} * \{[0,64289/(1+21,26122 * \exp (-0,12435*y))\}$, em que SE= Severidade estimada (% de severidade em folhas/100); x = temperatura média diária (°C); y = molhamento foliar (h). As informações de temperatura média e período de molhamento foliar também são provenientes de estações agroclimáticas automáticas que enviam os dados agroclimáticos de hora em hora para o banco de dados do Ciram. O alerta para mancha bacteriana ocorre quando a severidade estimada for maior ou igual a 10 ($SE \geq 10$), momento indicado para pulverização.

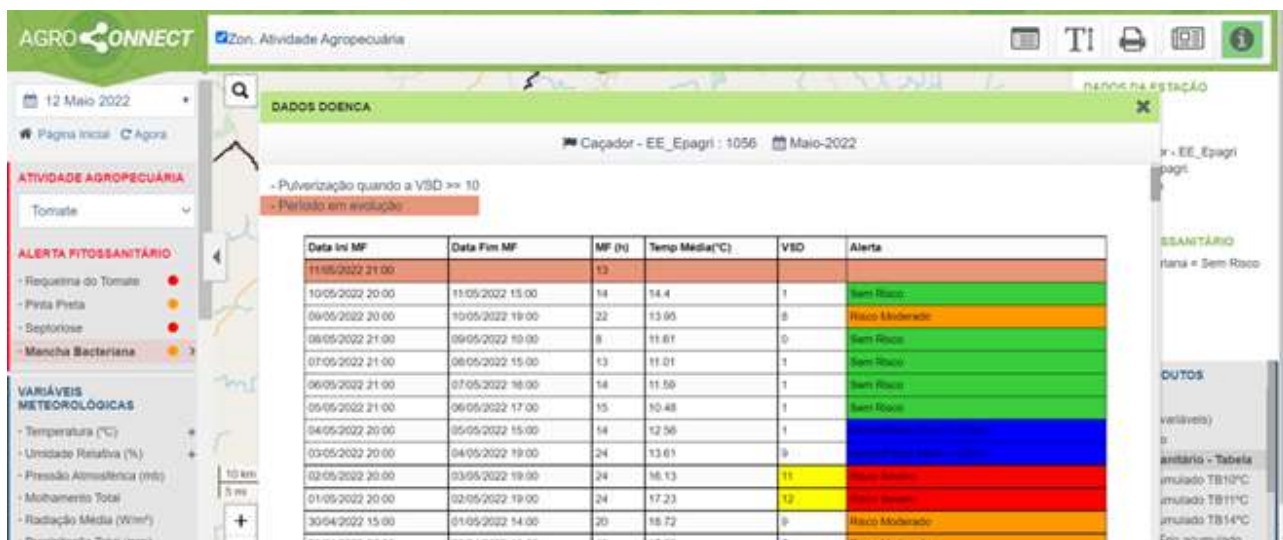


Figura 5. Print screen da página do Agroconnect informando para a estação meteorológica os dados de alerta para Mancha Bacteriana com VSD=10.

Foto: Guilherme Mallmann

3. Como acessar o sistema de alerta na plataforma agroconnect

Ao acessar a página do Ciram – Agroconnect <https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/> (figura 6), primeiramente selecione “Atividade Agropecuária”: Tomate > “Alerta Fitossanitário”, selecione uma das quatro doenças monitoradas: Requeima, Pinta Preta Septoriose ou Mancha Bacteriana, na sequência digite o nome do município na “lupa” e, por fim selecione a estação meteorológica mais próxima da sua área de plantio (figura 7). Após clicar na estação meteorológica selecione “Alerta Fitossanitário (tabela)”, na tabela Dados Alerta observamos que as cores sinalizam as condições favoráveis ou não a doença. Assim: Verde = sem risco, Amarelo = risco leve, Laranja = risco moderado, Vermelho = risco severo, Azul = alerta de precipitação $\geq 25\text{mm}$ (Figuras 2, 3, 4 e 5).

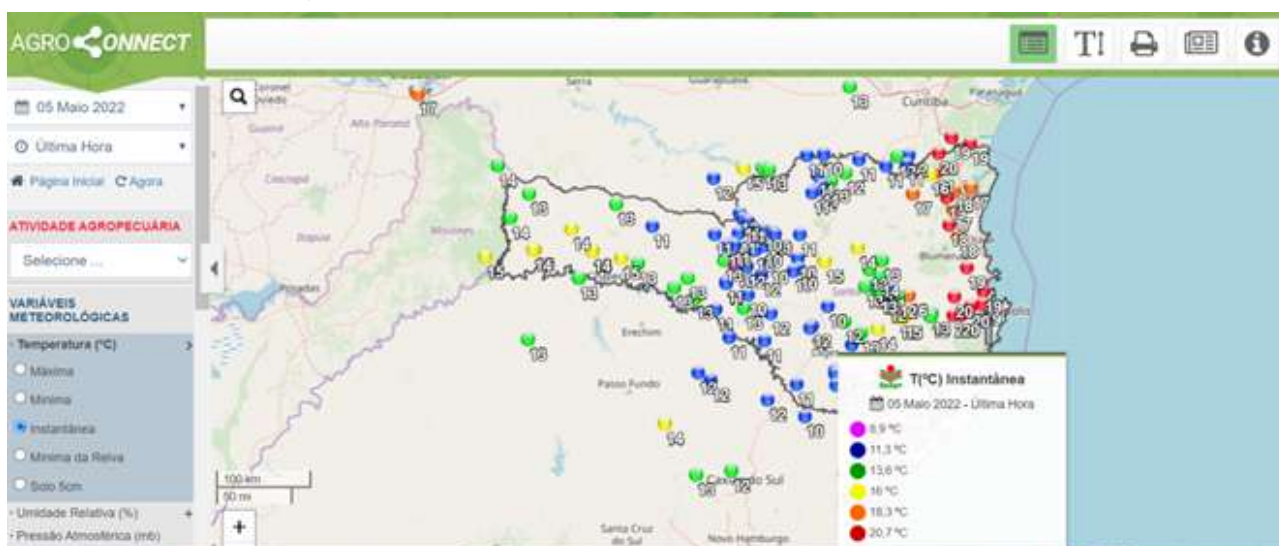


Figura 6. Print screen da tela de acesso ao Agroconnect (<https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/#>).
Foto: Guilherme Mallmann

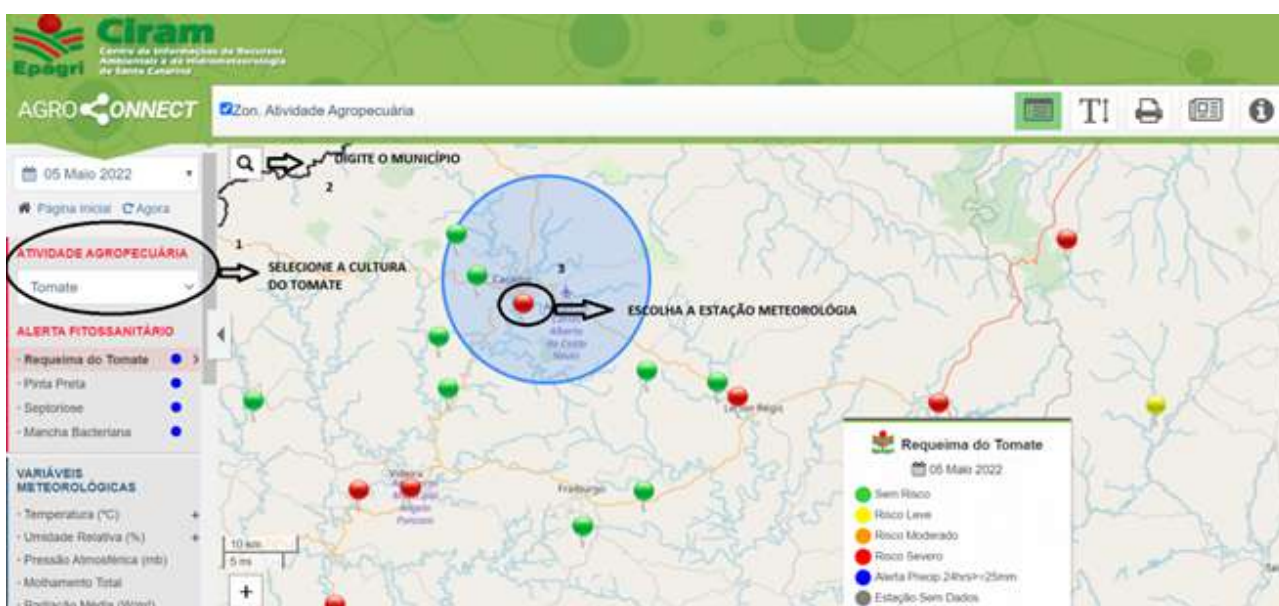


Figura 7. Print screen da tela do Agroconnect, indicando como selecionar a Atividade Agropecuária, a Localidade (município) e a Estação Meteorológica.

Foto: Guilherme Mallmann

4. Impacto da utilização do sistema de alerta de doenças em santa catarina

O indicativo do momento de aplicação de defensivos agrícolas, por meio do sistema de alerta para o controle de doenças do tomateiro, auxilia no manejo mais preciso das doenças. Como esta tecnologia estabelece o momento correto das pulverizações, estas ocorrem somente quando indicadas, reduzindo assim o custo com a compra e aplicação de produtos.

O sistema de alerta foi adequado e adaptado às condições locais pela Epagri de Caçador e está atualmente disponível para todos os produtores que tiverem interesse em aplicá-lo, adequando o modelo ao local de utilização. Porém, os principais usuários são um grupo de aproximadamente 150 produtores da região de Caçador-SC, no Sistema de Produção Integrada de Tomate (SISPIT), que combina tecnologias avançadas e boas práticas agrícolas para produção de alimentos seguros e de qualidade. Tais produtores recebem alertas via celular com informações dos avisos fitossanitários de ocorrência das principais doenças foliares de tomate.

Resultados de pesquisa demonstraram que os produtores que utilizam o sistema de alerta de doenças na sua integralidade, reduziram em até 60% a utilização de fungicidas nas áreas de tomate região do Alto Vale do Rio do Peixe, principalmente em anos com baixa precipitação pluviométrica, sem afetar a produtividade e qualidade dos frutos.

5. Referências

- BECKER, W. F.; MUELLER, S. ; SANTOS, J.P. ; WAMSER, A.F. ; SUZUKI, A.; MARCUZZO, L. L. . Viability of a prediction system for tomato late blight in the integrated production of tomato in Caçador, Brazil. **Horticultura Brasileira** (Impresso), v. 29, p. 520-525, 2011.
- BECKER, W.F. Validação de dois sistemas de previsão para o controle da requeima do tomateiro na região de Caçador, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.18, n.3, p.63-68, 2005.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532p.
- LUCA, F. V. Tomate. In: Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2019 2020. Epagri/ Cepa:Florianópolis, 2020. p.74-79.
- MACHARDY, W.E. A simplified, non-computerized program for forecasting potato late blight. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.63, n.1, p. 21-25, 1979.
- MADDEN, L.V.; PENNYPACKER, S.P.; MAC-NAB, A.A. Fast – a forecast system for *Alternaria solani* on tomato. **Phytopathology**, St. Paul, v.68, n.9, p.1354-1358, 1978.
- MARCUZZO, L.L.; BECKER, W.F.; FERNANDES, J.M.C. Alguns aspectos epidemiológicos da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro na região de Caçador/SC. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.35, n.2, p.132-135, 2009b.
- PITBLADO, R.E. The development and implementation of TOM-CAST – a weather timed fungicide spray program for field tomatoes. Ministry of Agriculture and Food, Ridgetown College of Agricultural Technology, Ridgetown. 1992.

SIKORA, E.J.; KEMBLE, J.M.; ZEHNDER, G.W.; GOODMAN, W.R.; ANDRIANIFAHANANAET, M.; BAUSKE, E.M. Using on-farm demonstrations to promote integrated pest management practices in tomato production. Hort-Technology, Alexandria, v.12, n.3, p.485-488, 2002

WALLIN, J.R. Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in United States and Canada. **American Potato Journal**, v.39, n.3, p.30, 1962.

12. Pragas e seu controle

Miguel Michereff Filho¹ e Juracy Caldeira Lins Júnior²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, miguel.michereff@embrapa.br.

² Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Estação Experimental de Caçador, juracyjunior@epagri.sc.gov.br

1. Manejo integrado de pragas (mip)

A sustentabilidade da agricultura implica, necessariamente, na resolução de problemas relacionados à ocorrência de pragas, com base na conservação dos recursos naturais, aumento da diversidade biológica, redução no uso de agrotóxicos, maximização da produção, viabilidade econômica e preservação da saúde humana, ao longo do tempo e das gerações.

Neste contexto, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) mostra-se como uma alternativa economicamente viável e mais compatível com as premissas da sustentabilidade.

O MIP é uma filosofia de controle de pragas, que tem como princípios:

- Manter os níveis populacionais das pragas abaixo do nível de dano econômico (NDE), ou seja, em níveis de infestação e de perdas na produção que sejam toleráveis pelos agricultores, mediante a adoção planejada e simultânea de diferentes técnicas ou métodos de controle compatíveis entre si, de forma econômica e harmoniosa com o meio ambiente;
- Preservar e/ou incrementar os fatores de mortalidade natural, com ênfase nos agentes de controle biológico, por meio do uso planejado de práticas para conservação da biodiversidade e dos serviços ecológicos do agroecossistema;
- Racionalizar o uso de agrotóxicos, mediante a tomada de decisão sobre o momento mais adequado de controlar as pragas, com base em parâmetros econômicos, ecológicos e sociais associados à cadeia de valor da cultura agrícola envolvida; e
- Garantir a produção, com baixo custo e com o menor risco possível de perdas econômicas.

A filosofia do MIP se materializa em um sistema de controle de pragas e, para sua adoção em uma cultura, é necessário reconhecer as pragas e suas injúrias na planta, bem como os inimigos naturais dessas pragas; saber o período (estádio fenológico) mais sensível da cultura em relação ao ataque das pragas-alvo; conhecer a biologia e a ecologia dessas pragas; realizar o monitoramento de pragas e inimigos naturais mediante amostragens periódicas no cultivo; dominar os mecanismos envolvidos na tomada de decisão para controle das pragas, além de saber selecionar e planejar o uso dos métodos (táticas) de controle disponíveis.



Dentre esses conhecimentos, estão: o manejo do ambiente de cultivo (controles cultural, físico e mecânico), o controle legislativo, o controle por comportamento, a resistência de plantas (incluindo plantas geneticamente modificadas – OGM), o controle biológico (ação de predadores, parasitoides e patógenos de artrópodes), a manipulação genética de pragas, o controle alternativo e, quando necessário e apropriado, o controle químico com produtos seletivos em favor dos organismos benéficos e de baixa toxicidade ao homem. As bases e a estrutura do MIP estão representadas na Figura 1.

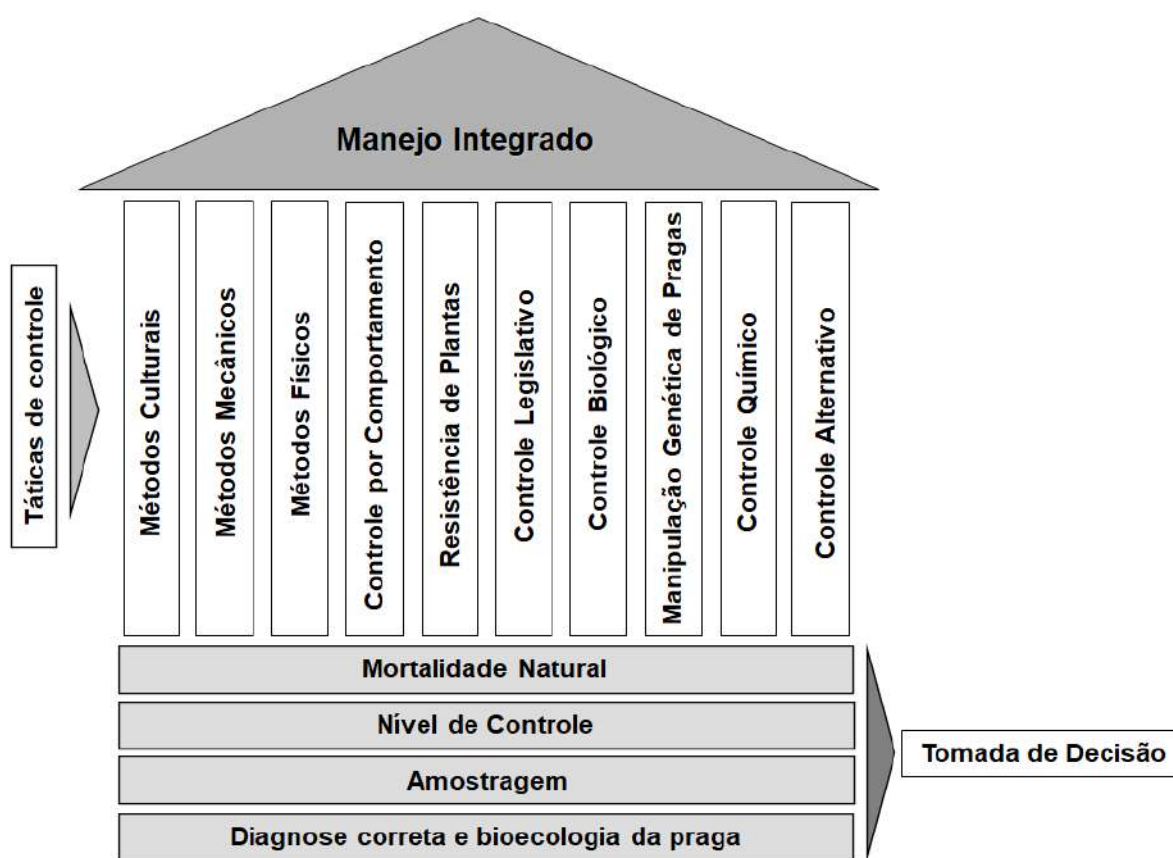


Figura 1. Bases e estrutura do manejo integrado de pragas (MIP). Adaptado de Gonzalez (1971)

Arte: Miguel Michereff Filho

No MIP, a tomada de decisão de controle é baseada em sistemas de amostragem (monitoramento de pragas) e em índices de tomada de decisão predeterminados para as pragas e a cultura, os quais se encontram disponibilizados em várias publicações nacionais especializadas.

A maneira mais eficiente e econômica para se prevenir os danos ocasionados por insetos e ácaros pragas consiste no monitoramento periódico da cultura, o qual permite detectar o início da infestação, determinar o local de entrada das pragas no cultivo, identificar como estão distribuídos os focos de infestação e estimar a densidade populacional das pragas e seus danos. A ocorrência das pragas conforme a fenologia do tomateiro pode ser observada na Figura 2 e deve ser levada em consideração quando for realizado o monitoramento.

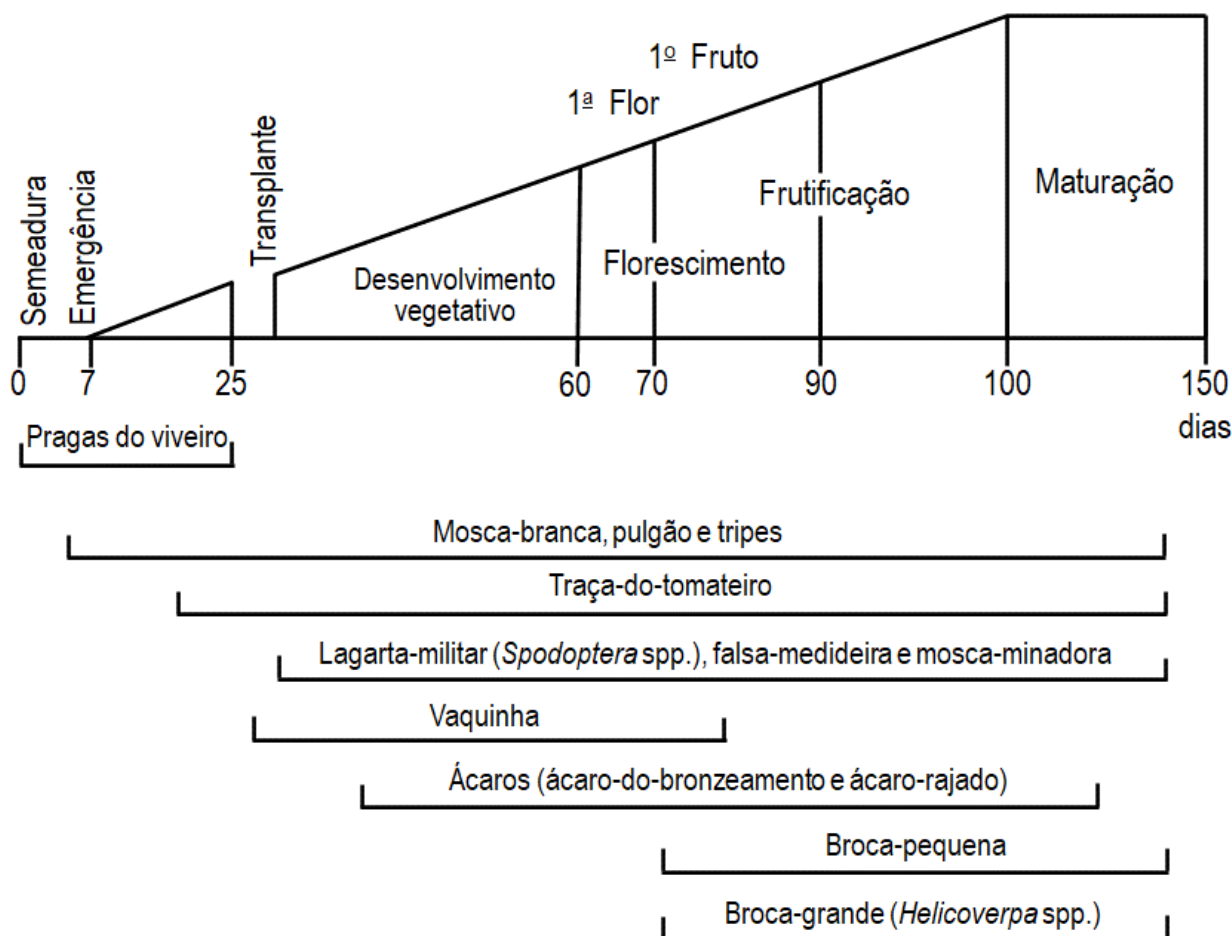


Figura 2. Fenologia do tomateiro tutorado e ocorrência de pragas Adaptado de Zucchi et al. (1993).

Arte: Miguel Michereff Filho

As amostragens devem ser realizadas semanalmente e, em épocas de alta infestação, duas vezes por semana, durante todo o ciclo do tomateiro tutorado; ou seja, tanto no viveiro de mudas, como no cultivo definitivo (campo aberto ou cultivo protegido), logo após o transplante das mudas.

A amostragem no cultivo pode ser realizada de forma direta, por meio da contagem do número de insetos e/ou ácaros presentes sobre as plantas ou da quantificação de suas injúrias às folhas ou frutos, ou ainda de forma indireta, por meio do uso de armadilhas (Figura 3). Diferentes técnicas de amostragem (inspeção) devem ser utilizadas na cultura do tomateiro, conforme a biologia, o comportamento e o tipo de injúrias ocasionadas pelas pragas-alvo (Figuras 3 e 4).

Recomenda-se que a inspeção na lavoura seja feita em quatro pontos escolhidos aleatoriamente, contendo cinco plantas cada um, sequenciadas na linha de plantio, totalizando 20 plantas/área ou talhão de até 1,0 ha. Em áreas superiores, amostrar mais 20 plantas/ha.

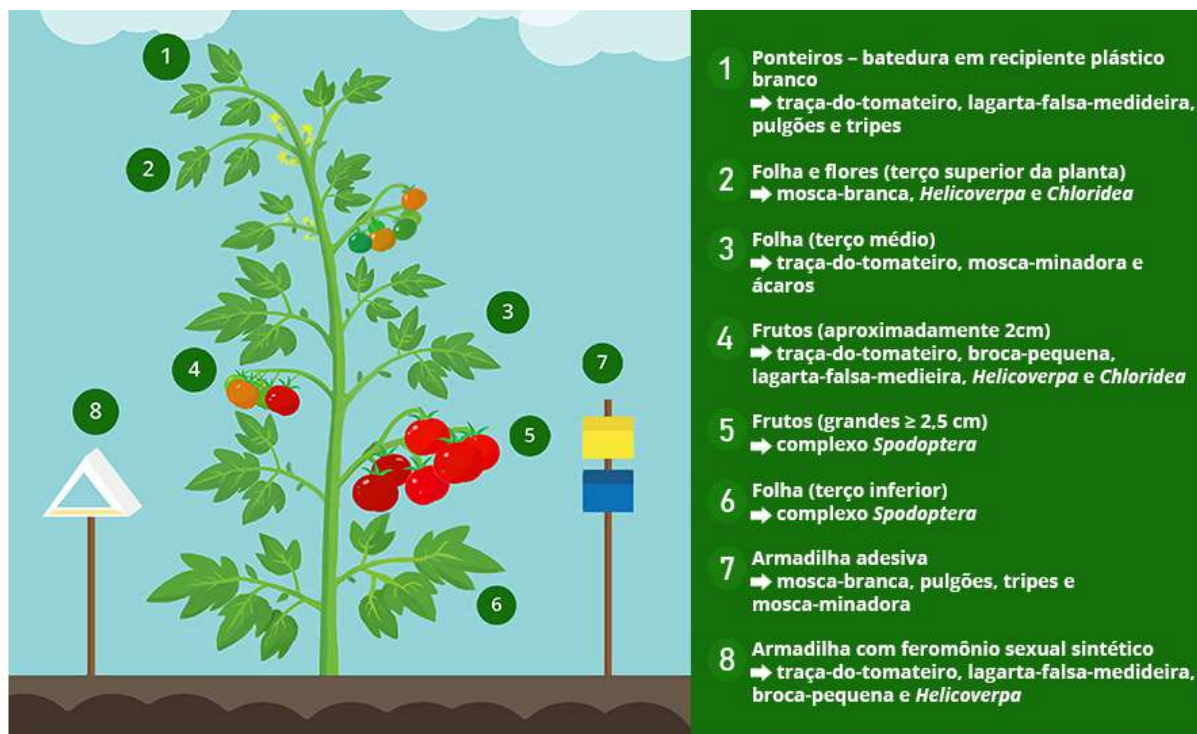


Figura 3. Posições estratégicas na planta e nos arredores para o monitoramento de pragas do tomateiro tutorado

Arte: Miguel Michereff Filho

A cada inspeção devem ser amostradas plantas distintas, realizando o caminhamento (deslocamento e inspeção) em zigue-zague, percorrendo as bordaduras e o centro da área.

No monitoramento por meio de armadilhas, elas devem ser instaladas dentro do viveiro de mudas antes da sementeira e no cultivo antes do transplante das mudas. As armadilhas devem ser distribuídas ao longo da bordadura e no interior da lavoura, de modo que os dados obtidos sejam representativos de toda a área cultivada.

Uma vez conhecido o nível de infestação ou de injúria da praga no cultivo, também é importante avaliar a população e/ou a ação dos inimigos naturais (parasitismo e predação), visando obter subsídios para previsão da tendência populacional da praga.



Todas as informações sobre infestação das pragas e ocorrência de inimigos naturais devem ser registradas em uma ficha de monitoramento. A partir desses dados, é possível efetuar a tomada de decisão sobre a necessidade de controle (geralmente pulverizar ou não um agrotóxico, ou liberar ou não um inimigo natural no cultivo). Portanto, uma determinada praga só será controlada quando seu nível populacional ou intensidade de ataque for igual ou maior que o nível de controle (NC). Na prática, utiliza-se o NC como guia para adoção de medidas de manejo curativo (principalmente controle químico).

Informações sobre a descrição e o ciclo biológico da praga, os sintomas de infestação e injúrias, as técnicas de amostragem e o nível de controle (NC) serão apresentados a seguir para as principais pragas-alvo do tomateiro.

1.1. Pragas do tomateiro

Diferentemente do sistema tradicional de controle de pragas (convencional), no MIP, um inseto ou ácaro fitófago somente é considerado praga quando causa dano econômico, ou seja, quando pode causar prejuízo financeiro igual ou superior ao custo do seu controle.

Para facilitar o reconhecimento das pragas do tomateiro e seu manejo, os insetos e ácaros fitófagos podem ser reunidos em dois grupos distintos: pragas chaves e secundárias.

- **Pragas-chave da cultura do tomateiro:** são aquelas espécies de insetos e ácaros fitófagos que, frequentemente, provocam danos econômicos, exigindo adoção criteriosa e integrada de medidas de controle.
- **Pragas secundárias ou ocasionais:** são aquelas que, embora possam causar injúria ao tomateiro, só provocam prejuízos esporadicamente e, quando isso ocorre, verifica-se em áreas localizadas e em determinado período. Além disso, a maior ou menor importância de cada praga varia de acordo com a região, a época de cultivo e o sistema de produção.



Figura 4. Técnicas de amostragem (inspeção) adotadas no monitoramento de pragas do tomateiro tutorado. Batedura do ponteiro da planta em bandeja branca (A); inspeção visual das folhas/folíolos (B); Inspeção visual de flores (C); inspeção visual de frutos (D); armadilhas atrativas (amarela e azul) adesivas (E) e armadilha modelo Delta, iscada com feromônio sexual sintético, para captura de mariposas machos (F)
Fotos: M. Michereff Filho (A e B) e I. Lüdke (C-F)



SAIBA MAIS Para obter informações mais detalhadas e imagens das pragas e dos inimigos naturais encontrados em cultivos de tomateiro, recomenda-se consultar as publicações técnicas da Embrapa Hortaliças “*Documentos 169 e 175*” de 2019, os quais podem ser baixados gratuitamente e cujas referências estão disponibilizadas no final deste capítulo. Link: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1121616>

2. Pragas-chaves

2.1. Vetores de vírus

Moscas-brancas

Bemisia tabaci (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae)

Trialeurodes vaporariorum Westwood, 1856

Ciclo biológico: ovo, ninfa e adulto. Duração – 14 a 27 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: Adultos e ninfas (Figuras 5 A-B) sugam a seiva e reduzem o vigor das plantas; na alimentação injetam toxinas que causam anomalias nos frutos (amadurecimento irregular, polpa descolorida, esponjosa e sem sabor) (Figura 6 A); excretam substância açucarada (*honeydew*) que favorece a formação de fumagina (lâmina fina e preta) nas folhas (Figura 6 B) e frutos e transmitem vírus.

No Brasil, já foram detectadas quatro espécies crípticas do complexo *B. tabaci*.

- São duas invasoras: Middle East-Asia Minor 1 - MEAM1 (também denominada biótipo B) e Mediterranean – MED (biótipo Q), e duas espécies nativas: New World 1 - NW1 (biótipo A) e New World 2.

A espécie MEAM1 é prevalente, amplamente distribuída no país e destaca-se como praga-chave do tomateiro. As espécies do complexo *B. tabaci* são vetores de vírus causadores do mosaico-amarelo ou geminivirose (*Tomato severe rugose virus* - ToSRV e *Tomato yellow vein streak virus* - ToYVSV, dentre outros) e do amarelão ou crinivirose (*Tomato chlorosis virus* – ToCV). Já a mosca-branca *T. vaporariorum* ocorre principalmente nas regiões elevadas e/ou de clima ameno e transmite o vírus causador da crinivirose (*Tomato chlorosis virus* – ToCV).

As moscas-brancas são pragas com alta relevância em lavoura de tomateiro e exigem monitoramento rigoroso na fase de viveiro e nos primeiros 40 dias após o transplante, em razão da transmissão de vírus.

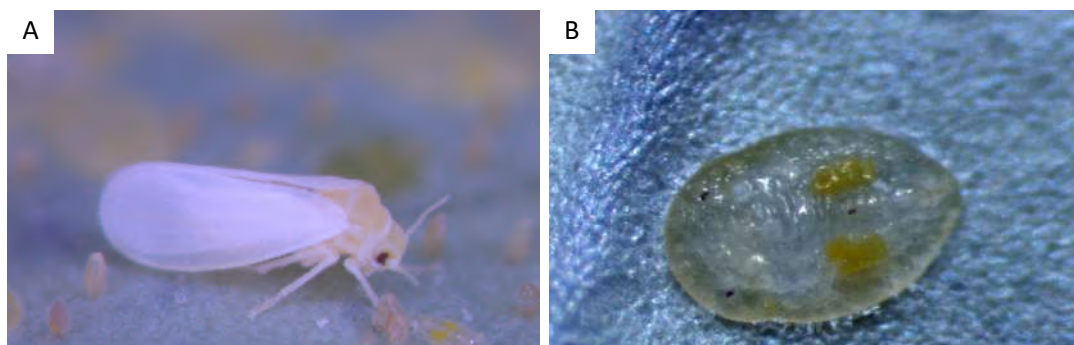


Figura 5. Mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Adulto (A); Ninfa (B)

Fotos: M. Michereff Filho

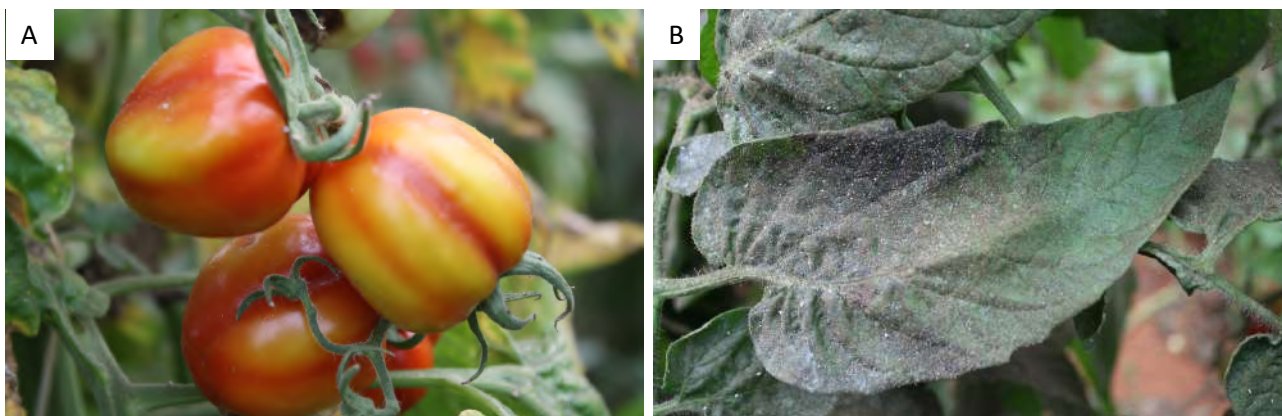


Figura 6. Sintomas de infestação da mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Maturação irregular de frutos (A); Fumagina na folha (B)

Fotos: Alexandre Pinho de Moura

Amostragem:

- Inspeção da face ventral (abaxial) de uma folha expandida do terço superior da planta em busca de adultos, num total de 20 plantas por área ou talhão;
- Contagem do número de adultos capturados em armadilha adesiva de coloração amarela, considerando no mínimo 20 armadilhas por área ou talhão.

Nível de controle:

- Em média, 1(um) adulto por planta;
- Detecção de adultos capturados nas armadilhas.

2.2. Tripes

***Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) (Thysanoptera: Thripidae)**

***F. occidentalis* (Pergande, 1895)**

***Thrips tabaci* Lindeman, 1889**

***T. palmi* Karny, 1925**

Ciclo biológico: ovo, larva, pupa e adulto. Duração – 12 a 25 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: Adultos e larvas (Figuras 7 A-B) perfuram os tecidos vegetais e sugam o conteúdo das células; a região atacada apresenta pequenas manchas irregulares de coloração esbranquiçada ou prateada, com presença de pontuações escuras (gotículas fecais). O principal dano deve-se à transmissão de vírus causadores do vira-cabeça-do-tomateiro (*Tomato spotted wilt virus* - TSWV; *Groundnut ringspot virus* - GRSV e *Tomato chlorotic spot virus* – TCSV), por larvas e adultos. Praga com alta relevância na fase de viveiro e nos primeiros 45 dias após o plantio das mudas no campo, em decorrência da transmissão de vírus. *Frankliniella schultzei* é o principal transmissor.

Amostragem:

- Agitação ou batidura de um ponteiro da planta sobre um recipiente plástico de fundo branco para a quantificação de insetos (adultos e larvas), num total de 20 plantas por área ou talhão;

- Contar o número de adultos capturados em armadilhas adesivas de coloração amarela e azul, considerando no mínimo 20 armadilhas por área ou talhão;
- Inspeção de uma inflorescência do terço superior da planta em busca de adultos, com lupa de bolso de 20 vezes de aumento.



Figura 7. Tripes (*Frankliniella schultzei*). Adulto (A); Larva (B)

Fotos: M. Michereff Filho

Nível de controle:

- Em média, 1(um) adulto por planta (ponteiro e/ou inflorescência inspecionada);
- Detecção de adultos capturados nas armadilhas.

2.3. Pulgões

***Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae)**

***Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878)**

***Myzus persicae* (Sulzer, 1776)**

Ciclo biológico: ninfa e adulto. Duração – 5 a 15 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: Adultos (Figuras 8 A-B) e ninfas sugam a seiva e injetam de toxinas nas plantas; sua excreção favorece a formação de fumagina nas folhas; adultos e ninfas transmitem os vírus causadores do topo amarelo do tomateiro (*Tomato yellow top virus* – ToYTV; estirpe de *Potato leafroll virus* – PLRV), amarelo baixeiro (*Tomato bottom leaf yellow virus* – TBLYV; estirpe de *Potato leafroll virus* – PLRV), fogo-mexicano (*Potato virus Y* – PVY) e o mosaico-amarelo (*Pepper yellow mosaic virus* – PepYMV). Infestam plantas no viveiro de mudas e na lavoura após o transplântio. Tanto os pulgões como as viroses têm baixa incidência e relevância nos cultivos de tomateiro sob controle rigoroso de moscas-brancas e tripes.

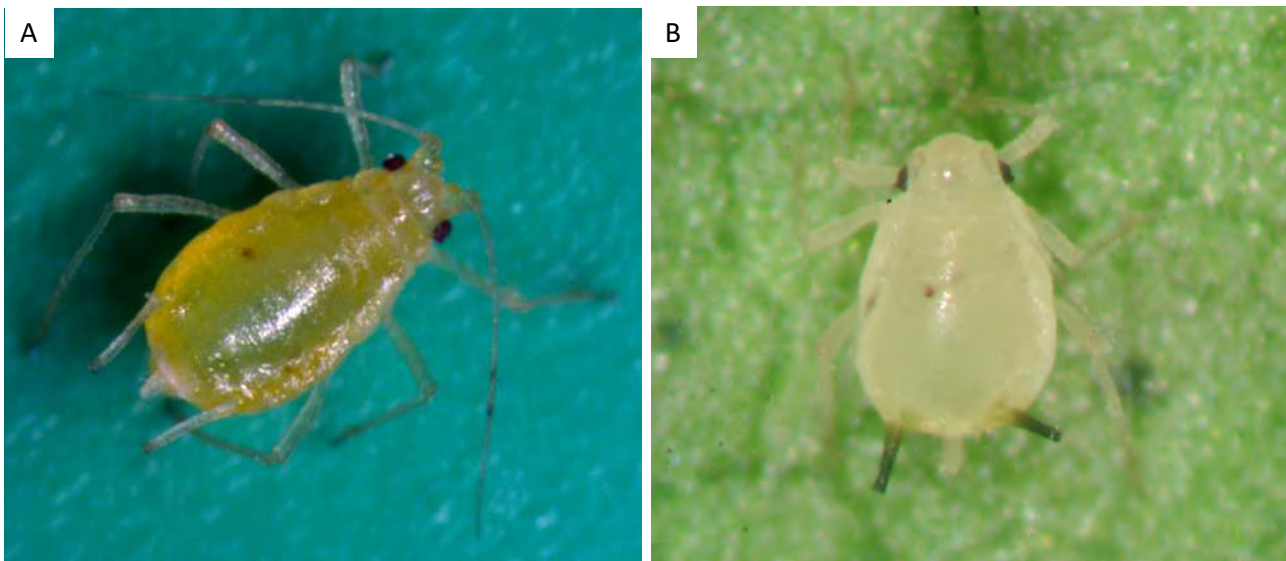


Figura 8. Pulgões. Adulto áptero de *Myzus persicae* (A); Adulto áptero de *Aphis gossypii* (B)

Fotos: M. Michereff Filho

Amostragem:

- Agitação ou batidura de um ponteiro da planta sobre um recipiente plástico de fundo branco para a quantificação de insetos (adultos alados e ápteros e ninfas), num total de 20 plantas por área ou talhão;
- Contar o número de adultos capturados em armadilhas adesivas de coloração amarela, considerando no mínimo 20 armadilhas por área ou talhão.

Nível de controle:

- Em média, 1(um) adulto por planta (ponteiro);
- Detecção de adultos capturados nas armadilhas.

3. Broqueadores de frutos

3.1. Traça-do-tomateiro

***Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)**

Ciclo biológico: ovo, larva, pupa e adulto. Duração – 25 a 40 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: A mariposa deposita os ovos (Figuras 9 A-B) isoladamente em folhas jovens, flores e frutos pequenos dos terços superior e médio da planta. A lagarta (Figura 9C) abre uma galeria (mina) larga dentro do folíolo, deixando fezes em seu interior (Figura 10A); perfura os ponteiros (gemas apicais) e brotações (Figura 10 B); ataca botões florais e broqueia o fruto (Figura 10C). Os frutos atacados apresentam perfurações de coloração escura e galerias junto à região do cálice, com a presença de fezes. Alta infestação pode causar seca das folhas e aborto de flores e de frutos pequenos (Figura 10D). Praga chave da cultura, da fase de mudas em viveiro até a colheita dos frutos.



Figura 9. Traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). Adulto (A); ovo B); lagarta (C)
Fotos: Moisés Lopes Fernandes, José Luiz Pereira e Miguel Michereff Filho (A, B e C, respectivamente)

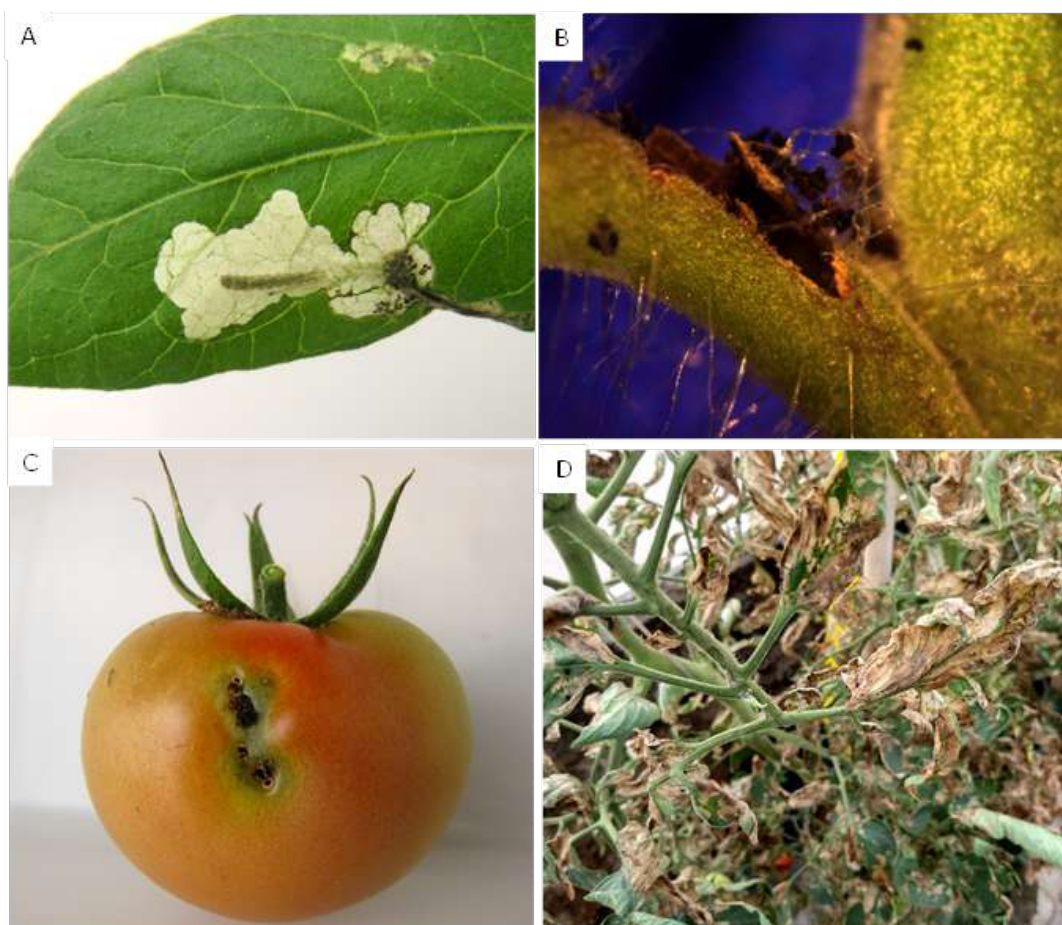


Figura 10. Sintomas de infestação da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). Galeria alargada no folíolo com lagarta e detritos (fezes) pretos (A); perfuração de ramo, com detritos pretos (B); broqueamento de fruto (C), e ataque severo, com secamento das folhas minadas (D)

Fotos: Miguel Michereff Filho (A-C) e Ítalo Rocha Guedes (D)

Amostragem:

- Agitação ou batidura de um ponteiro da planta sobre um recipiente plástico de fundo branco para a quantificação de lagartas, num total de 20 plantas por área ou talhão;
- Inspeção de uma folha expandida do terço superior com mina (galeria) e de uma folha do terço médio da mesma planta em busca de lagartas vivas;
- Inspeção de cinco frutos por planta com diâmetro de até 2cm, preferencialmente na mesma penca, em busca de ovos, lagartas vivas e sinais de ataque;
- Contagem do número de mariposas capturadas em armadilha iscada com feromônio sexual sintético da espécie, a partir das 10h, considerando no mínimo duas armadilhas por hectare.

Nível de controle: (baseado no que for atingido primeiro)

- 20% de ponteiros com presença de lagarta viva na batidura;
- 20% de folhas com larvas vivas;
- 5% de plantas com ovos, lagartas vivas ou sinais de ataque nos frutos;

Captura acumulada de 10 machos por armadilha, em média, ao longo da semana.

3.2. Broca-pequena-do-fruto

***Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae)**

Ciclo biológico: ovo, larva, pupa e adulto. Duração – 30 a 50 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: A mariposa (Figura 11 A) deposita os ovos isoladamente ou em grupo, no pecíolo, cálice e na face inferior das sépalas ou na lateral do fruto pequeno. A lagarta (Figura 11 B) broqueia o fruto. Ao nascer, raspa a superfície dos frutos e perfura o pericarpo, deixando uma pequena cicatriz escura. A lagarta se desenvolve dentro do fruto, alimentando-se da polpa e sementes (Figura 11 C e D). Ao final da fase larval, o inseto abandona o fruto e o orifício de saída da lagarta possibilita a entrada de umidade, insetos (pequenos besouros e moscas) e microrganismos saprófitos, que causam o apodrecimento do fruto atacado, inutilizando-o para o mercado de frutos frescos e para o processamento industrial. Praga-chave da cultura a partir do florescimento, principalmente no cultivo de tomate de mesa em campo aberto, em clima com umidade relativa superior a 50%.

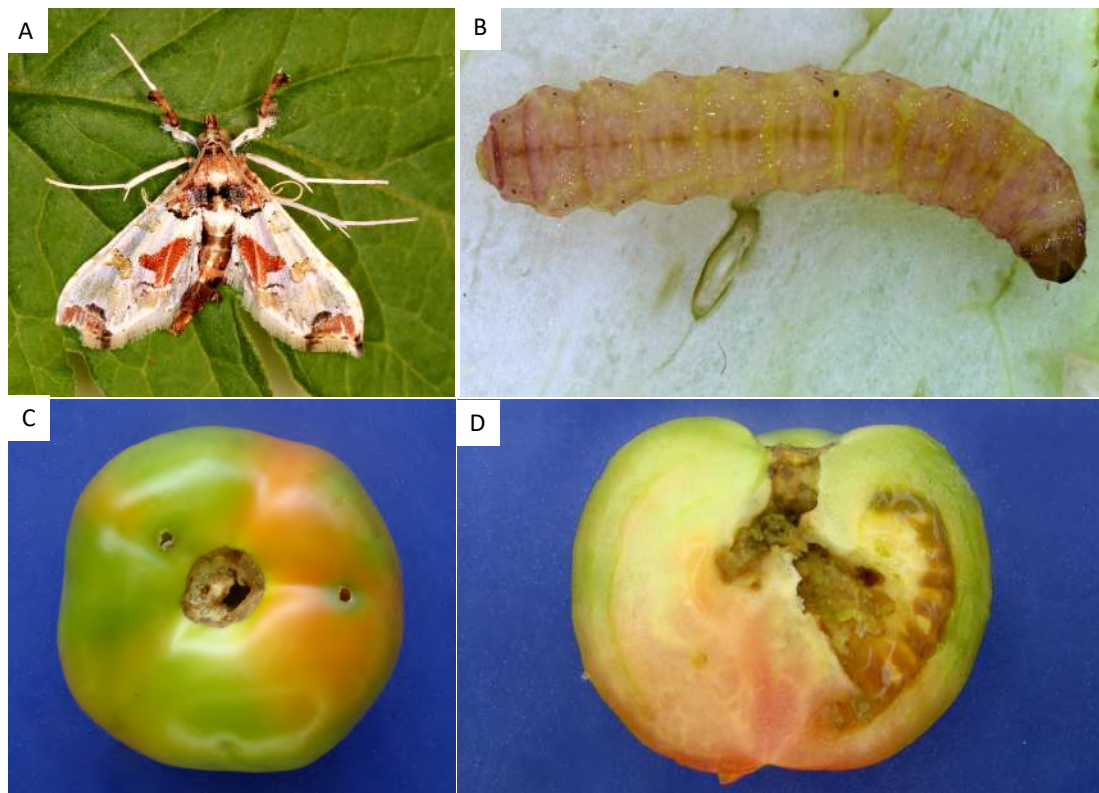


Figura 11. Broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis*). Adulto (A); lagarta (B); danos nos frutos que indicam a infestação do tomateiro pela praga (C e D)

Fotos: Moises Lopes Fernandes (A e B) e Alexandre Pinho de Moura (C e D)

Amostragem:

- Inspeção de uma penca por planta, com frutos de até 2cm de diâmetro, em busca de ovos e sinais de ataque das lagartas, num total de 20 plantas por área ou talhão;
- Contagem do número de mariposas capturadas em armadilha iscada com feromônio sexual sintético da espécie, a partir das 10h, considerando no mínimo duas armadilhas por hectare.

Nível de controle: (baseado no que for atingido primeiro)

- 3% de pencas com ovos ou sinais de ataque nos frutos;
- Captura de 1 (um) macho por semana, na média das armadilhas.

4. PRAGAS SECUNDÁRIAS

4.1. Mosca-minadora

Liriomyza huidobrensis (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae)

L. sativae (Blanchard, 1938)

L. trifolii (Burgess, 1880)

Ciclo biológico: ovo, larva, pupa e adulto. Duração – 14 a 30 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: A fêmea (Figura 12 A) deposita o ovo dentro do tecido do folíolo (postura endofítica). A larva (Figura 12 B) abre galeria ou mina translúcida, estreita e irregular, em forma de serpentina no folíolo (Figura 12 C). Alta infestação provoca necrose e secamento dos folíolos e desfolha precoce, com impacto negativo na produção e qualidade dos frutos.

Amostragem:

- Inspeção de uma folha do terço médio com mina (galeria) por planta, em busca de lagartas vivas, num total de 20 plantas por área ou talhão.

Nível de controle:

- 25% das folhas minadas com presença de larvas vivas ou presença do inseto em 10% das plantas amostradas.

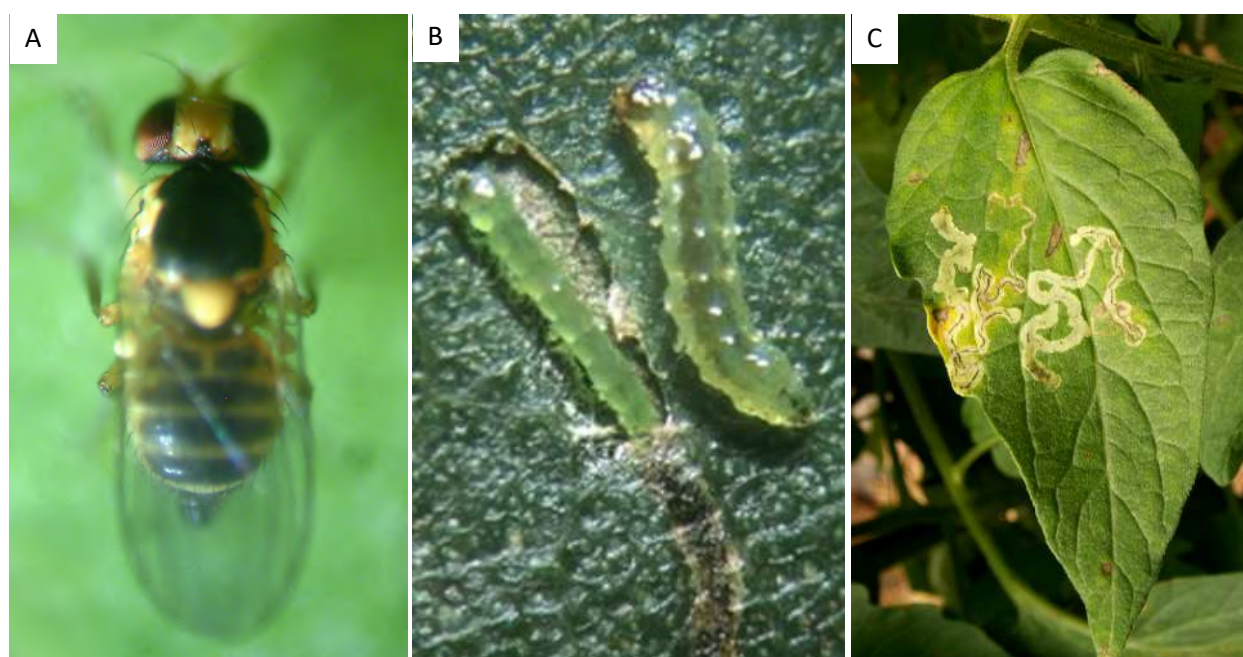


Figura 12. Mosca-minadora (*Liriomyza* spp.). Adulto (A); larva (B); galerias estreitas, em forma de serpentina no folíolo (C)

Fotos: Jorge Anderson Guimarães

4.2. Lagarta-militar (complexo *Spodoptera*)

Spodoptera eridania Stoll, 1781 (*Lepidoptera: Noctuidae*)

Spodoptera cosmioides Walker 1858

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797)

Ciclo biológico: ovo, larva, pupa e adulto. Duração – 21 a 46 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: A mariposa (Figuras 13A-C) deposita os ovos em grupo (massa) e coberto por escamas (Figura 14), na face ventral (abaxial) das folhas baixas. A lagarta (Figuras 15A-C) pode seccionar as plantas rente ao solo e matá-las logo após o transplante (como a lagarta-rosca); quando nova, a lagarta raspa a face inferior do folíolo, tornando-o rendilhado (Figura 16A). Posteriormente, a lagarta broqueia os frutos (principal dano), os quais apresentam

grandes perfurações próximas ao cálice (Figura 16B). O ataque aos frutos inicia-se do terço inferior (folhas baixas e primeiros cachos) para o ápice da copa da planta. Surtos frequentes ocorrem na região Centro-Oeste, na transição entre as estações seca e chuvosa do ano.



Figura 13. Lagarta-militar (complexo *Spodoptera*). Adultos com as asas abertas, apresentando manchas características da espécie. Macho de *S. eridania* (A); fêmea de *S. cosmioides* (B); macho de *S. frugiperda* (C)
Fotos: Alexandre Specht (A e C) e Moises Lopes Fernandes (B)

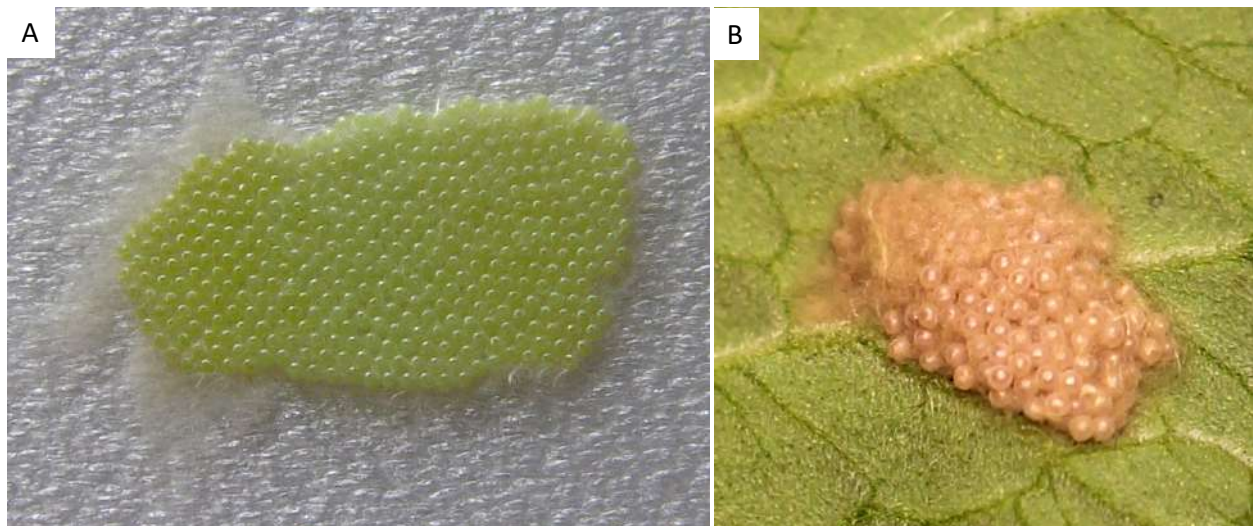


Figura 14. Lagarta-militar (complexo *Spodoptera*). Grupo de ovos com coloração esverdeada ou alaranjada, depositados em camadas, na face inferior do folíolo e com escamas da mariposa
Fotos: Alexandre Specht (A) e Moises Lopes Fernandes (B)



Figura 15. Lagarta-militar (complexo *Spodoptera*). Aspecto do inseto no final da fase larval da espécie. *S. eridania* (A); *S. cosmioides* (B); *S. frugiperda* (C)
Fotos: Alexandre Pinho de Moura (A), Moises Lopes Fernandes (B) e Alexandre Specht (C)

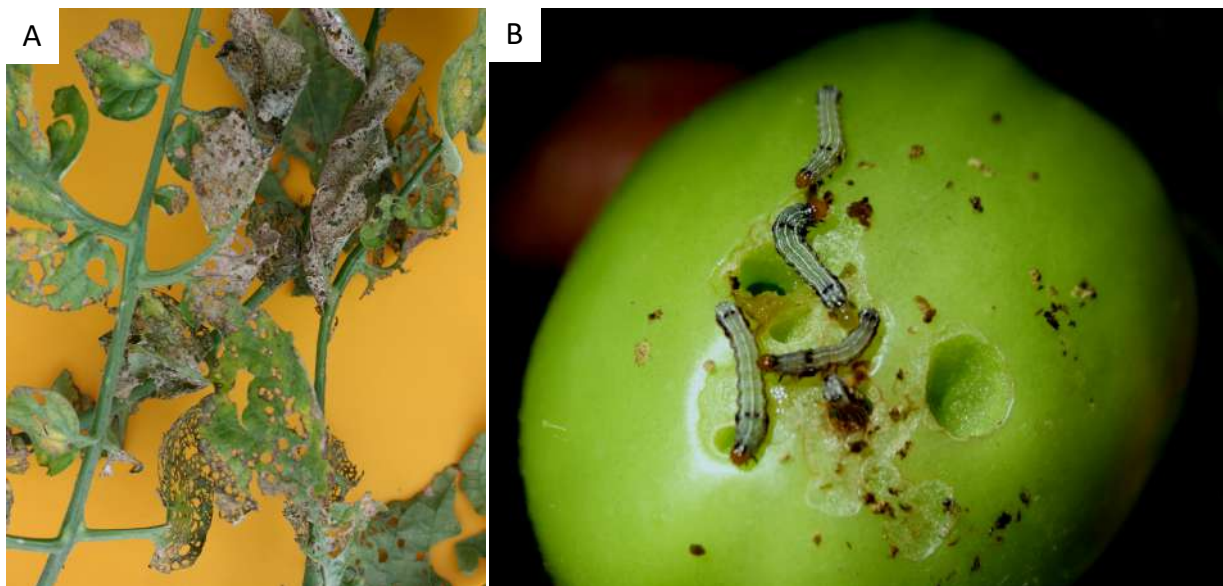


Figura 16. Sintomas de infestação da lagarta-militar (similar para as três espécies de Spodoptera). Folíolos rendilhados, nas folhas mais velhas (baixeiras) (A); fruto broqueado (B)

Fotos: Alexandre Pinho de Moura

Amostragem:

- Inspeção da face ventral (abaxial) de uma folha do terço inferior (baixeira) da planta em busca de massas de ovos e lagartas pequenas, num total de 20 plantas por área ou talhão.
- Inspeção de cinco frutos por planta com diâmetro de até 2cm, preferencialmente na mesma penca, em busca de lagartas vivas e sinais de ataque.

Nível de controle:

- 10% de plantas como massas de ovos;
- 3% de pencas com lagartas ou sinais de ataque nos frutos.

4.3. Lagarta-falsa-medideira (complexo Plusiinae)

***Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae)**

***Trichoplusia ni* Hübner, 1802**

***Rachiplusia nu* (Guenée, 1852)**

Ciclo biológico: ovo, larva, pupa e adulto. Duração – 21 a 40 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: A mariposa (Figura 17A) deposita o ovo isoladamente na face inferior de folíolos das folhas novas, brotações e flores. A lagarta (Figura 17B) inicialmente causa desfolha acentuada no terço superior da planta e quando desenvolvida ataca os frutos ainda verdes, nos quais deixa vários orifícios e pode se alimentar de grande parte da polpa (Figura 17C). A espécie *C. includens* é a principal Plusiinae que infesta cultivos de tomateiro nas regiões Centro-Oeste e Nordeste brasileiras. *Rachiplusia nu* tem maior ocorrência na região Sul brasileira.

Amostragem:

- Agitação ou batidura de um ponteiro da planta sobre um recipiente plástico de fundo branco para a quantificação de lagartas;

- Inspeção de cinco frutos por planta, preferencialmente na mesma penca, em busca de lagartas vivas e sinais de ataque.

Nível de controle:

- 1 (uma) lagarta por ponteiro, em média, ou 20% dos ponteiros com lagartas;
- 3% de pencas com lagartas ou sinais de ataque nos frutos.

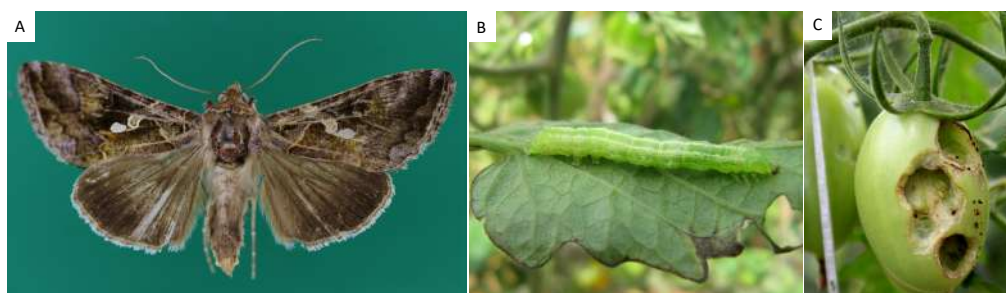


Figura 17. Lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*). Adulto com as asas em repouso (A); lagarta (B) e fruto severamente broqueado pela praga (C)

Fotos: Moises Lopes Fernandes, Miguel Michereff Filho e Raphael Augusto de Castro e Melo (A-C, respectivamente)

4.4. Broca-grande (complexo *Heliothinae*)

Helicoverpa armigera (Hübner, [1808]) (*Lepidoptera: Noctuidae*)

H. zea (Boddie, 1850)

Chloridea virescens (Fabricius, 1777)

Ciclo biológico: ovo, larva, pupa e adulto. Duração – 35 a 60 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: A mariposa (Figura 18A e B) deposita o ovo isoladamente na folha logo acima da inflorescência ou diretamente nas flores (sépalas e pétalas) e nos frutos pequenos. A lagarta (Figura 19A) ataca folhas, ramos, brotações, ponteiros, flores e frutos. Atua principalmente como broqueadora de frutos. Perfura os frutos, alimenta-se da polpa e deixa grandes orifícios (Figura 19B). Esses orifícios de alimentação tornam o fruto suscetível à infestação por pequenos besouros e larvas de moscas e a infecções secundárias por microrganismos saprófitos, os quais promovem o apodrecimento do fruto. Em alta infestação, a lagarta de *Helicoverpa* spp. pode permanecer dentro do fruto até a pupação.

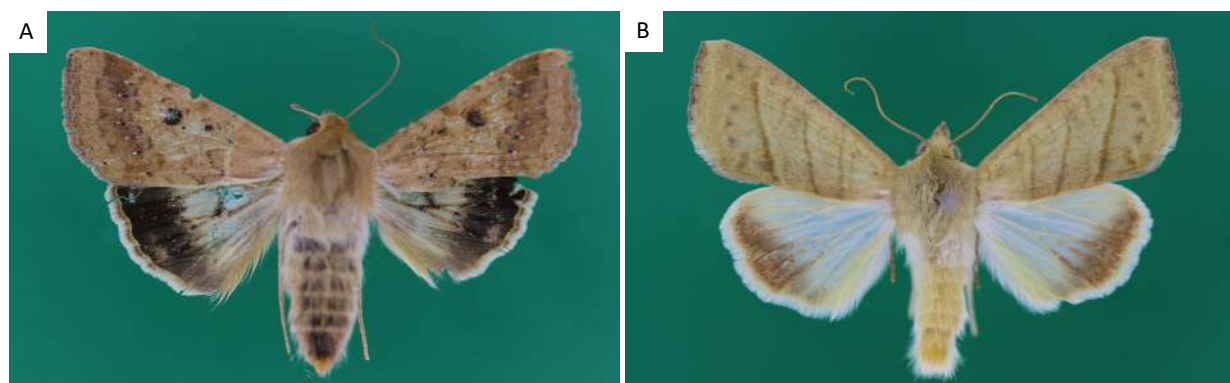


Figura 18. Broca-grande. Adulto de *Helicoverpa armigera* (A); Adulto de *Chloridea virescens* (B)

Fotos: Moises Lopes Fernandes

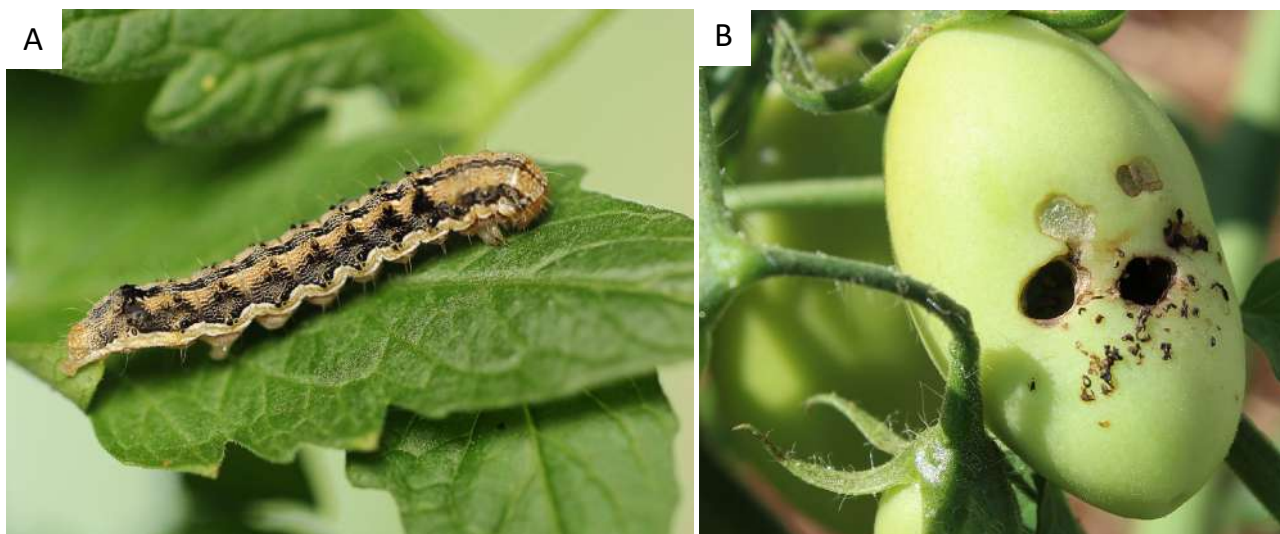


Figura 19. Broca-grande. Lagarta de *Helicoverpa armigera* (A); fruto broqueado (B), com grandes orifícios
Fotos: Moises Lopes Fernandes

Amostragem:

- Inspeção de uma folha do terço superior da planta, próxima a uma inflorescência, em busca de ovos e lagartas pequenas;
- Inspeção de cinco frutos por planta, preferencialmente na mesma penca, em busca de ovos e sinais de ataque das lagartas, num total de 20 plantas por área ou talhão.

Nível de controle:

- Presença de ovos ou lagartas em circulação, em 3% das pencas de frutos e/ou das folhas inspecionadas.

4.5. Ácaro-do-bronzeamento

***Aculops lycopersici* (Masse, 1937) (Acari: Eriophyidae)**

Ciclo biológico: ovo, imaturo (larva e ninfa) e adulto. Duração – 6 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: O adulto (Figura 20A) e as formas imaturas perfuram as células da epiderme vegetal com seu aparelho bucal e sugam o conteúdo que extravasa. As folhas atacadas ficam amareladas, bronzeadas, levemente retorcidas, com aspecto brilhante na face inferior e secam sem murchar; a infestação também é detectada pelo bronzeamento da base dos ramos (Figura 20B), frutos pequenos e bronzeados ou com pele áspera e queimada (escaldadura) pelo sol (Figura 20C). A infestação inicia-se nas folhas mais velhas, ou seja, do terço inferior em direção ao ápice das plantas. Alta infestação pode reduzir substancialmente a produção ou causar a morte da planta. Maior relevância em cultivos de tomate tutorado sob ambiente protegido (estufa), em condições de clima quente e seco.

Amostragem:

- Inspeção de uma folha do terço médio da planta, para detecção de sintomas de ataque e presença de ácaros; detecção dos ácaros somente possível com lupa com aumento de 40 vezes ou mais.

Nível de controle:

- 10 % de folhas sintomáticas e com presença de ácaros.

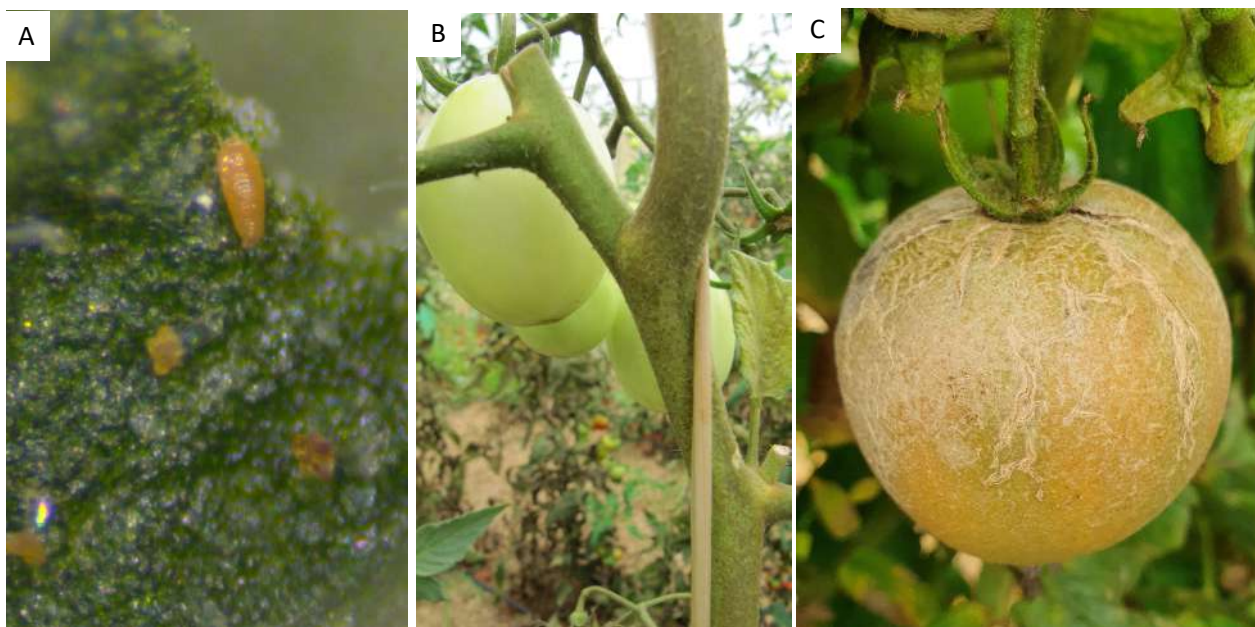


Figura 20. Ácaro-do-bronzeamento (*Aculops lycopersici*). Adulto (A); bronzeamento dos ramos (B) e fruto com epiderme áspera e queimada pela exposição ao sol (C)

Fotos: Miguel Michereff Filho (A e B) e Juracy Caldeira Lins Jr (C)

4.6. Ácaro-rajado

Tetranychus urticae (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae)

Ciclo biológico: ovo, imaturos (larva e ninfa) e adulto. Duração – 7 a 21 dias.

Sintomas de ataque e injúrias: O adulto (Figura 21A) e as formas imaturas (Figura 21B) perfuram as células da epiderme vegetal com seu aparelho bucal (quelíceras modificadas em forma de estiletos) e sugam o conteúdo que extravasa (Figura 21C). Alojaram-se na face inferior dos folíolos, sendo protegidos pela teia produzida pelos ácaros adultos. A face superior do folíolo inicialmente apresenta pontuações cloróticas (amarelo-esbranquiçadas), que posteriormente se unem, ficam marrom-avermelhadas e secam, causando a senescência da folha. A infestação inicia-se nas folhas mais velhas, ou seja, do terço inferior em direção ao ápice das plantas. Alta infestação causa redução da fotossíntese, perda de vigor da planta, desfolha precoce, redução da produção e a ocorrência de frutos com superfície áspera e queimada (escaldadura) pela exposição ao sol. Maior relevância em cultivos de tomate tutorado sob ambiente protegido (estufa), em regiões de clima quente e seco.

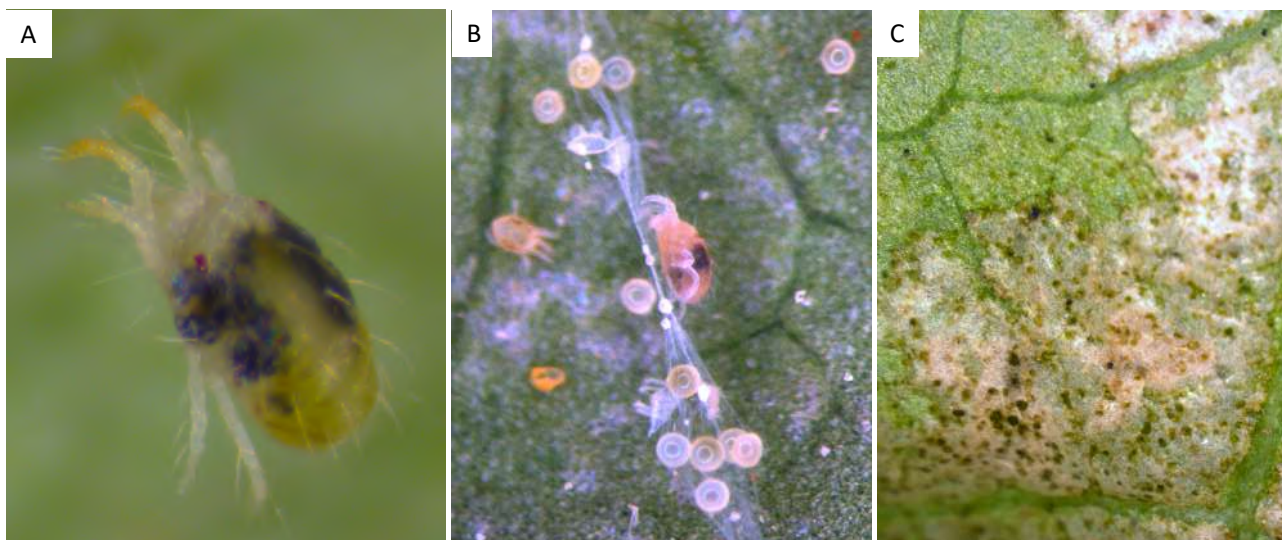


Figura 21. Ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*). Fêmea adulta (A); ovos, formas imaturas e teia (B); Injúria na face inferior do folíolo de tomateiro causada pela alimentação da praga (C)

Fotos: Miguel Michereff Filho

Amostragem:

- Inspeção de uma folha do terço médio da planta, para detecção dos sintomas de ataque e a presença de ácaros.

Nível de controle:

- 10 % de folhas com presença de ácaros.

5. CONTROLE DE PRAGAS

5.1. Controle de vetores

- Implantar barreiras vivas (capim elefante, milho ou cana-de-açúcar) ao redor do cultivo, no intuito de retardar a infestação dos insetos vetores;
- Usar cultivares de tomateiro com genes de resistência às viroses;
- Produzir as mudas em local protegido com tela antiafídeo (viveiro) (Figura 22A), distante de cultivos infestados com moscas-brancas, tripes, pulgões e viroses associadas e longe do local definitivo de plantio. Outra opção é a aquisição de mudas de procedência confiável;
- Evitar o estabelecimento de áreas novas de plantio próximo a lavouras de tomateiro mais velhas e com viroses;
- Garantir o isolamento dos talhões por data e área, evitando o escalonamento de plantio;
- Plantar os talhões no sentido contrário ao vento, do mais velho para o mais novo, para desfavorecer o deslocamento das pragas dos talhões velhos para os novos;
- Realizar a adubação química, conforme análise de solo ou foliar e requerimentos da cultura, evitando-se o excesso de nitrogênio;
- Utilizar cobertura do solo com superfície refletora de raios ultravioletas (casca de arroz, palha

ou *mulch* plástico de coloração prateada ou aluminizada), para dificultar a colonização dos vetores (Figura 22B);

- Selecionar mudas saudáveis e vigorosas para o transplante;
- Em localidades com histórico de alta incidência de viroses (mosaico-dourado, amarelão e vira-cabeça) associadas a moscas-brancas e tripses, deve-se efetuar o tratamento de mudas com inseticidas de ação sistêmica (imersão de bandejas ou via esguicho), dois dias antes do transplante;
- Transplantar somente mudas com mais de 21 dias de idade (Figura 22C);
- Adequar a época de plantio para a região, de maneira que coincida com o período de baixa infestação de moscas-brancas, tripses e pulgões no campo (preferencialmente na estação chuvosa);
- Destruir plantas hospedeiras alternativas (ervas daninhas, tigueras e plantas silvestres) dentro da área de cultivo e também de suas proximidades, visando eliminar fontes dos vírus e/ou dos vetores e que podem atuar como reservatório para infecção da cultura;
- Adotar o controle químico de vetores com base no monitoramento e ao atingir o nível de controle (NC). Evitar a aplicação preventiva e calendarizada de inseticidas após o transplante do tomateiro;
- Empregar a irrigação por aspersão, com gotas grandes, por poucas horas no dia, e apenas algumas vezes na semana, para controle mecânico de tripses e pulgões (Figura 22D);
- Manejar adequadamente a irrigação para evitar o estresse hídrico e favorecer o estabelecimento rápido das plantas (Figura 22E);
- Eliminar plantas de tomateiro com viroses e descartá-las longe do cultivo;
- Destruir e incorporar os restos culturais logo após a última colheita;
- Destruir cultivos de tomateiro abandonados;
- Realizar a rotação de culturas com plantas não hospedeiras de moscas-brancas, tripses, pulgões e dos vírus associados (evitar a sucessão com solanáceas, cucurbitáceas e leguminosas);
- Para o controle de moscas-brancas e pulgões, visando exclusivamente a redução de sua infestação em regiões de baixa incidência de viroses, pode-se utilizar:
 - 1) óleo mineral, óleo vegetal emulsionável ou inseticida botânico a base de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), na concentração de 0,25% (250 ml para 100 litros de água);
 - 2) inseticidas biológicos a base dos fungos entomopatogênicos *Isaria* (= *Cordyceps*) spp., *Lecanicillium* (= *Akanthomyces*) spp. e *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, 1912, quando a umidade relativa do ar for superior a 70% e 3) suspensão de sabões ou detergente neutro com água;
- No caso da doença “vira-cabeça”, o uso de inseticidas químicos (com ação sistêmica ou de contato) para controle de tripses (larvas e adultos) pode reduzir a incidência dessa virose desde que sejam adotados os procedimentos técnicos recomendados para a aplicação dos produtos e logo no início da infestação dos insetos adultos nas bordaduras do cultivo. Em caso de baixa incidência de viroses, também pode-se empregar o inseticida botânico à base de nim pulverizado na parte aérea do tomateiro. Fungos entomopatogênicos, utilizados isoladamente, não propiciam controle eficaz de tripses e redução do “vira-cabeça”;
- O uso de inseticidas químicos e de óleos (mineral ou vegetal emulsionável) para controle de pulgões não é eficaz para impedir a transmissão dos vírus (ToYTV; TBLYV; PVY e PepYMV) no cultivo e a sua disseminação dentro da área de plantio. Esses insetos vetores são capazes de

transmitir o vírus em poucos segundos, com uma simples picada de prova, antes mesmo de sofrerem a ação dos inseticidas e óleos.

- Usar, quando necessário, inseticida com seletividade em favor dos inimigos naturais e polinizadores e
- Fazer a rotação de inseticidas conforme o modo de ação.



Figura 22. Medidas para o controle de pragas vetores de vírus. Viveiro telado com mudas de tomateiro em desenvolvimento (A). Cobertura do solo nas entrelinhas com palha de capim-elefante Napier (B). Transplântio de mudas de tomateiro com idade superior a 21 dias para tolerar estresses bióticos e abióticos no ambiente de cultivo (C). Irrigação por aspersão como método de controle mecânico de pragas em cultivo de tomateiro (D). Manejo da irrigação do tomateiro através da leitura da tensão do solo a 20 e 40 cm de profundidade

Fotos: Alice Kazuko Inoue-Nagata (A e C), Waldir Aparecido Marouelli (B e D) e Juracy Caldeira Lins Jr (E)

5.2. Controle de broqueadores de frutos

- Implantar barreiras vivas (capim elefante, milho ou cana-de-açúcar) ao redor do cultivo, no intuito de retardar a infestação;
- Evitar o estabelecimento de áreas novas de plantio próximo a lavouras de tomateiro, jiloeiro, berinjela e pimentão;
- Produzir as mudas em locais protegidos com tela, distantes de campos infestados com brocas e longe do local definitivo de plantio;
- Plantar os talhões no sentido contrário ao vento, do mais velho para o mais novo, para desfavorecer o deslocamento das pragas dos talhões velhos para os novos;
- Destruir plantas hospedeiras de brocas (tigueras de tomateiro, ervas daninhas, e plantas silvestres) que estejam dentro da área de cultivo e também nas suas proximidades;
- Em cultivos com até 2.500 plantas, efetuar o ensacamento de inflorescências (logo após a

- polinização) ou pencas (Figura 23), mantendo-se as embalagens até a colheita;
- Empregar a irrigação por aspersão, com gotas grandes, por poucas horas no dia e apenas algumas vezes na semana, para controle mecânico de ovos e lagartas da traça-do-tomateiro;
 - Retirar os frutos atacados que permanecem nas plantas;
 - Coletar frutos caídos no chão e enterrá-los em trincheira, longe do cultivo para evitar novas infestações (Figura 24A);
 - Destruir e incorporar os restos culturais, logo após a última colheita (Figura 24B e C);
 - Destruir cultivos abandonados;
 - Realizar a rotação de culturas com plantas não hospedeiras das brocas (evitar tomateiro, jiloeiro, berinjela, pimentão, grão-de-bico, milho e soja);
 - Utilizar inseticidas químicos específicos para a espécie-alvo, que sejam registrados para o tomateiro, aqueles menos tóxicos ao homem e seletivos em favor dos inimigos naturais e polinizadores; como alternativa, pulverizar óleo de sementes de nim na concentração de 0,25% (volume/volume) na calda;
 - Fazer a rotação de inseticidas conforme o modo de ação; e
 - Adotar o controle biológico mediante liberação inundativa (massal) do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Figura 25) em combinação com inseticida biológico à base da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) ou inseticidas químicos seletivos a esse parasitoide, tanto em cultivos sob campo aberto como em ambiente protegido (para *T. absoluta*, *N. elegantalis*, *H. armigera*, *H. zea* e *C. virescens*).

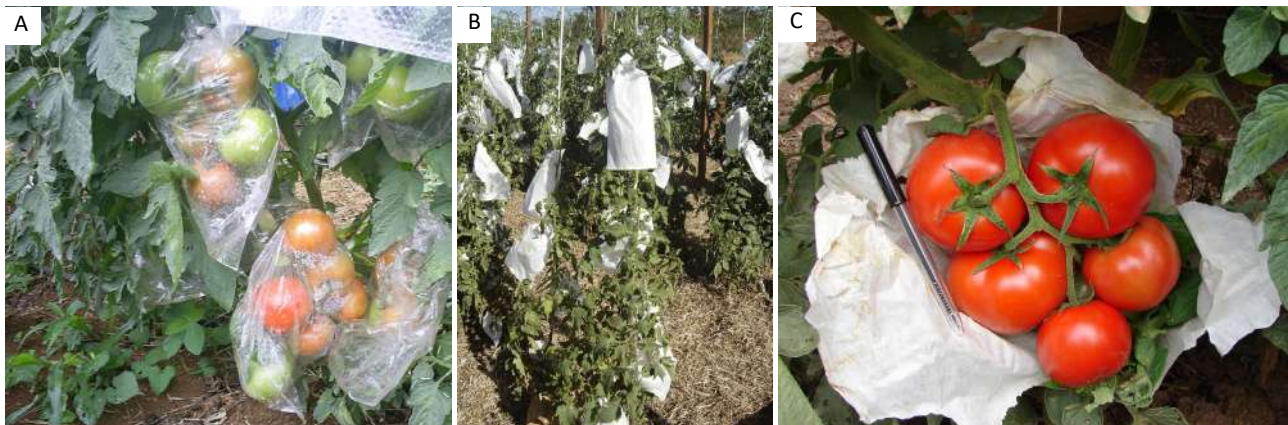


Figura 23. Ensacamento de inflorescências e pencas para proteção contra infestação de lagartas broqueadoras de frutos. Frutos ensacados em plástico polipropileno microperfurado (A). Frutos ensacados em sacos de papel (B e C)

Fotos: Janaína Pereira dos Santos (A) e José Ronaldo de Macedo (B e C)



Figura 24. Frutos caídos no solo após o ataque de pragas e abandono do cultivo (A). Remoção e destruição de restos culturais para redução dos focos de infestação de pragas (B e C)

Fotos: Alice Kazuko Inoue-Nagata (A e C) e Miguel Michereff Filho (B)



Figura 25. Estaca com pedaço de cartela contendo ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum*, como forma de liberação inundativa do inimigo natural no cultivo de tomateiro tutorado

Foto: Miguel Michereff Filho

6. Controle de outras pragas (secundárias)

Além dos métodos de controle citados para vetores e broqueadores de frutos, recomendam-se algumas medidas complementares como:

- Utilizar placas ou faixas adesivas de coloração amarela, para a captura massal de mosca-mi-nadora (*Liriomyza* spp.) e vaquinhas (*Diabrotica* spp.);
- Utilizar armadilhas confeccionadas com garrafas tipo PET, contendo atrativo alimentar como sementes, raízes, caules e frutos de *Cayaponia tayuya* (Vell.) Cogniaux (tajuá ou taiuíá) ou *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl. (porongo ou cabaça) para captura massal de vaquinhas (Figura 26);
- Evitar o estabelecimento de áreas novas de plantio próximo a lavouras de tomateiro, jiloeiro, berinjela, pimentão, feijoeiro, soja e mamona;
- Empregar a irrigação por aspersão, com gotas grandes, por poucas horas no dia, e três vezes na semana, para controle mecânico do ácaro-rajado (*T. urticae*) e do ácaro-do-bronzeamento (*A. lycopersici*);

- Evitar a adoção de pulverizações preventivas e calendarizadas de inseticidas e acaricidas químicos, para preservação de inimigos naturais no cultivo e no entorno da lavoura, e
- Utilizar inseticidas químicos específicos para a espécie-alvo, que sejam registrados para o tomateiro e aqueles menos tóxicos ao homem; como alternativa, pulverizar óleo de sementes de nim na concentração de 0,25% (volume/volume) na calda.



Figura 26. Armadilha de garrafa PET com isca de tajuá para coleta massal de adultos de vaquinhas (*Diabrotica* spp.)

Foto: Janaína Pereira dos Santos



SAIBA MAIS: A lista completa e atualizada dos inseticidas, químicos e biológicos para pragas da cultura do tomateiro pode ser consultada no AGROFIT, no seguinte endereço: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.

É importante reforçar ao produtor que não considere apenas o controle químico como única forma de controle das pragas. O uso de inseticidas e acaricidas sempre deve estar associado a outros métodos de controle. Para a utilização de inseticidas e acaricidas químicos, várias precauções devem ser tomadas para se alcançar a eficiência de controle desejada, causar o mínimo de desequilíbrio biológico e evitar a seleção de populações de pragas resistentes aos produtos. Recomendações detalhadas sobre o controle químico estão disponibilizadas no capítulo 12.

7. Referências

BACCI, L.; PICANÇO, M. C.; QUEIROZ, R. B.; SILVA, E. M. Sistemas de tomada de decisão de controle dos principais grupos de ácaros e insetos-praga em hortaliças no Brasil. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas**: hortaliças. Viçosa, MG: UFV, Cap. 12, p.423-462, 2007.

- BACCI, L.; PICANÇO, M. C.; FERNANDES, F. L.; SILVA, N. R. MARTINS, J. C. Estratégias e táticas de manejo dos principais grupos de ácaros e insetos-praga em hortaliças no Brasil. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas: hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, Cap. 13, p.463-504, 2007.
- COSTA-LIMA, T. C.; SILVA, A. C.; PARRA, J. R. P. **Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. 36p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 268).
- DUTRA, C.; SCHNEIDER, A.; DE CONTI, B.; FRANCISCHINI, F.; OLIVEIRA, J. A.; MUÑOZ, A.; BORN, B. **Manual de bolso: Identificação de lagartas pragas**. São Paulo: Monsanto. 2015. 17 p. Disponível em: <www.refugiocomdesconto.com.br/Manual_de_Bolso.pdf> Acesso em: 30 nov. 2020.
- FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 510p.
- FORNAZIER, M. J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D.S. Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo. In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Tomate**. Vitória, ES: Incaper, Cap. 9, p.185-226, 2010.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920p.
- GRAVENA, S.; BENVENGA, S.R. **Manual prático para manejo de pragas do tomate**. Jaboticabal, SP: Gravena-ManEcol Ltda., 2003. 144p.
- INOUE-NAGATA, A. K. Doenças viróticas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universitária de Lavras, p.327-344, 2013.
- LEWIS, T. **Thrips, their biology, ecology and economic importance**. London: Academic Press, 1973, 349p.
- LIMA, M. F.; MICHEREFF FILHO, M. **Vira-cabeça do tomateiro: sintomas, epidemiologia, transmissão e medidas de manejo**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015. 16p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 110).
- MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S PAIVA, D. W.; SILVA, L. V.; BASTOS, L. H. P.; CARDOSO, M. H. W. M. **Bases tecnológicas para o cultivo de tomate no sistema de produção TOMATEC®**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2016. 45p. (Embrapa Solos. Documentos, 189).
- McDOUGALL, S.; WATSON, A.; STODART, B.; NAPIER, T.; KELLY, G.; TROLD AHL, D.; TESORIERO, L. **Tomato, capsicum, chilli and eggplant: a field guide for the identification of insect pests, beneficials, diseases and disorders in Australia and Cambodia**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. 233p. (ACIAR Monograph, No. 157).
- MICHEREFF-FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P.; LIZ, R. S. Pragas do tomateiro. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Org.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, p.265-300, 2012.

- MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P.; VILELA, E. F. Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick). Parte 3 - Horticultura e plantas forrageiras. In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Pragas Introduzidas no Brasil – Insetos e Ácaros**, 1.ed. Piracicaba: Fealq, p.500-515, 2015.
- MICHEREFF FILHO, M.; INOUE-NAGATA, A. K. **Guia para o reconhecimento e manejo da mosca-branca, da geminivirose e da crinivirose na cultura do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015. 16p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 142).
- MICHEREFF FILHO, M.; SOUSA, N. C. M.; SCHMIDT, F.G.V.; TORRES, J. B.; TORRES, C. S. A. S.; MOURA, A. P. DE; GUIMARÃES, J. A. **Guia para identificação de inimigos naturais em cultivos de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019, 88 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 169). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214496/1/DOC-169-Internet-2.pdf> Acesso em: 10 dez. 2020.
- MICHEREFF FILHO, M. SCHMIDT, F. G. V.; SOUSA, N. C. M.; SPECHT, A.; MOURA, A. P.; LOPES, L. H. R.; INOUE-NAGATA, A. K.; LIMA, M. F.; GUIMARÃES, J. A.; TORRES, J. B. **Guia para identificação de pragas do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019. 102 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 175). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124115/guia-de-identificacao-para-pragas-do-tomateiro>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- MORAES, G. J. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008, 288 p.
- MORAIS, E. G. F.; PICANÇO, M. C.; SENA, M. E.; BACCI, L.; SILVA, G. A.; CAMPOS, M. R. Identificação das principais pragas de hortaliças no Brasil. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas: hortaliças**. Viçosa: UFV: DFP, Cap. 11, p.381-422, 2007.
- MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas da soja**. Campinas: FMC, 2009. 144 p. Disponível em: https://www.fmcagricula.com.br/portal/manuais/pragas_soja/index.html Acesso em: 30 nov. 2020.
- MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMAN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. V.; YANO, S. A. C. **Artrópodes que atacam as folhas da soja**. In: HOFFMAN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, p.213-309, 2012.
- MOURA, A. P. **Manejo Integrado de Pragas: estratégias e táticas de manejo para o controle de insetos e ácaros-praga em hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2015. 28p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 141).
- PRATISSOLI, D. **Guia ilustrado de pragas da cultura do tomateiro**. Alegre, ES: UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2015, 45p.
- SANTOS, J. P. Principais pragas e seu controle. In: BECKER, W. F. (Coord.); WAMSER, A. F.; FELTRIM, A. L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J. P.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L. L.; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, Cap. 11, p.105-124, 2016.
- SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universitária de Lavras, p.355-412, 2013.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.24, p.79-92, 2003.

VILLAS-BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M. **Manejo integrado da mosca branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistema de produção integrada de tomate indústria (PITI)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 16p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 70).

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139p.

13. Recomendações para uso de agrotóxicos no controle de insetos e ácaros pragas

Juracy Caldeira Lins Junior¹ e Miguel Michereff Filho²

¹ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina -
Estação Experimental de Caçador
juracyjunior@epagri.sc.gov.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Hortalças
miguel.michereff@embrapa.br

1. Introdução

O controle químico com uso de inseticidas e acaricidas sintéticos não deve ser utilizado como único método de controle de pragas dentro do sistema de produção integrada de tomate. A aplicação de inseticidas de forma calendarizada deve ser evitada e, portanto, o controle só deve ser realizado quando as pragas atingirem o nível de controle. Inseticidas químicos utilizados de forma indiscriminada e sem critérios técnicos podem acarretar sérios problemas, como o surgimento de populações de insetos e ácaros resistentes; a eliminação de inimigos naturais e polinizadores; intoxicações de pessoas no campo; resíduos nos alimentos, além de provocar contaminação ambiental.

Para minimizar tais problemas, no sistema de produção integrada de tomate, o produtor deve buscar a integração de métodos apropriados para manter a população das pragas abaixo do nível de dano. Dentre esses métodos, preconiza-se o monitoramento das pragas e a utilização das diversas táticas disponíveis, como o controle químico com inseticidas, o controle biológico com predadores, parasitoides e microrganismos patogênicos (fungos, bactérias e vírus), o controle cultural, o uso de inseticidas botânicos, caldas fitoprotetoras (caldas bordalesa, calda sulfocálcica, etc.), entre outros.

Mesmo quando um bom programa de controle biológico para determinada praga for estabelecido, pode haver momentos em que seja necessária a aplicação de um inseticida ou acaricida sintético. Entretanto, ao utilizar esses produtos, o agricultor deve estar ciente dos riscos (principalmente devido à sua toxicidade para seres humanos, bem como ao meio ambiente) e seguir as recomendações técnicas específicas.

2. Recomendações para o uso de inseticidas e acaricidas

De um modo geral, as recomendações para o uso de inseticidas e acaricidas dentro do Sistema de Produção Integrada de Tomate são apresentadas a seguir.

2.1. Escolha corretamente o inseticida/acaricida

O produto a ser aplicado só deve ser escolhido após a correta identificação do inseto ou ácaro-praga. É fundamental identificar qual estágio do ciclo de vida que ele se encontra e conhecer a sua biologia, pois, muitas vezes, um inseticida que é eficaz contra a fase jovem (imaturo) do inseto ou ácaro apresenta baixa eficiência no controle dos adultos.

O hábito do inseto também tem influência direta na escolha do inseticida. Por exemplo, inseticidas sistêmicos serão mais eficazes no controle de insetos que vivem dentro dos tecidos vegetais ou aqueles insetos que se alimentam na parte inferior das folhas, sugando a seiva das plantas (sugadores). Já os inseticidas de contato serão mais indicados para controlar insetos que se encontram sobre a folhagem, como lagartas e coleópteros. Inseticidas sistêmicos aplicados na parte aérea, em algumas situações específicas, também podem compensar a falta de cobertura da vegetação, como resultado das limitações da tecnologia de aplicação e garantir a eficiência de controle da praga.



No momento de escolher o produto a ser aplicado, o agricultor deve optar, sempre que possível, por aqueles que tenham ação específica contra a praga identificada. Devem ser evitados produtos com largo espectro de ação, ou seja, aqueles que têm ação tóxica sobre uma ampla faixa de insetos e ácaros. Tais produtos causam desequilíbrios biológicos que podem resultar em surtos (explosões populacionais) de pragas secundárias.

Também é importante dar preferência aos inseticidas que sejam seletivos: aqueles produtos que tenham mais efeito sobre as pragas e menos sobre os inimigos naturais. Cabe ressaltar que a seletividade varia de acordo com o tipo de inseticida, a forma de aplicação, condições de cultivo e de ambiente, o tipo de cultura, a forma de aplicação, a praga visada, a dosagem utilizada e a formulação do produto.

Atualmente, existem aplicativos específicos para consulta, *sites* de empresas fabricantes de insumos biológicos (biofábricas) e de instituições de ensino e pesquisa que disponibilizam informações sobre seletividade e compatibilidade entre agrotóxicos e organismos benéficos.

Outro parâmetro importante relacionado à escolha do inseticida é o intervalo de segurança, que também é conhecido como período de carência do produto. A carência é definida como o período entre a última aplicação do produto e a colheita. Obviamente, inseticidas com períodos de carência longo não devem ser utilizados se a colheita dos frutos estiver próxima ou já tiver sido iniciada; caso contrário, os frutos que forem colhidos nos dias seguintes ao tratamento apresentarão altos níveis de resíduos, colocando em risco a saúde dos consumidores.

A toxicidade do inseticida é outro aspecto relevante a ser considerado. É sempre aconselhável tentar usar produtos com baixa toxicidade (faixas verde e azul), para proteger a saúde do agricultor, e também aqueles que têm o menor impacto no meio ambiente. Por exemplo, a toxicidade aguda dos piretroides ao homem e mamíferos em geral não é tão alta. Entretanto, esta classe de produtos tem uma toxicidade ambiental muito alta e sua aplicação matará praticamente todos os inimigos naturais, polinizadores e muitos outros organismos não-alvo (principalmente peixes e organismos aquáticos).

Por fim, o inseticida ou acaricida escolhido deve ter registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do tomateiro.



SAIBA MAIS: A lista completa e atualizada dos inseticidas químicos e biológicos para pragas do tomateiro pode ser consultada no Agrofit: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.

2.2. Use a quantidade adequada de inseticida/acaricida

Depois de escolhido o inseticida/acaricida, o agricultor deve ler atentamente a bula do produto para conferir a dose correta a ser aplicada. Muitos produtos apresentam faixas de dose para uma determinada praga. Nesses casos, a dose a ser utilizada vai depender do tamanho ou do estágio de desenvolvimento da praga e o quanto a população está alta ou baixa.

Aplicar inseticida acima da dose recomendada, além de ser um desperdício de dinheiro, significa um impacto desnecessário no meio ambiente. Por outro lado, aplicar inseticidas abaixo da dose recomendada pode resultar em falhas no controle e contribuir para o desenvolvimento de populações da praga resistentes.

É de fundamental importância que a quantidade de produto a ser aplicado seja precisa. Para tanto, a utilização de vasilhames graduados, tais como copos, baldes e provetas, são muito úteis para a medição de produtos líquidos. Uma balança de precisão é indispensável para medir produtos com formulação sólida. A medição precisa é essencial para a eficácia dos produtos contra a praga-alvo. Além disso, a utilização da dose correta garante que os resíduos nos alimentos estejam dentro dos limites de segurança aos consumidores, proporciona o uso eficiente de inseticidas e dinheiro, e não causa fitotoxicidade.



É importante não exceder as doses estabelecidas na bula do produto. Tanto a superdosagem, como a subdosagem podem favorecer a evolução da resistência aos agrotóxicos. Se a dose máxima recomendada não estiver controlando as pragas, investigue os motivos das falhas. Eles podem ser, por exemplo: pouca cobertura na pulverização, equipamentos desregulados ou resistência da população da praga ao inseticida.

2.3. Aplique o inseticida/acaricida no momento correto

Determinar o melhor momento para aplicar o controle químico é uma tarefa muito dinâmica. No campo, cada situação é diferente e não há regras gerais para decidir se e quando pulverizar. O controle tardio é umas das principais razões para o insucesso no manejo de pragas. Por esse motivo, o agricultor deve monitorar regularmente o plantio para observar a presença e o aumento populacional de insetos e ácaros-pragas na lavoura.

Em muitos casos, a presença reduzida de uma praga pode ser tolerada. O agricultor deverá aplicar inseticidas somente quando a sua população aumentar significativamente e não houver ocorrência de inimigos naturais na área. No entanto, quando se tratar de pragas vetores de viroses (tripes e moscas-brancas principalmente), o agricultor deverá fazer o controle antes que a população desses insetos aumente.

Os técnicos e agricultores devem conhecer a biologia da praga para que a aplicação do inseticida ou acaricida seja dirigida para os estágios mais vulneráveis da praga. Alguns estágios de desenvolvimento de insetos e ácaros, como o estágio de ovo, raramente são controlados pelos inseticidas. Larvas ou ninfas jovens são mais facilmente controladas e requerem menos inseticida do que larvas grandes ou insetos adultos.

Os inseticidas, geralmente, não afetam as pupas, pelo fato de muitas delas estarem protegidas por casulos ou escondidas no solo ou em partes da planta nas quais os inseticidas não as atingem. Além disso, também é de suma importância que os agricultores e técnicos conheçam o comportamento e capacidade das pragas em danificar a cultura.



O monitoramento deve ser realizado pelo menos uma vez por semana, caminhando em meio à cultura e verificando as diferentes partes das plantas quanto à presença de pragas, inimigos naturais e sintomas de doenças. Vistoriar de 10 a 20 plantas por glebas de 1.000 m² é o suficiente. É importante registrar o número de pragas e inimigos naturais encontrados, pois a manutenção de registros é a única maneira de saber se o problema está aumentando ou não.

Se o número de insetos-praga não aumentou de uma semana para a outra, isso significa que seus inimigos naturais ou outras causas estão impedindo que a população da praga aumente e, portanto, não há necessidade, por enquanto, de usar inseticidas. No sistema de produção integrada de tomate, as pulverizações devem ser realizadas somente quando a população das pragas atingir o nível de controle.

SAIBA MAIS: Para saber o nível de controle das principais pragas do tomateiro, consulte o capítulo 14 desta apostila.

As aplicações de inseticidas devem ser realizadas, preferencialmente, no final da tarde ou à noite, quando as temperaturas começam a diminuir, a fim de evitar a evaporação rápida do produto aplicado. Além disso, o risco de fitointoxicação é maior quando os inseticidas e acaricidas são aplicados nos horários mais quentes do dia. Pelo mesmo motivo, deve-se evitar fazer pulverizações quando as plantas se encontram em estresse hídrico.

2.4. Aplique os inseticidas/acaricidas corretamente

Uma vez que a praga atingiu o nível de controle e o agricultor optou por realizar o controle químico com inseticidas, a aplicação desses produtos deve ser feita de forma adequada e no momento correto.

Não adianta nada seguir todas as recomendações descritas anteriormente e, em seguida, fazer uma pulverização malfeita, sem seguir os preceitos técnicos para essa operação. Muitas vezes, as principais falhas no controle de pragas estão mais relacionadas ao processo de aplicação dos inseticidas do que ao produto em si. As informações técnicas sobre a tecnologia de aplicação dos agrotóxicos são abordadas no capítulo 14.

2.5. Rotacione inseticidas/acaricidas com modos de ação diferentes

Populações de insetos e ácaros-pragas podem apresentar resistência à maioria dos inseticidas e acaricidas utilizados nos cultivos. Isso ocorre principalmente quando há grande pressão de seleção nas populações dessas pragas, em razão do uso incorreto e abusivo dos produtos químicos.



Para evitar o desenvolvimento da resistência, os produtores são constantemente incentivados a seguir um plano de manejo com os inseticidas/acaricidas que se baseia na rotação de produtos com modo de ação distintos. Uma síntese dos modos de ação e dos grupos químicos dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para controle de pragas do tomateiro é apresentada na Figura 1.

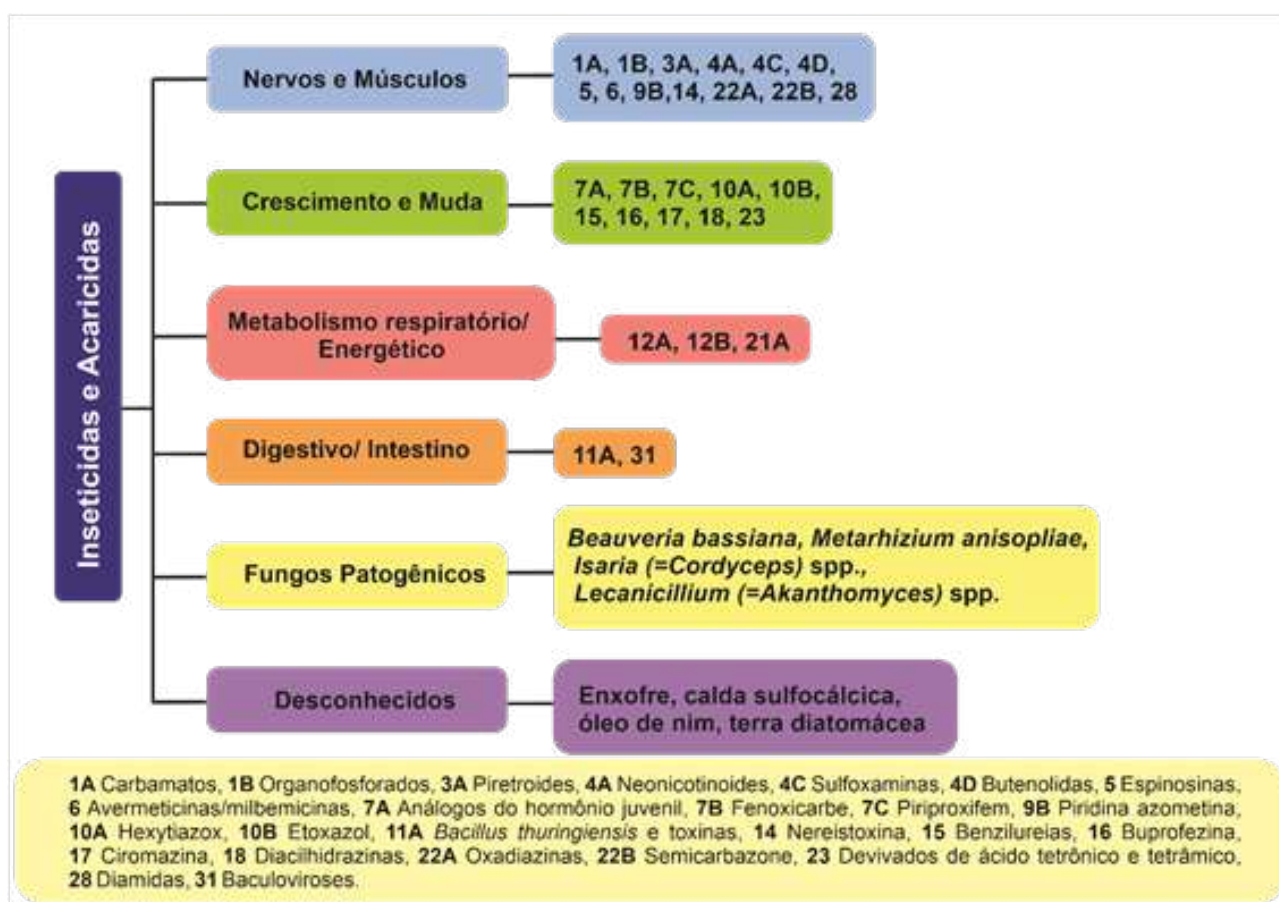


Figura 1. Modos de ação e grupos químicos dos principais inseticidas e acaricidas utilizados no controle de pragas do tomateiro

Arte: Thaíse K. R. Dias

De um modo geral, para implementar um plano de manejo da resistência, técnicos e agricultores devem se basear nas recomendações apresentadas a seguir:

- **Passo 1.** Aprenda sobre o sistema de classificação dos modos de ação de inseticidas proposto pelo Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas (www.irc-br.org). Nele cada modo de ação é representado por um código distinto, simbolizado por um número ou por um

número e uma letra. No rótulo e na bula de todos os inseticidas e acaricidas, é possível encontrar esse código logo abaixo do nome do ingrediente ativo, como mostra a Figura 2.

MATCH® EC

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA sob nº 09195

COMPOSIÇÃO:

(RS)-1-[2,5-dichloro-4-(1,1,2,3,3,3-hexafluoropropoxy) phenyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea
(LUFENUROM) 50 g/L (5% m/v)
Outros Ingredientes: 1075 g/L (107,5% m/v)

GRUPO	15	INSETICIDA
-------	----	------------

Figura 2. Exemplo de um rótulo de inseticida destacando o código do modo de ação do produto

Fonte: Agrofit

Esse sistema é muito mais simples de usar do que tentar lembrar a qual grupo químico cada produto pertence (por exemplo, organofosforados, diacilhidrazinas, benzoilureias, diamidas).

A resistência dos insetos ou ácaros a um produto em um grupo químico geralmente causa resistência a todos os outros produtos relacionados, ou seja, aqueles que pertencem ao mesmo grupo químico e têm o mesmo número de grupo estampado no rótulo. Por exemplo, é muito alta a probabilidade de uma população de insetos resistentes à deltametrina (piretroide, grupo 3A) também ser resistente a outros piretroides, como a lambda-cialotrina, betaciflutrina, etofenproxi (todas pertencentes ao grupo 3A).

O uso repetido, por tempo prolongado (semanas a meses consecutivos), de um único produto ou de produtos com o mesmo código de modo de ação para o controle de insetos e ácaros fitófagos selecionará uma proporção cada vez maior de indivíduos na população que, geneticamente, serão menos suscetíveis aos ingredientes ativos utilizados. Se o produtor não mudar de atitude, esse fenômeno ocorrerá continuamente e a população de pragas gradualmente se tornará mais e mais resistente, até a ocorrência de redução expressiva da eficiência de controle a campo ou de nenhum controle, mesmo quando o produto é aplicado de acordo com as recomendações da bula.

Para evitar ou mitigar a resistência aos agrotóxicos, sempre que possível, deve-se utilizar o mesmo modo de ação em apenas uma geração da praga-alvo, pois isso reduzirá a pressão de seleção em favor de indivíduos resistentes. Por convenção, uma geração corresponderia à duração média do ciclo biológico da espécie (de ovo a adulto ou de ninfas a adulto). A frequência das aplicações dentro desse período também não poderá ser elevada, não ultrapassando uma pulverização por semana, assim como deve ser respeitada a quantidade máxima recomendada de aplicações do produto durante o ciclo ou safra da cultura, conforme informações apresentadas na bula. Um exemplo prático de rotação de inseticidas com diferentes modos de ação é apresentado na Figura 3.

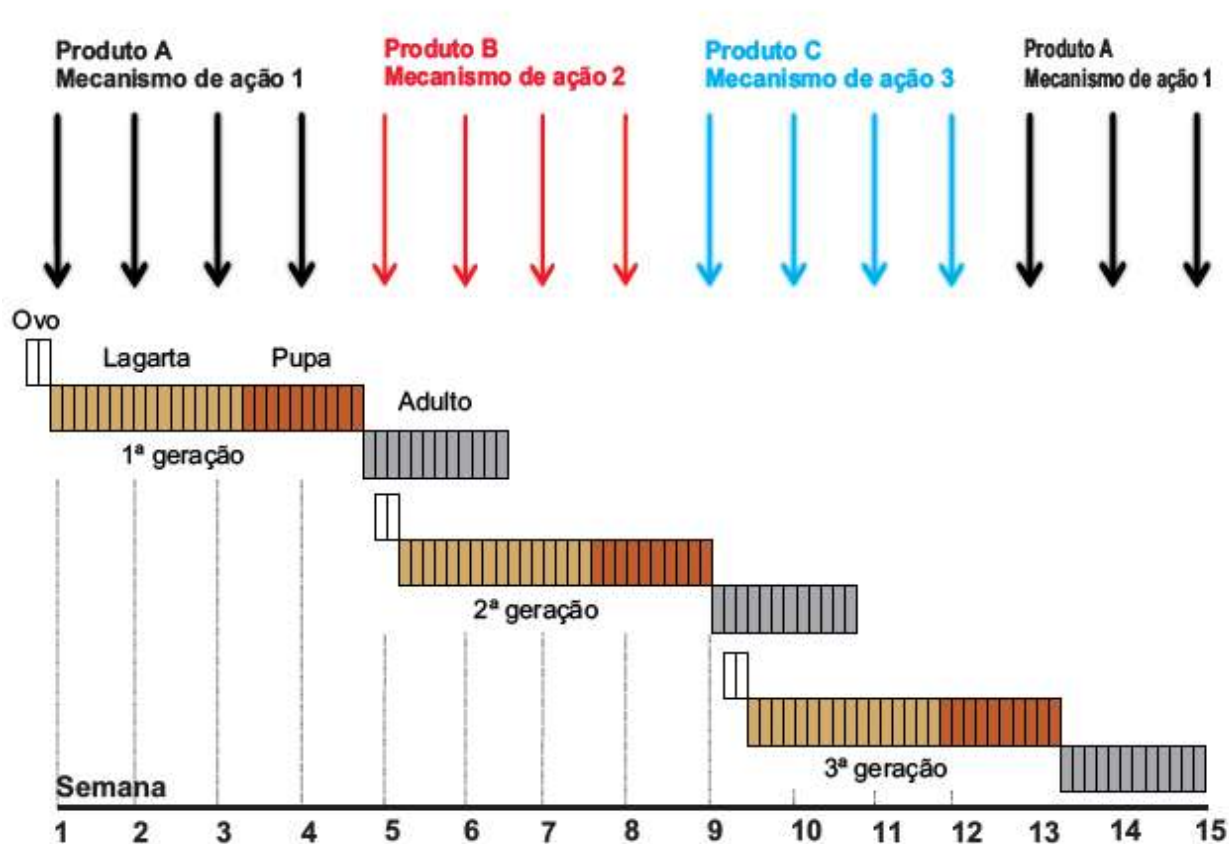


Figura 3. Esquema de rotação de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) levando em consideração o ciclo biológico da praga (ovo a adulto) ou tempo de uma geração que corresponde a 28 dias. Dentro desse intervalo, podem ser feitas até quatro aplicações do mesmo inseticida antes de trocar o modo de ação do produto

Arte: Thaíse K. R. Dias

Na Tabela 1 é apresentado o tempo médio para troca do modo de ação dos inseticidas considerando o ciclo biológico da praga (ovo-adulto ou ninfá-adulto).

- **Passo 2.** Crie uma lista de inseticidas e acaricidas que você costuma utilizar durante a safra, separando-os pelo código do modo de ação e pelas pragas que podem aparecer na sua lavoura. Faça as pulverizações tomando o cuidado para que produtos com o mesmo código não se
- jam aplicados consecutivamente (preferencialmente não mais que três aplicações de um mesmo produto para cada praga).



Lembre-se: sempre rotacione produtos com códigos de modo de ação diferentes. Tome cuidado com aqueles produtos que apresentam em sua formulação mistura de ingredientes ativos.

TABELA 1. Tempo necessário para a troca do modo de ação do inseticida/acaricida em função do tipo de praga do tomateiro

PRAGA	TROCAR O MODO DE AÇÃO A CADA
Pulgões	7 DIAS
Ácaro-do-bronzeamento	7 dias
Ácaro-branco	7 dias
Ácaro-rajado	10 dias
Tripes	12 dias
Mosca-branca	21 dias
Mosca-minadora	21 dias
Traça, broca-pequena, broca-grande e demais lagartas	28 dias

Certifique-se de que o produto inseticida/acaricida aplicado na sequência tenha um código de modo de ação diferente dos que foram aplicados anteriormente (produto com mistura de i.a.) (Figura 4).

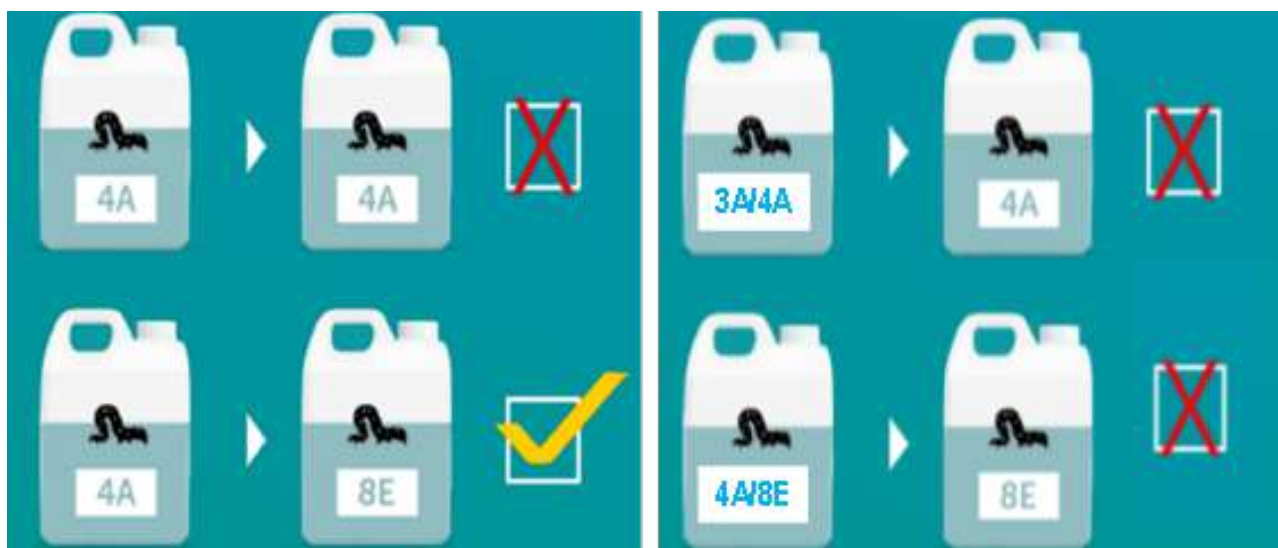


Figura 4. Sequências corretas e incorretas de aplicação de inseticidas levando em consideração o código do modo de ação escrito no rótulo do produto

Adaptado de IRAC-BR

- **Passo 3.** Aplique o produto na dose correta, no momento certo e utilize equipamentos de pulverização devidamente calibrados.
- **Passo 4.** A etapa mais importante: siga a sequência planejada de aplicações de inseticidas/ acaricidas e mantenha registros dessas aplicações no caderno de campo. Anote também se o controle da praga foi satisfatório ou não. Esses registros ajudarão a determinar se possíveis falhas no controle foram devidas ao aumento da tolerância das pragas aos produtos, a problemas na mistura e/ou aplicação, ou algum outro fator.

3. Referências

- IRAC. **Arthropod pesticide resistance database**. Michigan State University. Disponível em: <<http://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=41>>. Acesso em: 01 dez. 2020.
- BECKER, W.F.; WAMSER, A.F.; FELTRIN, A.L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J.P.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L.L.; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016, 153p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF: MAPA, [2018]. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 dez. 2020.
- DENT, D. *Insect pest management*. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2000, 410p.
- DITTAR, P.; FREEMAN, J.; PARET, M.; SMITH, H. **Vegetable production handbook of Florida - 2019-2020**. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2019, 411p.
- EHLER, L.E. Perspective integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and other IPM. **Pest Management Science**, v. 62, p. 787-789, 2006.
- IRAC-BR. **Mode of action classification and insecticide resistance management**. 2017, 26p. Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/2bed6c_0942c97d407e4a5eaa83467af2f79d47.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2020.
- IRAC-BR. **Rótulo com mais informação: mais eficiência no manejo da resistência**. s/d. Disponível em: <https://92813ac4-b3b4-47f4-a8b3-43c4292d561c.filesusr.com/ugd/2bed6c_8ee808fce5274781838b2bbf961458ab.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2020.
- MOURA, A.P.; MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J.A.; LIZ, R.S. **Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial**. Brasília: Embrapa (Circular Técnica 129), 2014, 24p.
- PAPINI, S.; ANDREA, M.M.; LUCHINI, L.C. **Segurança ambiental no controle químico de pragas e vetores**. São Paulo: Editora Atheneu, 2014, 308p.
- WALGENBACH, J.F. **Integrated pest management strategies for field-grown tomatoes**. In: WAKIL, W.; BRUST, G.E; PERRING, T.M. (Eds.) *Suitable management of arthropod pests of tomato*. New York: Academic Press, 2017. p. 323-339.

14. Tecnologia de aplicação de Agrotóxicos

Aldemir Chaim¹

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa do Meio-Ambiente aldemir.chaim@embrapa.br

1. Introdução

Apesar de apresentar resultados de controle eficaz, a aplicação de defensivos é um processo relativamente ineficiente, pois em alguns casos mais de 50% dos produtos aplicados não chegam ao alvo. Vários são os fatores que influenciam na aplicação de defensivos, envolvendo, entre outros aspectos: as próprias recomendações dos fabricantes, a geração de gotas, as condições micrometeorológicas, os bicos de pulverização, os tipos de alvo, a adequação dos pulverizadores.

Neste curso, são apresentadas abordagens simples dos principais fatores que afetam a eficiência das aplicações, bem como uma proposta de calibração de pulverização passo a passo.

2. Eficiência de aplicação de agrotóxicos

Tanto no Brasil como no exterior, não existem informações definitivas sobre os desperdícios que ocorrem durante as pulverizações de agrotóxicos. Algumas informações disponibilizadas na literatura internacional apontam que as aplicações de defensivos são extremamente ineficientes, mas são fundamentadas apenas em fatos teóricos; ou seja, são baseadas nas doses teóricas de defensivos necessárias para controle de populações das pragas que produzem dano econômico.

Estudos com um novo método de determinação de volume depositado por meio de análise de gotas, desenvolvido por Chaim et al. (1999a), testado em um experimento com pulverização aérea de herbicidas (Pessoa & Chaim, 1999), demonstraram perdas em torno de 50% do volume de calda aplicado. Chaim et al. (1999d) verificaram que os resultados das perdas de defensivos pulverizados em culturas como feijão e tomate, foram elevados (Tabela 1).

TABELA 1. Eficiência da pulverização na distribuição de AGROTÓXICOS, nas culturas de feijão e tomate

CULTURA	ALTURA DAS PLANTAS (cm)	PLANTA ¹	SOLO ¹	DERIVA ¹
Feijão	15	12	73	15
Feijão	35	44	41	15
Feijão	60	41	34	25
Tomate	40	36	28	35
Tomate	70	52	14	34

¹Valores expressos em porcentagem de ingrediente ativo, em relação ao total aplicado.

Fonte: Chaim et al., 1999

Nas culturas de porte rasteiro, devido às características intrínsecas da forma de aplicação, existe uma clara tendência de a deposição se concentrar na região do ponteiro das plantas. Numa comparação de deposição proporcionados diferentes bicos de pulverização, na cultura do algodão, Scramin et al., (2002) observaram que a deposição média foi significativamente decrescente da região apical (45%) para mediana (18%) e desta para a basal (7%). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Chaim et al. (2000) para a cultura do feijão, onde também as perdas de defensivo aplicado ficaram em torno de 77%.

A distribuição dos defensivos em culturas de porte arbustivo foi observada em diferentes estádios de crescimento da cultura do tomate estaqueado (Chaim et al. 1999b). De certa forma, a cultura do tomate estaqueado serve como exemplo de pulverizações nas quais se aplicam grandes volumes de calda (Tabela 2).

TABELA 2. Distribuição percentual de AGROTÓXICO, estimada para a cultura de tomate cultivada nos campos experimentais de Jaguariúna

ALTURA DAS PLANTAS (cm)	PLANTAS	SOLO	DERIVA
50	24	39	37
110	35	20	45
160	41	29	30

Fonte: Chaim et al., 1999b.

3. Fatores que afetam a eficiência da aplicação

O objetivo principal de uma pulverização é aplicar a quantidade mínima de ingrediente ativo sobre o alvo, obtendo o máximo de eficiência sem contaminar as áreas adjacentes - não alvo.



Os defensivos precisam ser aplicados em áreas atacadas por pragas-doenças e plantas daninhas. O aumento da contaminação do meio ambiente, devido à deriva de produtos químicos tóxicos, tem causado frequentes condenações às pulverizações, principalmente quando os efeitos são visíveis.

As perdas que ocorrem durante as aplicações de agrotóxicos são originadas por um conjunto de causas. Nas pulverizações com grandes volumes de calda, muitas gotas caem entre as folhas das plantas, especialmente nos espaços entre as linhas da cultura e entre as plantas, atingindo o solo. Uma grande quantidade de gotas atinge as folhas, coalescendo-se e formando gotas maiores, que não conseguem mais ficar retidas, escorrendo para as partes inferiores das plantas e caindo finalmente no solo (Courshee, 1960).

A pulverização com intenção de molhar totalmente as plantas ainda é muito praticada atualmente, apesar de ter sido “inventada” no século XIX. Na prática, o que acontece nesse tipos de aplicação é que, uma vez que se inicia o escorrimento, a retenção dos produtos químicos pelas folhas é menor do que se a pulverização fosse interrompida exatamente antes do início do escorrimento. Esse ponto dificilmente é conseguido e a quantidade de produto químico retida nas folhas é proporcional à concentração da calda e independe do volume aplicado. Se o objetivo for reduzir

o volume de aplicação, exigir-se-á uma produção e distribuição adequadas de gotas e, nesse caso, as perdas por evaporação e deriva podem ser acentuadas.

Atualmente, as recomendações contidas nos rótulos das embalagens dos defensivos deixam a seleção do volume de aplicação a critério do aplicador. Algumas recomendações dão opções entre 200 e 1.000 litros de calda por hectare. Na prática, o usuário utiliza um mesmo volume para uma grande variedade de pragas e para os vários estádios de crescimento da cultura. Quando a cultura se apresenta com pequena quantidade de folhas, o volume aplicado pode ser excessivo e, por outro lado, quando as plantas já estão desenvolvidas, o volume pode ser insuficiente para fornecer uma boa cobertura da cultura (Matthews, 1982).

O volume de aplicação depende do tipo de tratamento que se deseja executar, mas apresenta uma forte relação com o tamanho das gotas produzidas pelos bicos, o qual determina a distribuição do defensivo no alvo. Pouca atenção tem sido dada ao tamanho das gotas e uma grande variedade de bicos tem sido utilizada ao longo dos anos.

A maioria dos bicos produz um espectro de gotas de tamanhos variados e, em muitos casos, as gotas grandes se chocam com as folhas mais expostas e não conseguem penetrar para se depositar nas superfícies “escondidas” do vegetal. Essa deposição externa pode se dar em tal intensidade que acaba escorrendo para o solo, produzindo o que é denominado “endoderiva”. Por outro lado, se não houver uma calibração adequada da tecnologia de aplicação, as gotas pequenas, que são mais adequadas para penetração entre as folhas da planta, podem ser levadas pelo vento para fora da área tratada, provocando a exoderiva. Além disso, são mais sensíveis à evaporação. O tamanho de gota ótimo é aquele que promove o máximo de deposição de produto no alvo, com um mínimo de contaminação do meio ambiente (Himel, 1969 e Himel & Moore, 1969).



Para compensar as perdas que ocorrem durante as aplicações, as dosagens aplicadas são extremamente superestimadas. Por exemplo, Brown (1951) já afirmava que para matar um determinado inseto era necessário apenas 0,0003 miligrama de um determinado produto. Para controlar uma população de 1.000.000 de indivíduos (que promoviam dano econômico na cultura), seriam necessários apenas 30 miligramas do mesmo produto. Apesar disso, nas aplicações efetuadas no campo eram utilizadas mais de 3.000 vezes a dose necessária, para obter um controle adequado.

A eficiência do movimento da gota em direção do alvo é influenciada, tanto pelo processo de aplicação, como pelas características da formulação do produto. Nessa fase, a gota é influenciada pelas condições da natureza, como a temperatura, umidade relativa do ar, velocidade vertical e horizontal do vento, turbulência do ar e pressão atmosférica.

3.1. Pulverização ou geração de gotas

São necessários poucos gramas de ingrediente ativo para controlar os problemas fitossanitários em uma determinada área. Na maioria dos casos, os ingredientes ativos não apresentam as características físicas necessárias para serem aplicados, diretamente, com os equipamentos comerciais. Assim, esses ingredientes ativos recebem a adição de uma série de adjuvantes, estabelecendo uma “formulação”.

Numa questão puramente física e matemática, dispõe-se de um pequeno volume para ser espalhado em uma grande área. Dessa forma, a grande maioria das formulações é desenvolvida para ser diluída novamente em água. Mesmo com a diluição em água, o volume final ainda é insuficiente, para que o produto químico entre em contato com toda área de superfície do alvo. É necessário, portanto, aumentar a superfície do líquido, para que ele possa ser espalhado, uniformemente na área alvo. A única maneira de se aumentar a superfície do líquido, para que ele possa ser distribuído uniformemente numa grande área, é por meio da sua divisão, em partículas líquidas, denominadas gotas.

O número de gotas que podem ser produzidas com determinado volume de líquido é inversamente proporcional ao seu diâmetro, elevado ao cubo. De acordo com Matthews (1982), o número médio de gotas que se deposita por centímetro quadrado em uma superfície plana pode ser calculado por:

$$n = \frac{\theta}{\pi} \times \left(\frac{100}{d} \right)^3 \times Q$$

onde

n = número médio de gotas que se deposita por cm²,

d = diâmetro da gota (mm),

Q = litros por hectare.

Assim, a densidade teórica de gotas do mesmo tamanho obtidas quando se pulveriza um litro por hectare, assumindo que a superfície é plana, é dada na Tabela 3.

TABELA 3. Densidade teórica de gotas quando se pulveriza um litro por hectare

DIÂMETRO DAS GOTAS (µm)	NÚMERO DE GOTAS POR cm ²
10	19.999
20	2.387
50	153
100	19
200	2,4
400	0,298
1000	0,019

Fonte: Matthews, 1982

3.2. Tamanho das gotas

As pulverizações produzem um grande número de gotas - pequenas esferas de líquido, sendo a maioria menor que 0,5 mm. O tamanho das gotas é muito importante para os agrotóxicos serem aplicados eficientemente com um mínimo de contaminação do meio ambiente. As pulverizações dos agrotóxicos são normalmente classificadas de acordo com o tamanho das gotas (Tabela 4).

TABELA 4. Classificação das pulverizações de acordo com o tamanho das gotas

<i>DIÂMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO (μm)</i>	<i>CLASSIFICAÇÃO DA PULVERIZAÇÃO</i>
<50	Aerossol
51-100	Neblina
101-200	Pulverização fina
201-400	Pulverização média
>400	Pulverização grossa
>500	Garoa

Fonte: Matthews, 1982

A pulverização aerossol é adequada para pulverização sob deriva, contra insetos voadores. Algumas gotas aerossóis - 30 a 50 μm - e neblina são ideais para tratamento de folhagens em aplicações com volumes ultrabaixos - menos de 5,0 L/ha. Quando é necessário reduzir a deriva, as pulverizações média e grossa são as mais adequadas, independentemente do volume aplicado. A pulverização fina é adequada quando é necessário um ajuste entre reduzir a deriva e promover uma boa cobertura.

O tamanho das gotas é expresso como um diâmetro de uma gota em voo, medido em micrômetros (μm) - um micrômetro é 1/1000 mm. As gotas, quando se chocam com os alvos, se espalham, deixando de ser uma esfera e, assim, fornecem uma falsa impressão do seu tamanho original. A intensidade do espalhamento depende da formulação e da natureza da superfície do alvo.



A maioria dos dispositivos usados para a pulverização não consegue produzir gotas de um único tamanho. Entretanto, dentro de uma pulverização convencional, existe uma variação do tamanho das gotas, referido como espectro de gotas, e é importante a compreensão do tamanho das gotas e a relação com sua recuperação pelo alvo. Os espectros de gotas são categorizados de acordo com o tamanho médio de suas partículas. Os dois padrões internacionais utilizados para definir os espectros são o diâmetro mediano volumétrico e diâmetro mediano numérico.

- **Parâmetros de tamanho das gotas - VMD e NMD**

O parâmetro mais comum utilizado para expressar o tamanho das gotas é o diâmetro mediano volumétrico -VMD. Nesse caso, soma-se o volume de todas as gotas de uma amostra representativa, e o VMD é o diâmetro daquela gota que divide a amostra em duas partes iguais, de maneira que metade do volume é composto por gotas menores que o VMD, e a outra metade contém gotas maiores. Nesse caso, poucas gotas grandes podem ser responsáveis por uma grande proporção do volume total da amostra, o que aumenta o valor do VMD, que sozinho não serve para indicar a variação do tamanho das gotas.

Outro parâmetro é o diâmetro mediano numérico – NMD: basta dividir a amostra de gotas em duas partes iguais pelo número, sem referência aos seus volumes, de maneira que metade do número de gotas seja menor que o NMD e a outra metade maior. Esse parâmetro enfatiza as gotas menores, as quais quase sempre estão em maior proporção numa amostra.

Pelo fato de o VMD e o NMD serem afetados por proporções de gotas grandes e pequenas respectivamente, a relação entre os dois parâmetros é utilizada para expressar o grau de unifor-

midade dos tamanhos. A relação entre VMD e NMD fornece um indicativo da uniformidade do espectro, de maneira que o tamanho das gotas é mais uniforme, quanto mais próxima de 1 estiver essa relação.

VMD e NMD são medidas úteis para a caracterização das pulverizações, mas elas dão apenas uma pequena indicação da variedade de gotas presentes. Apesar disso, não existe outro meio para quantificá-las. Contudo, a relação VMD/NMD é, muitas vezes, utilizada como um guia - como um pequeno número de grandes gotas contém mais líquido que um grande número de pequenas gotas, o VMD é sempre maior que o NMD. Essa relação dá uma indicação da variação do tamanho das gotas.

- **Relação entre o tamanho das gotas e o alvo de aplicação**

Existe uma diversidade muito grande de alvos para as aplicações de agrotóxicos. Como os agrotóxicos são biologicamente muito ativos, a eficiência da aplicação pode ser melhorada se for selecionado um tamanho ótimo de gota, para aumentar a quantidade de produto que atinge e adere ao alvo. É necessária pesquisa para definir o tamanho ótimo de gota para cada tipo de alvo, entretanto, Matthews (1982) apresenta uma tabela com algumas generalizações (Tabela 5).

TABELA 5. Tamanho ótimo de gotas para alguns tipos de alvo

ALVOS	TAMANHO DE GOTAS (μm)
Insetos em voo	10-15
Insetos em folhagem	30-50
Folhagens	10-100
Solos ou para reduzir deriva	250 500

Fonte: Matthews, 1982

A seleção do tamanho das gotas deve ser bastante criteriosa. Por exemplo, imaginando-se que uma gota de 50 μm tem a dose letal de um inseticida para determinado inseto, uma gota de 200 μm teria uma dose 64 vezes maior. Entretanto, se as duas gotas fossem perdidas, a gota maior desperdiçaria 64 vezes mais produto que a menor.

- **Coleta das gotas pelos alvos**

As gotas são coletadas na superfície dos insetos ou das plantas por sedimentação ou impacto, sendo este último mais importante para gotas aerossóis (<50 μm). A deposição por impacto é proporcionada por uma interação complexa entre tamanho e velocidade das gotas e tamanho do alvo. Em geral, a eficiência da coleta aumenta, proporcionalmente, com o aumento da velocidade relativa e tamanho da gota, e diminui à medida que aumenta o tamanho do alvo. Uma gota de 10 μm , submetida à ação de um fluxo de ar constante, conseguiria se desviar de uma laranja colocada na sua trajetória. Entretanto, provavelmente, não conseguiria se desviar de um fino fio de cabelo.

O impacto das gotas sobre as folhas depende muito da posição da sua superfície em relação à trajetória das gotas. Uma grande parte das gotas é coletada pelas folhas que estão balançando pela ação da turbulência do ar. Entretanto, se a velocidade do vento for muito grande - e isso ocorre em muitos casos, em pulverizações com equipamentos que produzem correntes de ar em alta velocidade -, a folha pode assumir uma posição paralela ao jato de ar, de forma que apresente uma área mínima para interceptar as gotas.

A superfície dos alvos pode afetar sensivelmente a deposição, como no caso das superfícies pilosas ou serosas, que não conseguem reter as gotas. Nesse caso, é necessário adicionar algum produto que reduza a tensão superficial da calda de pulverização, para melhorar o molhamento ou espalhamento e a adesão das gotas.

- **Densidade da deposição**

Quando se pratica a pulverização com grandes volumes de calda, o desejo é promover uma cobertura completa das plantas - e isso nem sempre é conseguido. Para se reduzir o volume de aplicação, existe a necessidade de se aplicar gotas de forma dispersa e, exceto em poucos casos, o controle não tem sido tão bom como o conseguido com a aplicação de grandes volumes.

Para se aplicar pequenos volumes de calda, é necessário conhecer a densidade, distribuição e tamanho das gotas que se depositam no alvo, de maneira que a quantidade do ingrediente ativo do defensivo seja suficiente para um controle efetivo do problema fitossanitário. Na aplicação de produtos sistêmicos, a distribuição de gotas não influencia o resultado do controle, porque o produto é absorvido pelas plantas e redistribuído, através do seu sistema de circulação de seiva.

Entretanto, quando o produto tem ação de contato, a densidade e a distribuição afetam sensivelmente o resultado do controle. Insetos que apresentam grande mobilidade, como as cigarrinhas e algumas espécies de lagartas, podem ser facilmente controlados sem uma cobertura completa dos alvos. Mas, para insetos minadores de folhas e algumas espécies de cochonilhas, a cobertura tem que ser bastante uniforme. Por exemplo, alguns trabalhos têm demonstrado que é necessária a deposição de uma gota, com pelo menos 100 μm de VMD, por milímetro quadrado de folha, para o controle de determinada cochonilha em citros.

O controle de doenças fúngicas, sem uma cobertura completa, pode parecer impossível, desde que a hifa do fungo penetre na folha no local da deposição do esporo. Entretanto, Matthews (1982) reportou que cada gota tem uma zona de influência fungicida, de maneira que, se as gotas estiverem distribuídas dentro de distâncias adequadas, a proteção é muito boa, principalmente com uma densidade de 80 gotas por centímetro quadrado de folha.

- **Dinâmica das gotas**

A deposição das gotas de pesticidas sobre um alvo definido é sujeita a uma série de influências de parâmetros. As influências provocadas pela velocidade do vento e temperatura podem ser parcialmente controladas pela escolha do momento da aplicação. Entretanto, outros fatores estão fora de controle - como a estabilidade atmosférica, turbulência, umidade relativa, eficiência de coleta de gotas pela cultura. O conhecimento do mecanismo dessas influências, associado com a presente geração de produtos químicos, equipamentos e técnicas, auxilia o planejamento das aplicações para obtenção de máxima eficiência.

- **Trajetória das gotas**

Durante a pulverização, as gotas passam por alguns tipos de influência, que determinam se elas atingem o alvo ou são levadas pela deriva. A importância relativa dessas influências dependerá do tipo da aplicação, do sistema de pulverização e das condições micrometeorológicas, durante a aplicação.

- **Influência do equipamento:** A sedimentação das gotas é afetada pela velocidade com que elas são projetadas para o alvo, pela turbulência criada pelo próprio jato ou vento provocado pelo equipamento.

- **Influência do microclima:** A partir do momento que a gota está livre da influência do equipamento, ela será afetada pelas condições de turbulência e ventos predominantes. Dependendo da velocidade do vento e da altura da cultura, as turbulências podem ser maiores, iguais ou menores que a velocidade média de sedimentação do espectro das gotas. Dentro das culturas - com exceção das florestas onde a folhagem é densa -, a velocidade média do vento é muito baixa e as gotas acima de 45 μm tendem a sedimentar-se sobre as superfícies.



Durante todos os estágios de sua trajetória, o tamanho das gotas sofrerá uma diminuição devido à evaporação. Nesse caso, a temperatura e umidade relativa devem ser consideradas, principalmente para as pulverizações baseadas em água. O objetivo do estudo da dispersão das gotas é compreender a interação de todos esses processos, para se fazer previsões dos depósitos sobre os alvos, não alvos e deriva. Determinadas discussões sobre dispersão de gotas e particulados envolvem alguns conhecimentos de aspectos fundamentais em física.

- **Evaporação das gotas**

A evaporação ocorre quando a energia é transportada para uma superfície em evaporação e se a pressão de vapor do ar estiver abaixo de um valor de saturação. A pressão de vapor saturado aumenta com a temperatura. A variação do estado de líquido para vapor requer energia para ser gasta na expansão das atrações intermoleculares das partículas de água.

Essa energia é geralmente fornecida pela radiação solar e suplementada pela remoção de calor do meio envolvente, causando uma aparente perda de calor, e uma conseqüente queda de temperatura. O calor latente de vaporização para evaporar um grama de água em 0° C é 600 cal. A taxa de evaporação depende de uma série de fatores, mas os dois mais importantes são a diferença entre a pressão de saturação de vapor da água e a pressão de vapor do ar, e a existência de um fornecimento contínuo de energia para a superfície. A velocidade do vento pode também afetar a taxa de evaporação, porque o vento é geralmente associado com a importação de ar fresco e não saturado, o qual absorverá a umidade disponível.

A perda de líquido de uma pulverização por evaporação depende muito da temperatura e umidade relativa, mas também da composição da calda e do tamanho das gotas. A temperatura e umidade relativa são incontroláveis e podem ser alteradas apenas pela seleção do momento da aplicação, de acordo com as variações diurnas do local da aplicação.

Para complicar o problema, a velocidade de sedimentação - ou velocidade terminal - também diminui à medida que as gotas ficam mais pequenas. Isso indica que o tempo para a gota atingir a cultura fica mais longo, o que, por sua vez, aumenta o tempo disponível para a evaporação. Se a evaporação atingir o ponto em que o líquido evapora totalmente, uma partícula de resíduo do material ativo ficará flutuando no ar e poderá ser levada, pela ação da deriva, a distâncias consideráveis, antes de se depositar.

A Tabela 6 apresenta o tempo de vida e a distância de queda das gotas em ar parado em diferentes condições de temperatura e umidade relativa. Pode ser observado que à medida que aumenta a diferença entre as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e úmido (depressão psicrométrica), a taxa de evaporação aumenta consideravelmente.

TABELA 6. Tempo de vida e distância de queda de gotas, em ar parado, em diferentes condições de temperatura e umidade relativa

Tamanho original da gota	T=20° C		T=25° C		T=30° C	
	$\Delta T=2,2$		$\Delta T=4,0$		$\Delta T=7,7$	
	UR=80%		UR=72%		UR=50%	
(μm)	t(s)	D(m)	t(s)	D(m)	t(s)	D(m)
30	5	0,07	3	0,04	1	0,02
50	14	0,30	8	0,29	4	0,15
70	28	2,05	15	1,13	8	0,58
100	57	8,52	31	4,69	16	2,44
150	128	43,14	70	23,73	37	12,33
200	227	136,36	125	75,00	65	38,96
300	511	690,34	281	379,69	146	197,24
400	909	2181,81	500	1200,00	290	623,37

t= segundos, D= metros e ΔT = diferença de temperatura entre termômetros de bulbo seco e úmido.

A evaporação de gotas pode ser considerada como o principal fator determinante da eficiência da aplicação de defensivos, pois quando empregam caldas diluídas em água, as pulverizações com gotas menores que 60 μm evaporam tão rapidamente, que seria impossível utilizá-las, sob determinadas condições micrometeorológicas.

A velocidade com que as gotas diminuem de tamanho é muito grande sob as condições tropicais. Assim, Johnstone & Johnstone (1977) recomendam que as pulverizações de formulações baseadas em água, em 20 a 50 L/há, com 200 a 250 μm , devem cessar quando ΔT (diferença entre as temperaturas de bulbo úmido e seco de um psicrômetro) exceder 8°C ou a temperatura do bulbo seco superar 36°C.

Uma gota em queda livre atinge uma velocidade constante (velocidade terminal)- quando as forças do arrasto aerodinâmico contrabalançam a força gravitacional. Para as gotas usadas normalmente nas pulverizações agrícolas, essa velocidade é alcançada dentro de 2 metros do ponto de emissão. A Tabela 7 mostra as velocidades terminais para as diferentes faixas de tamanhos de gotas normalmente encontradas e para líquidos com densidade igual a 1.

TABELA 7. Velocidade terminal de gotas de diferentes tamanhos

TAMANHO DAS GOTAS (μm)	VELOCIDADE DE SEDIMENTAÇÃO (m.s^{-1})
20	0,012
40	0,047
60	0,102
80	0,175
100	0,270
120	0,355
160	0,536
200	0,705
250	0,940

(Continua)

TABELA 7. Velocidade terminal de gotas de diferentes tamanhos (Continuação)

TAMANHO DAS GOTAS (μm)	VELOCIDADE DE SEDIMENTAÇÃO (m.s^{-1})
300	1,150
350	1,200
400	1,630
500	2,080

Fonte: Johnstone & Johnstone, 1977



O conhecimento da velocidade terminal de queda de uma gota é importante, porque, quanto menor o tamanho da gota, mais tempo ela gastará para se depositar, ficando durante esse período sujeita à ação da evaporação e do arraste pelo vento para fora da área alvo, originando a “deriva”.

A deriva perigosa é o movimento do produto químico para fora da área intencionada e é originada pelo fato de que as gotas, após serem emitidas pelo bico de pulverização, flutuam no vento por determinado período. As gotas pequenas, que têm maior relação da superfície/peso e menor velocidade de queda, apresentarão conseqüentemente maior distância de deriva.

Quantick (1985b) apresenta uma tabela indicando a distância de deriva de gotas de diferentes tamanhos (Tabela 8). O perigo da deriva é proporcionado pela possibilidade de que o produto químico aplicado atinja outras culturas. A extensão do perigo da deriva depende, evidentemente, da toxicidade do produto aplicado. Por outro lado, a deriva causa perda do produto e reduz a eficiência da aplicação.

TABELA 8. Distância da deriva de gotas liberadas a 3 metros de altura, em um vento de velocidade constante de 1,34 metro por segundo, assumindo que não ocorra evaporação

DIÂMETRO DA GOTA (μm)	DISTÂNCIA DA DERIVA (m)
500	2,1
200	4,9
100	15,25
30	152,50
15	610,00

Fonte: Quantick, 1985

3.3. Processos de geração de gotas

Todos os pulverizadores têm três pontos em comum:

- armazenam o líquido em um recipiente ou “tanque”;
- apresentam um sistema de alimentação por gravidade ou bombas de pressão; e
- necessitam de bicos de pulverização.

O bico é, estritamente, o final de um conduto pelo qual o líquido emerge na forma de jato. Neste tópico em particular, o termo bico é usado com um sentido mais amplo e pode ser qualquer dispositivo pelo qual o líquido é emitido, quebrado em gotas e dispersado a determinada distância.

O propósito geral da pulverização é aumentar a área de superfície de uma massa líquida para facilitar a ação de determinados processos físicos ou químicos. Na agricultura, o processo pode ser o de dispersar um volume de líquido em determinado volume de ar; ou de dispersar o volume em uma grande área, de maneira que a área de superfície expandida do líquido seja transferida para uma área plana, representada pelas folhas das plantas ou solo.

A pulverização ou quebra do líquido em gotas é, primeiramente, uma função da aplicação de uma força, maior que a força de tensão superficial do líquido, para criar uma superfície extremamente expandida na forma de gotas.

Este fenômeno demanda energia, e o dispositivo usado para quebra do líquido - o bico - tem, na maioria dos casos, sua potência fornecida por máquinas. Os bicos de pulverização têm sido classificados, de acordo com a fonte de energia para produção de gotas, em:

- 1) bicos de energia centrífuga ou **bicos centrífugos**;
- 2) bicos de energia gasosa ou **bicos pneumáticos**; e
- 3) bicos de energia elétrica ou **bicos eletrohidrodinâmicos**;
- 4) bicos de energia hidráulica ou **bicos hidráulicos**.

Para cultura do tomate tutorado, os interesses se concentram em dois tipos específicos.

- **Bicos pneumáticos**

Para se transformar um líquido em gotas, é necessário transformá-lo numa lâmina muito fina e, em seguida, promover a aceleração dessa lâmina até uma velocidade muito grande, de tal maneira que o choque do líquido em alta velocidade com o meio gasoso da atmosfera, relativamente parado, provoca a sua ruptura em gotas. Pode-se dizer que as gotas são formadas pela diferença relativa de velocidade entre o líquido e o ar. Partindo dessa premissa, outra maneira para se gerar gotas é aumentar a velocidade do ar em relação ao líquido.

É exatamente esse o princípio empregado nos bicos pneumáticos, cuja invenção é muito antiga, pois Rose (1963) descreveu que um inventor pediu patente para um dispositivo que utilizava esse processo em 1845, o qual foi muito utilizado em aplicações de defensivos no final do século XIX.

Na agricultura, este tipo de bico tem sido utilizado, basicamente, em alguns modelos de pulverizadores motorizados costais e em alguns tipos de equipamentos tratorizados, como os “canhões”. Seria a mais adequada tecnologia para aplicação de produtos na cultura do tomate tutorado, pois alia produção de gotas pequenas com vento para auxiliar a penetração do dossel das plantas. Certamente, reduziria drasticamente o volume de calda necessário para controle efetivo dos problemas fitossanitários da cultura. Entretanto, os equipamentos que existem no mercado são inadequados, pois os atomizadores costais motorizados são superdimensionados em potência, além de apresentarem vento muito potente que poderia danificar flores e ramos tenros.

- **Bicos hidráulicos**

Os bicos hidráulicos extraem a energia para a pulverização da pressão a que o líquido é submetido e, atualmente, são os mais utilizados no mundo, para aplicação de defensivos. Uma bomba hidráulica ou tanques pressurizados são utilizados para suprir a energia necessária para a pulverização. Eles podem ser subdivididos em grupos, que basicamente descrevem as características do jato emitido. Assim, existem bicos de **jato cônico-cheio**, bicos de **jato cônico-vazio** e bicos de **jato em leque**.

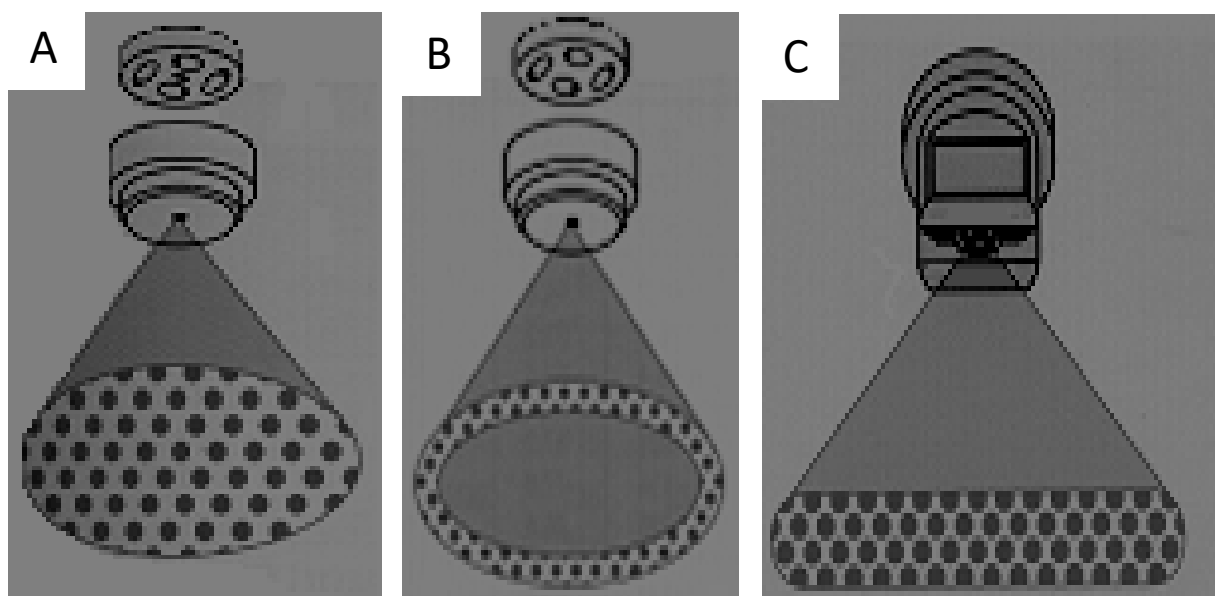


Figura 1. Jatos cone cheio (A), cone vazio (B) e leque (C)

Fonte: Chaim, 2009

O bico de jato cônico conta com um dispositivo interno com uma ou mais aberturas, o qual em inglês é denominado de *core*, e, em português, recebe uma série de outras denominações, como caracol, difusor ou núcleo. Esse dispositivo tem como finalidade promover uma rotação do líquido em uma pequena câmara antes do orifício de saída. A rotação do líquido faz com que ele saia tangenciando a borda circular do orifício, na forma de uma fina lâmina em formato cônico, que, com a expansão, se rompe em gotas. Em muitos casos, dependendo da pressão exercida e do diâmetro do orifício de saída, a lâmina não se forma, e o jato de gotas já emerge diretamente da ponta do bico. Um bico cone é constituído de diferentes peças (Figura 2A).

Nos bicos de jato em leque, que são amplamente utilizados na aplicação de herbicidas ou pulverização em superfícies planas, o líquido é forçado a passar por um orifício de forma elíptica ou retangular. Esses bicos trabalham geralmente com pressões inferiores, em relação aos cônicos, e existem opções para se trabalhar em uma ampla gama de vazões e ângulos de pulverização (Figura 2B).

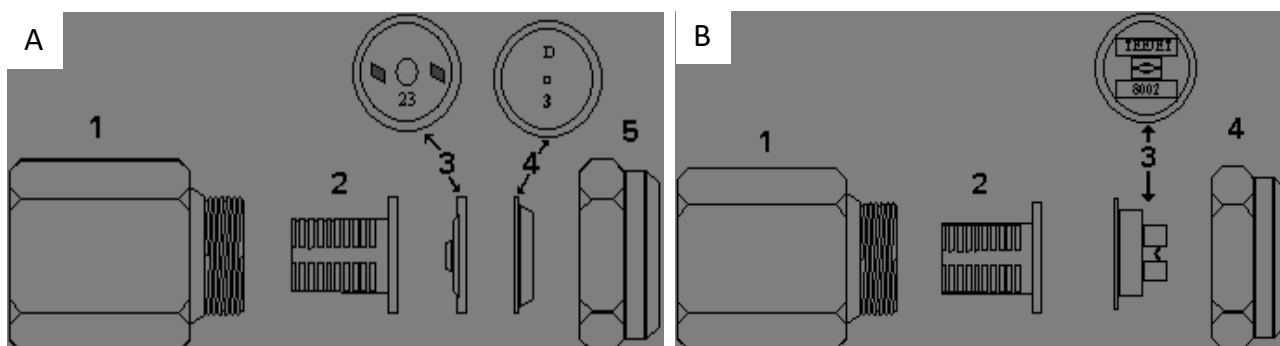


Figura 2. Constituição dos bicos cônicos (A) e leques (B). Os algarismos indicam, para (A): 1- corpo, 2- filtro, 3 - núcleo, 4 - disco, 5 – capa; para (B): 1 - corpo, 2- filtro, 3 - ponta, 4 - capa. No tipo leque, onde o jato é originário de um orifício elíptico da ponta (3). No tipo bico leque o jato é originário de um orifício elíptico da ponta (3)

Fonte: Chaim, 2009

Como a maioria dos herbicidas é aplicada à superfície do solo, ficou arraigada a crença de que bico leque é para usar nessa aplicação. Entretanto, ele é indicado também para aplicar inseticidas e fungicidas ao solo, bem como na cultura do tomate tutorado e outras praticadas em estufas, pois a escolha do bico é em função do alvo.

Deve ser considerado que, no bico cônico, o líquido desperdiça energia quando efetua a rotação antes de sair pela ponta. Por isso, o jato não tem velocidade suficiente para penetrar nas regiões inferiores das plantas. Neste caso, quando o alvo se situa no interior das plantas, um bico leque de ângulo de jato mais estreito poderá oferecer maiores vantagens de penetração do que o bico cone, porque seu jato atinge maior velocidade, gerando turbulências desejáveis para melhorar a deposição.



Existem vários outros tipos de bicos, mas, para a cultura do tomate tutorado, o bico leque é o mais utilizado, em equipamentos de alta pressão e vazão, para que a calda tóxica consiga algum grau de penetração no dossel das plantas.

No Brasil, são comercializadas diferentes marcas de bicos de pulverização e, nesse caso, cada fabricante adota uma nomenclatura diferente para a identificação de seus bicos, de acordo com a vazão, o ângulo de jato, a cor de ponta, o material de fabricação, etc.

Assim, o usuário deverá requisitar as tabelas de bicos de sua marca preferida ao seu fornecedor e escolher aquele que levará em consideração o tipo de calda que será utilizada, o tamanho das gotas adequadas ao alvo, vazão, pressão de trabalho, tipo de equipamento em que o bico será utilizado, etc. Contudo, o grau de cobertura no alvo e tamanho de gotas necessários para o controle do problema fitossanitário deverão ser os parâmetros para a escolha adequada do bico.

4. Regulagem de pulverizadores

Geralmente, o tomate tutorado é tratado com pulverizador estacionário com longas mangueiras para condução da calda e lanças manuais com bicos leques. Para vencer as longas distâncias e garantir algum grau de penetração de gotas no dossel das plantas, a aplicação é feita sob alta pressão.

Uma vez que o tanque do pulverizador devidamente enxaguado seja abastecido com água limpa, deve-se verificar o funcionamento da máquina, se não há eventuais vazamentos, e se os componentes estão funcionando a contento. Equipar o pulverizador com os bicos apropriados é um dos pontos mais cruciais nesta fase. Para isso, deve ser feita a investigação sobre o hábito da praga, doença ou erva daninha para verificar qual o tamanho ideal de gotas para o seu controle. O pulverizador deve ser levado até o local de trabalho e várias opções de bicos devem ser testadas para se decidir por aquele que melhor atenda aos requisitos do tratamento, isto é, o que melhor coloca o produto no alvo, sem perda por escorrimento nem por deriva.

Deve ser muito bem observada a movimentação da lança com perfeita sintonia da velocidade de deslocamento. A lança é movimentada verticalmente e, se não houver sintonia com o deslocamento horizontal, regiões do ponteiro e do baixeiro das plantas poderiam não ser atingidas, pois o zigzag da lança deixaria regiões sem cobertura.

Existe uma diferença entre “regulagem de equipamentos de pulverização” e “calibração de aplicação de agrotóxicos”.

- **Regulagem:** todo o enfoque é para a máquina, onde se colocam os bicos que produzem as gotas mais adequadas para controlar o problema fitossanitário; regula-se a direção dos jatos de gotas; a altura de pulverização; a pressão de trabalho recomendada pelos fabricantes dos bicos; verificam-se os filtros dos bicos; checa-se a relação entre marchas do trator e velocidades, enfim, efetua-se a manutenção geral da máquina.
- **Calibração:** é feita a aferição da deposição no alvo da aplicação. Essa aferição deve ser realizada mediante a conhecimento do tamanho e densidade de gotas necessária para o controle fitossanitário. Só após a calibração, o volume de calda consumido será conhecido. Como o desejo é colocar a quantidade correta de defensivos no alvo, sem desperdícios, não se deve calibrar um equipamento para aplicar XX litros de calda por hectare - o volume de calda consumido é resultado da calibração e não uma meta a ser alcançada.



Assim, calibração deve ser definida como a “otimização da deposição de defensivos no alvo, com o menor consumo possível de calda”.

5. Calibração de pulverização

Um fator extremamente importante para o sucesso do tratamento fitossanitário de diferentes culturas é a calibração dos pulverizadores, que serão utilizados para as aplicações dos agrotóxicos. Seu objetivo é colocar a quantidade correta do defensivo no alvo, no local onde ocorre o ataque dos problemas fitossanitários, com o menor consumo de calda. Se houver uma deposição eficiente, o controle será mais efetivo e o número de aplicações poderá ser reduzido.

Dentre os pulverizadores, existem alguns que são mais utilizados para aplicar os agrotóxicos em culturas de porte rasteiro, arbustivo ou arbóreo, que são escolhidos em função da área cultivada e, principalmente, do poder aquisitivo do agricultor. Equipamentos, como os pulverizadores costais ou aqueles que a aplicação é realizada por lanças manuais, produzem gotas que são arremessadas exclusivamente pela força da pressão hidráulica. Esses equipamentos devem ser utilizados preferencialmente em pequenas áreas de cultivo ou quando a cultura se encontra nas etapas iniciais do desenvolvimento da massa foliar.

Para cultura de porte arbustivo e arbóreo, os equipamentos que utilizam com cortina de ar seriam indicados para todas as etapas de desenvolvimento da cultura, porque o jato de ar auxilia na deposição das gotas. Entretanto, quando a cultura se encontra com a área foliar pequena, é conveniente desligar alguns bicos ou aumentar a velocidade de deslocamento da máquina para reduzir o consumo de calda. No caso de culturas de porte rasteiro, também seria conveniente aumentar a velocidade de deslocamento da máquina nas etapas iniciais de desenvolvimento da cultura.

5.1. Passos para calibração de pulverização para aplicação de defensivos

Para facilitar a compreensão de todos os passos para a calibração de qualquer tipo de pulverização, serão adotadas neste tópico culturas arbustivas e arbóreas, como, por exemplo, a videira

cultivada em latada e a cultura da maçã. Nesse caso, para controle de uma doença nessas culturas, os passos seriam os seguintes:

1) Observação do grau de deposição de gotas nos principais locais de ocorrência das pragas e doenças

A observação da deposição pode ser realizada com uso de cartões sensíveis à água, que são cartões de papel, impregnados com o corante azul de bromofenol, que na sua forma não ionizada apresenta coloração amarela, disponíveis no mercado.

Entretanto, na impossibilidade de adquirir os cartões, eles poderão ser fabricados pelo usuário. Deverá ser preparada uma solução contendo um grama de azul de bromofenol, dissolvido em 20 mililitros de acetona e diluído em 180 mililitros de tolueno. Devem ser selecionados cartões de papel (com alguma rigidez) que apresentem uma superfície polida brilhante, que impeça a translocação da solução. A solução deverá ser passada com algodão preso em uma haste de madeira ou outro material sobre a superfície brilhante do papel, que adquirirá uma coloração amarelada. Nessa situação, as gotas de água quando atingem a superfície tratada, produzem manchas azuis, que apresentam um bom contraste com o fundo amarelo e podem ser facilmente visualizadas.

Na impossibilidade de obtenção e fabricação do cartão sensível à água, poderá ser utilizado algum corante na calda de pulverização. Assim, as gotas poderão ser observadas diretamente nas folhas das plantas ou em alvos artificiais constituídos de papel comum, com coloração que intensifique o contraste das manchas. Há ainda produtos fluorescentes que podem ser observados com iluminação de luz ultravioleta (luz negra).

No caso do exemplo da parreira, como a pulverização é realizada debaixo da latada e orientada verticalmente para cima, os alvos poderiam ser distribuídos em três regiões:

- região basal onde ficam os cachos,
- região intermediária, e
- região superior (sobre a latada), porque certamente receberão deposições diferentes.

Os alvos da região inferior receberão uma deposição muito intensa, já que o bico de pulverização se desloca muito próximo deles, mas fornecem informação importante, se comparados com aqueles colocados na região mediana e superior do caramanchão, permitindo avaliar o grau de dificuldade de penetração das gotas.

Normalmente, gotas grandes (maiores do que 0,25 mm de diâmetro) tendem a depositar-se nas primeiras camadas de folhas, enquanto que as pequenas (menores do que 0,15 mm de diâmetro) conseguem atingir as camadas das folhas menos expostas. Como o tamanho das gotas é influenciado pela vazão do bico e pela pressão de trabalho, esses parâmetros devem ser testados em conjunto com diferentes velocidades de aplicação, até que a pulverização dê o resultado esperado na cobertura.

A calibração deve ser realizada mediante a utilização de padrões de tamanhos e densidade de gotas que devem ser selecionados para alvos característicos. Matthews (1982) apresenta uma generalização dos tamanhos de gotas que devem ser utilizados para alvos específicos (Tabela 6). Na prática, não é recomendável utilizar as gotas menores do que 100 micrômetros recomendadas por Matthews (1982). Dessa forma, os padrões de tamanhos de gotas ilustrados na Figura 3 poderiam ser utilizados.

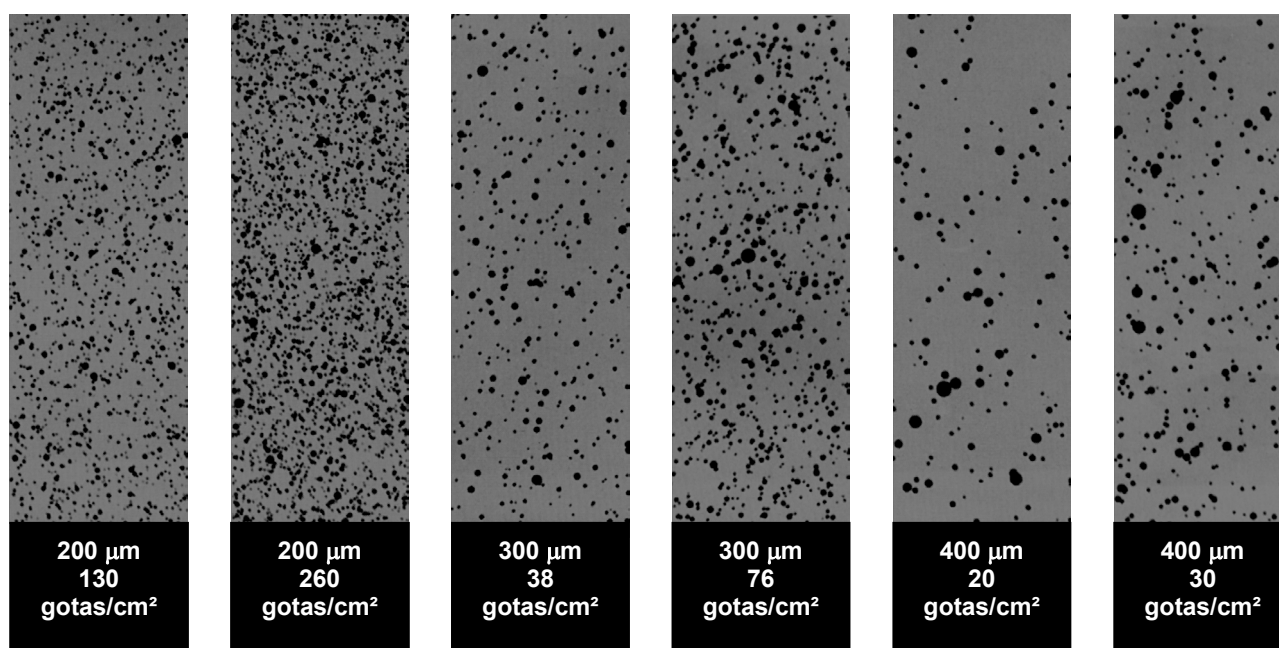


Figura 3. Padrões de tamanho e densidade de gotas de pulverização. O tamanho das gotas é o VMD e medido e classificado pelo programa “GOTAS”, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente & Embrapa Informática Agropecuária. Imagens recuperadas de amostras originais, que fornecem apenas aspectos visuais de deposição, pois algumas manchas podem ter sido alteradas entre a captura e a transposição para o texto

Fonte: Chaim, 2009

No folheto fornecido pela fabricante do cartão sensível a água, é apresentada uma tabela com padrões de densidade de deposição para alguns tipos de alvo (Tabela 9).

TABELA 9. Padrões de densidades de deposição mínimas para alguns tipos de pulverização

TIPO DE PULVERIZAÇÃO	DENSIDADE DE GOTAS (nº/cm²)
Inseticidas	20-30
Herbicidas em pré emergência	20-30
Herbicidas de contato	30-40
Fungicidas	50-70

Fonte: Chaim, 2009

Normalmente, para o caso de controle de doenças, deposições com densidade superior a 70 gotas por centímetro quadrado são consideradas como as mais adequadas para aplicações de fungicidas. Assim, considerando os padrões apresentado na Figura 3, gotas entre 200 e 300 µm poderiam ser utilizadas nas pulverizações. Portanto, não seria necessário molhar totalmente as folhas ao ponto de escorrimento, porque essa condição de pulverização exigiria elevado volume de calda e seria extremamente desperdiçadora.

2) Avaliação da vazão do equipamento

Assim que o padrão de deposição seja atingido, seria necessário calcular a vazão dos pulverizadores que poderá ser obtida de duas maneiras diferentes:

a) Método direto

Consiste em pulverizar durante um minuto coletando o líquido em algum tipo de recipiente e medir o volume pulverizado com algum utensílio graduado. É indicado quando existe facilidade de coletar o líquido pulverizado e, principalmente, se o agricultor dispõe de algum utensílio com graduações para medir volume, como as provetas. Entretanto, as provetas são caras e não são facilmente encontradas nas pequenas cooperativas que comercializam insumos agropecuários. Nesse caso, o agricultor deve se utilizar do método indireto.

b) Método indireto

Consiste em colocar um volume conhecido dentro do tanque do equipamento, pulverizar até o esgotamento, cronometrando o tempo consumido para este procedimento. Essa informação é importante para especificação na aquisição de bicos novos. Na compra, deve ser especificada a vazão desejada na pressão de trabalho que se pretende utilizar. Exemplo de especificação: bico leque, ângulo de 80°, com vazão de 1,54 litros/min, numa pressão de 10 kg/cm² (ou 150 lbf/pol²).

Para um pulverizador estacionário, por exemplo, estes seriam os passos:

- Adicionar 20 litros de água (bem medidos) no tanque do pulverizador;
- Acionar o pulverizador selecionando ou rotação do motor usualmente utilizada na pulverização;
- Cronometrar o tempo que se gasta para pulverizar os 20 litros (por exemplo = 3 minutos e 15 segundos);
- Converter o tempo para “segundos” = $(3 \times 60) + 15 = 180 + 15 = 195$ segundos.
- Dividir os 20 litros pelo tempo em segundos = $20/195 = 0,10256$ litros/segundo.
- Multiplicar o valor por 60 para obtenção da vazão em litros/min:
 - Vazão = $0,10256 \times 60 = 6,15$ litros/minuto
- Caso necessário, dividir a vazão da máquina pelo número de bicos da lança. Exemplo para lança com 4 bicos:

$$\text{Vazão/bico} = 6,15/4 = 1,54 \text{ L/min.}$$

3) Medição da velocidade de deslocamento da lança durante uma pulverização

a) com uma trena marcar um percurso de 50 metros;

b) afastar o aplicador do local demarcado a uma distância tal que seja suficiente para imprimir velocidade constante durante a passagem pelo início da região demarcada;

c) disparar o cronômetro no momento em que o aplicador atingir a marca inicial. Desligar o cronômetro no momento que atingir a marca final dos 50 metros. Anotar o tempo gasto e repetir a operação.

Se, por exemplo, o aplicador demorou 40 segundos para percorrer os 50 metros. Para se conhecer em “metros por minuto” dividir os metros caminhados pelos segundos consumidos = $50/40 = 1,25$ m/s. Para transformar em minutos multiplicar por 60:

$$\text{Velocidade} = 1,25 \times 60 = 75 \text{ m/min}$$

4) Cálculo da distância percorrida para tratar um hectare

Supondo que a faixa de aplicação do pulverizador é de um metro e considerando um hectare como um quadrado de 100 metros de lateral.

O número de passadas será:

$$P = 100/1,0 = 100$$

Como em cada passada o aplicador percorre linha de 100 metros, com 100 linhas, será percorrido:

$$L = P \times 100 = 100 \times 100 = 10.000 \text{ metros}$$

5) Cálculo do tempo que será gasto para tratar o hectare

O tempo será a distância percorrida (10000 m/ha) dividida pela velocidade de aplicação (75 m/min):

$$\text{Tempo consumido/ha} = 10000/75 = 133,3 \text{ minutos/ha}$$

6) Cálculo do volume de calda que será gasto para tratar 1 ha

Volume de calda gasto será obtido multiplicando-se a vazão do pulverizador (6,15 litros/min) pelo tempo que se gasta para a pulverização (133,3 min/ha):

$$\text{Volume consumido/ha} = 6,2 \times 133,3 = 826 \text{ litros/ha}$$

7) Cálculo da quantidade de defensivos que deverá ser colocada no tanque do pulverizador

Normalmente, as embalagens dos agrotóxicos podem apresentar recomendação de dosagem em duas formas:

- a) na forma de XX a YY gramas de produto/ha ou XX a YY mililitros/ha
- b) na forma de XX gramas de produto por 100 litros ou XX mililitros de produto por 100 litros, com recomendação de um volume de calda mínimo, que deve ser utilizado para controle eficiente de pragas e doenças.

A recomendação apresentada na forma de XX gramas ou mililitros/100 litros é amplamente utilizada pelos agricultores, devido à facilidade dos cálculos para preparo da calda. Entretanto, essa recomendação só deve ser utilizada quando se empregam grandes volumes de calda, ou seja, acima de 500 litros por hectare, obedecendo à recomendação do fabricante do defensivo. Para o exemplo de consumo de 826 litros de calda/ha, o agricultor deverá utilizar uma recomendação que especifique a dosagem do defensivo em gramas ou mililitros por litro.

- **Exemplo:**

Supondo que o agricultor utilizará um fungicida para controle de uma determinada doença. No rótulo ou bula da embalagem, o agricultor encontra a recomendação de dosagem de 100 a 300 mL/100L do produto comercial. Devido às características da cultura e do elevado risco de infestação da doença, o agricultor optou por aplicar a dosagem de 250 mililitros do produto comercial 100 litros de calda. Considerando que a área cultivada pelo agricultor é de 5 ha e que o equipamento devidamente calibrado aplica um volume de calda equivalente a 826 L/ha, o consumo total de calda para tratar a cultura será: $5 \times 826 = 4130$ litros. Supondo que a capacidade do

tanque do pulverizador é de 2000 Litros, ele devera preparar dois tanques de 2000 litros mais um com 130 litros.

Assim, nos preparos de 2000 litros seriam colocados: $2000L/100L=20 \times 250mL=5000mL$ ou 5 litros do defensivo. Para os 160 litros de calda restantes, seriam colocados: $160L/100L=1,6 \times 250mL=400mL$

6. Cuidados gerais e manutenção de equipamentos de aplicação

*Exigir do representante do fabricante do seu equipamento o manual de instruções referentes à montagem, à manutenção e à garantia.

* Disponer sempre do manual de instruções do equipamento de pulverização para obtenção de informações sobre as causas das deficiências de funcionamento. Em muitos casos, as soluções de problemas de funcionamento são simples.

* Seguir as orientações dos fabricantes quanto às recomendações de manutenção do pulverizador, atendendo aos períodos de lubrificações, trocas de correias, etc.

6.1. Antes da pulverização da cultura

* O Verifique se o tanque do pulverizador está limpo.

* Coloque água limpa no tanque e faça funcionar o equipamento

* Caso exista vazamento, conserte-o. Peças com defeito devem ser substituídas.

* Verifique se não há vazamento ou entupimento dos bicos e mangueiras.

* Observe se o jato formado está correto. Se necessário retirar o bico e limpar com urna escova ou pincel, destinado exclusivamente a essa finalidade. Nunca desentupir o bico de pulverização com a boca, nem usar arame, prego ou grampo para isso.

6.2. Após a o período de pulverização

* Esvazie totalmente o tanque em local seguro - ideal e repassar algum local da cultura com as sobras da calda do tanque. Para evitar esse desperdício, prepare apenas a quantidade de calda necessária para tratar a área.

* Lave o exterior e interior da máquina com detergente.

* Aplique uma solução de 80% de óleo lubrificante e 20% de óleo diesel, nas partes metálicas do equipamento para evitar a corrosão.

6.3. Utilização de equipamentos de proteção individual

O grau de exposição das diferentes regiões do corpo varia com o método de aplicação empregado e a natureza do alvo tratado, em diversos pontos do corpo do aplicador.

- **Pulverizador costal** - quando utilizado em cultura de porte baixo, promove pesado contaminação das pernas do aplicador. Entretanto, quando usado em culturas envaradas, como

o tomate e parreira, ou culturas de porte médio, como o fumo e café, o aplicador necessita deslocar-se dentro de uma névoa de gotas em suspensão no ar, contaminando as regiões mais elevadas do corpo.

- **Pulverizador estacionário** - quando utilizado em tomate estaqueado com 100 cm de altura, a contaminação é distribuída nas regiões das coxas, barriga e ombros. Em tomateiro com 160 cm de altura, ocorre contaminação generalizada nas regiões do corpo, mas a região do pescoço é muito atingida.
- **Pulverizadores tipo pistola** - utilizados em citros ou outras fruteiras de grande porte, dependendo do espaçamento e porte da cultura, proporcionam contaminação nas regiões do cabeça, braços, tórax e abdômen do aplicador.
- **Pulverizador tratorizado de barra** - apresenta um risco muito pequeno ao aplicador (tratorista), quando usado em culturas de porte inferior a 50 cm. Entretanto, à medida que o porte da cultura aumenta, o risco de contaminação do aplicador aumenta.
- **Pulverizador tratorizado turbinado (ventilador)** - largamente empregado em culturas de porte arbustivo e arbóreo, promove uma contaminação relevante nas regiões da cabeça e ombros do aplicador, devido à deriva das gotículas.

6.4. Como evitar a contaminação ambiental

* Não manuseie produtos fitossanitários no interior ou nas proximidades de residências, escolas, crianças ou pessoas não envolvidas no trabalho e perto de fontes de água ou beira de córrego/rio/canais.

* Nunca prepare a calda em ambiente fechado. Proceda à preparação da calda em local ventilado.

* Efetue sempre a regulagem do seu equipamento e calibração da pulverização.

* Não pulverize quando o vento estiver muito forte. Evite a deriva.

* **Use sempre equipamentos de proteção individual.**

* A temperatura e a umidade relativa do ar influenciam na evaporação das gotas, na movimentação das massas de ar e na sustentação de gotas no ar. Assim, para evitar perdas por evaporação, as aplicações devem ser realizadas nas horas mais frescas do dia, isto é, pela manhã e ao entardecer.

* Toda água de lavagem de equipamentos de aplicação e de proteção individual deverá ser descartada em local que não ofereça risco ao meio ambiente.

* Durante o preparo da calda, efetue a tríplice lavagem da embalagem e destine para descarte.

* Observe rigorosamente o intervalo entre a última aplicação e a colheita (período de carência).

* Recomenda-se a manutenção de faixas de isolamento dentro das áreas cultivadas (de 1,5 a 2,0 m) ou plantio de 'quebra-vento', para minimizar a deriva (caso houver) e para servir de abrigo dos organismos considerados inimigos naturais.

7. Referências

- BROWN, A.W.A. **Insect control by chemicals**. New York: John Wiley, 1951. 817p.
- CHAIM, A. Desenvolvimento de um pulverizador eletrohidrodinâmico: avaliação do seu comportamento na produção de gotas e controle de trips (*Enneothrips flavens* Moulton, 1951), em amendoim (*Arachis hipogae* L.). Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1984, 107p. (Tese de Mestrado)
- CHAIM, A. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 76p.
- CHAIM, A., MAIA, A. H. N., PESSOA, M. C. P. Y. Estimativa da deposição de defensivos por análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: v.34, n.6, p.963-969, 1999a.
- CHAIM, A., CASTRO, V. L. S. S., CORRALES, F. M., GALVÃO, J. A. H., CABRAL, O. M. R., NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas na aplicação de defensivos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: v.34, n.5, p.741-747, 1999b.
- CHAIM, A., PESSOA, M. C. P. Y., CASTRO, V. L. S. S., FERRACINI, V. L., GALVÃO, J. A. H. Comparação de pulverizadores para tratamento da cultura do tomate estaqueado: avaliação da deposição e contaminação de aplicadores. **Pesticidas Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba: v.9, n. jan/dez, p.65 - 74, 1999c.
- CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; OLIVEIRA, D.A.; MORSOLETO, R.V.; PIO, L.C. Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999d. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa, 2).
- CHAIM, A., VALARINI, P. J., PIO, L. C. Avaliação de perdas na pulverização de defensivos na cultura do feijão. **Pesticidas Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba: v.10, p.13-22, 2000.
- COFFEE, R. A. Electrodynamics energy: a new approach to pesticide application. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE: PEST AND DISEASES, 1979, Brighton. Proceedings. Croydon: BCPC, 1979 p.777-789.
- COURSEE, R.J. Some aspects of the application of insecticides. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.5, p.327-352, 1960.
- HIMEL, C.M. The optimum size for insecticide spray droplets. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.62, n.4, p.919-925, 1969.
- HIMEL, C.M. & MOORE, A.D. Spray droplet size in control of spruce budworm, boll weevil, bollworm, and cabbage looper. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.62, n.4, p.916-918, 1969.
- JONHSTONE, D.R. Insecticide concentration for ultra-low-volume crop spray applications. **Pesticide Science**, Chichester v. 4, p. 77-82, 1973.
- MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. New York: Longman, 1982. 336p.
- PESSOA, M. C. P. Y., CHAIM, A. Programa computacional para estimativa de uniformidade de gotas de pulverização aérea. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.1, p.45 - 56, 1999.
- QUANTICK, H.R. **Handbook for agricultural pilots**. London: Collins, 1985b. 265p.

- SCRAMIN, S., CHAIM, A., PESSOA, M. C. P. Y., FERRACINI, V. L., ANTÔNIO, P. L., ALVARENGA, N. Avaliação de bicos de pulverização de defensivos na cultura do algodão. **Pesticidas Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba: v.12, p.43 - 50, 2002.
- CHAIM, A., PESSOA, M. C. P. Y. **Método para calibração de pulverizadores utilizados em videira**. Comunicado Técnico 9. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002.
- QUANTICK, H.R. **Aviation in crop protection, pollution and insect control**. London: Collins, 1985a. 447p.
- QUANTICK, H.R. **Handbook for agricultural pilots**. London: Collins, 1985b. 265p.
- MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal, FUNEP. 1990. 133p.

8. Glossário

Alvo - Aquilo que foi escolhido para ser atingido pelas gotas da pulverização (plantas, face inferior das folhas, ponteiros das plantas, colo das plantas, trocos, organismos nocivos, planta daninha, solo, etc.).

Calda - Mistura da água com a formulação do defensivo na concentração para a aplicação.

Calibração - aferição mediante padrões, da densidade e tamanho das gotas depositadas nos alvos.

Deriva - Desvio em relação ao alvo, da trajetória das gotas liberadas pela pulverização.

Dosagem - Qualquer relação que envolva dose, expressa em quantidade de material por unidade de peso, volume comprimento ou área.

Dose - Quantidade de defensivo expressa em unidade de peso ou volume.

Endoderiva - Movimento das gotas da pulverização dentro da área pulverizada.

Exoderiva - Movimento das gotas de pulverização para fora da área pulverizada.

Faixa de aplicação - Largura da área tratada relativa a uma passada do equipamento aplicador.

Perda - Quantidade de material aplicado que não é retida pelo alvo, expressa em porcentagem.

Tratamento fitossanitário - Operação envolvendo uma ou mais aplicações de produtos ou processos químicos, físicos mecânicos ou biológicos para defesa fitossanitária.

Vazão - Quantidade de material que flui por unidade de tempo.

Volume de aplicação - Volume de calda aplicado por unidade de área, comprimento, peso ou volume.

15. Colheita e pós-colheita

Abadia dos Reis Nascimento¹, Cristiane Maria Ascari Morgado², Luis Carlos Cunha Júnior¹

¹Universidade Federal de Goiás - Escola de Agronomia, Setor de Horticultura
abadiadosreis@ufg.br; cunhajunior.l.c@gmail.com

²Universidade Estadual de Goiás - Campus Anápolis de
Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo
cristianemorgado4@yahoo.com.br

1. Introdução

o tomate é um fruto pertencente à família Solanaceae, considerado como uma das principais hortaliças consumidas no mundo (Tilahun et al., 2018). Seus frutos são classificados em dois grupos: climatéricos e não climatéricos. Quando o etileno foi descoberto, ele foi incorporado aos conceitos consagrados de pós-colheita, como refrigeração, embalagem, entre outros, por ser considerado o hormônio responsável pela maturação (Godoy-Beltrame, 2012; Bron e Jacomino, 2007). Diante disso, o tomate é considerado um fruto climatérico, ou seja, é capaz de completar a maturação mesmo depois de colhido (Mueller, 2016).



É importante entender as diferenças entre esses dois grupos de frutos, e para isso, é necessário compreender os eventos de desenvolvimento dos frutos (Figura 1). Conhecer as fases do ciclo vital das hortaliças-fruto é essencial para se estabelecer o ponto ideal de colheita e para a aplicação de tecnologias que possam retardar ou reduzir a atividade fisiológica e aumentar seu período de conservação (Rosa et al., 2018).

O desenvolvimento dos frutos se inicia devido à intensa divisão celular da parede do ovário ou de outras partes da flor, seguida da expansão celular e crescimento rápido em tamanho. Os frutos são normalmente imaturos e as células e tecidos se diferenciam com funções específicas em cada espécie para acúmulo de substâncias de reserva, que normalmente são taninos, compostos fenólicos, amido, açúcares e ácidos orgânicos.

Já a fase de maturação é aquela na qual o fruto atinge a maturidade fisiológica, ou seja, quando os frutos estão prontos para serem colhidos. Quando o fruto está nessa fase, as mudanças na coloração são visíveis, devido à biossíntese de pigmentos e degradação da clorofila, ocorrendo também mudanças na textura e no sabor. Quanto à textura, enzimas agem na degradação da parede celular, tornando a polpa mais macia. Já em relação ao sabor, que é uma percepção sensorial, ele é atribuído ao equilíbrio entre ácidos orgânicos e açúcares, por meio da degradação de substâncias de reserva, que na maioria dos casos é o amido.

A última fase é a senescência dos frutos, processo de envelhecimento, no qual ocorre reações de degradação. É indesejável, sob o ponto de vista da conservação, e estudos pós-colheita são realizados com o objetivo de retardar este evento e evitar perdas (Tessmer, 2020). A senescência é marcada pelo colapso celular, seguido da morte das células.

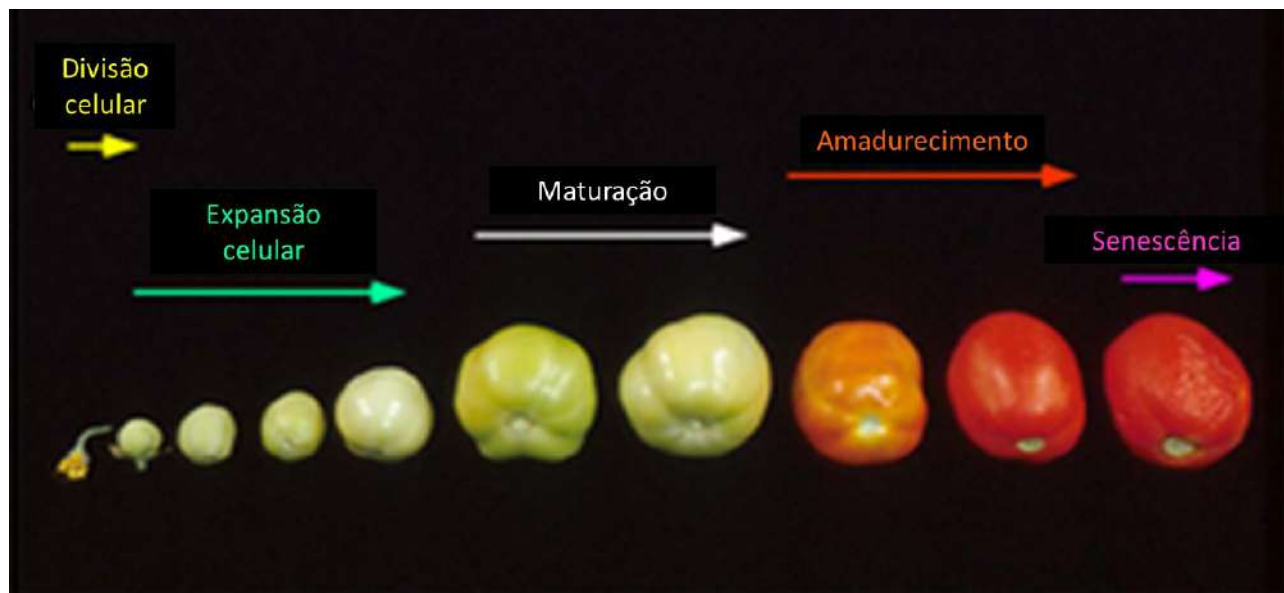


Figura 1. Eventos de desenvolvimento do tomate (climatérico)

Fonte: Tessmer, M. A. (Adaptado a partir da imagem de frutos de Brummel, 2006)

2. Colheita

No caso de frutos climatéricos, como o tomate, a colheita normalmente é realizada quando os frutos atingem a maturidade fisiológica. Este é o momento em que o tomate atinge seu tamanho máximo e as transformações estruturais, bioquímicas e fisiológicas ligadas à maturação passam a ocorrer, ligados à planta-mãe ou não. Após esse período, não ocorre mais aumento no tamanho do fruto (Chitarra & Chitarra, 2005).

Na maturidade fisiológica, o tomate é denominado verde-maduro, ou seja, os frutos apresentam coloração interna e externa verde. Tal estágio é reconhecido na prática pela mudança de coloração externa, passando de um verde opaco para um verde mais brilhante, e se um corte com uma lâmina afiada for feito, não é possível ferir a semente, e o interior do fruto se apresenta com um aspecto gelatinoso (Alvarenga et al., 2013).



A determinação do ponto de colheita do tomate para mesa geralmente depende da distância entre o local de produção e o mercado atacadista e/ou varejista, além do tempo que o fruto requer, desde o comerciante até chegar ao consumidor (Alvarenga et al., 2013). Além disso, outro ponto importante a ser considerado é o preço que está sendo comercializado o tomate no mercado. Esse fator econômico é crucial para o produtor, visto que se o preço estiver elevado e os frutos tiverem alcançado um padrão comercializável, ele provavelmente efetuará a colheita de sua safra, independentemente do estágio de maturação.

A decisão da colheita engloba também aspectos como as condições climáticas e econômicas, quando nem sempre a melhor ocasião de coleta coincide com a melhor qualidade encontrada no campo. Nesse sentido, a execução da retirada dos frutos do campo de modo prematuro ou tardio requer adaptações no manejo pós-colheita, podendo afetar a qualidade oferecida ao consumidor (Ferreira et al., 2017). A colheita das cultivares de tomate existentes no mercado brasileiro é realizada periodicamente, ou seja, de duas a três vezes por semana, em média, 70 ou 120 dias após o transplântio das mudas.

A colheita do tomate pode ser feita de duas maneiras: manual ou por meio de equipamentos de auxílio.

- **Colheita manual** - modo de colheita utilizada para frutos de mesa. É baseada na experiência do colhedor, sobretudo em termos de visão e tato. É importante que o colhedor seja bem treinado para utilizar os sentidos da visão, tato e olfato, além de causar menos injúrias aos frutos (Mueller, 2016).
- Os frutos são colhidos por meio de uma leve torção, destacando-se o pedúnculo e o cálice. Após a colheita, os tomates são colocados em sacolas usadas a tiracolo, cestos ou carrinhos de mão (Figura 2), os quais agilizam o trabalho ao serem movidos em fileiras (Alvarenga et al., 2013). Durante a colheita, recomenda-se a retirada da área de todos os frutos que apresentarem injúrias mecânicas, brocados e/ou danificados, para que eles não se transformem em focos de pragas e doenças.
- **Colheita auxiliada** - é aquela em que equipamentos são utilizados para fornecer melhores condições de trabalho ao colhedor. Pode proporcionar maior rapidez no processo e melhor conservação do produto. Tais equipamentos são comumente usados nos Estados Unidos, Canadá, Itália, Espanha, Austrália e Israel. No Brasil, já existem alguns tipos de equipamentos disponíveis, porém são pouco utilizados. Seu principal objetivo é diminuir o esforço e a energia necessários para executar cada operação e reduzir possíveis danos aos colhedores (Mueller, 2016).

A colheita auxiliada para tomate de mesa é um desafio, visto que o fruto é cultivado com tutoramento, ou seja, estaqueado ou envarado, caracterizado por colheitas múltiplas (Cançado Júnior et al., 2003). Diante disso, a Universidade Estadual de Campinas desenvolveu a unidade móvel de auxílio à colheita (Unimac) com o objetivo de colher, beneficiar, classificar e embalar o tomate de mesa no campo, reformulando o sistema tradicional existente desde a colheita até o consumidor final. O equipamento Unimac (Figura 3) consiste em uma plataforma móvel de 7,63 metros de comprimento por 3,60 metros de altura, autopropelida, que se movimenta em campo realizando as operações de colheita,



Figura 2. Colheita manual de tomates com auxílio de carrinho de mão

Foto: Abadia dos Reis Nascimento

beneficiamento, classificação e embalagem (Ferreira et al., 2007). Em funcionamento, o equipamento abrange três ruas de cultivo, com uma capacidade estimada de duas toneladas/hora de trabalho, baseando-se na produção média em campo para tomate de mesa (Ferreira, 2011).



Figura 3. No sentido horário: visão frontal e traseira do equipamento com detalhamento das esteiras de abastecimento

Fonte: Ferreira, 2011

Sanches et al. (2006) avaliaram a utilização de um dispositivo de auxílio (Figuras 4 e 5) à colheita de tomates, sugerindo a realização de colheitas múltiplas e em condições adaptadas às utilizadas em campo, variando o número de colhedores. O intuito era diminuir o tempo requerido para a colheita, assim como o manuseio e a incidência de danos físicos. Entre os métodos de colheita avaliados, os sistemas auxiliados mostraram-se mais eficientes, apresentando maior aproveitamento percentual e maior produtividade horária.

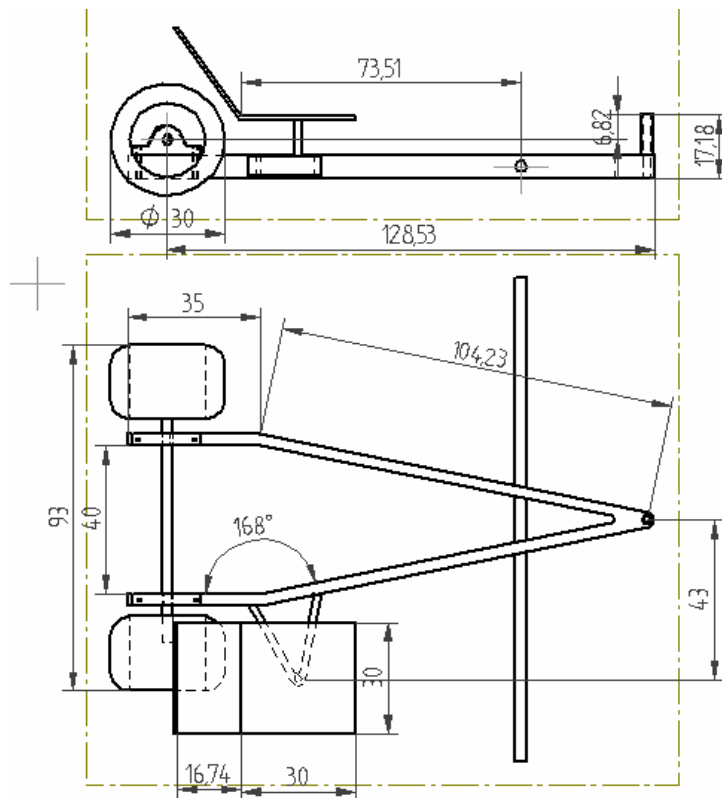


Figura 4. Croqui da vista lateral e superior do dispositivo de auxílio à colheita com suas respectivas dimensões (cm)

Fonte: Sanchez et al., 2006



Figura 5. Dispositivo de auxílio à colheita com assentos acoplados para dois colhedores

Fonte: Sanchez et al., 2006

No campo, as operações de colheita e manipulação dos frutos devem ser realizadas com cuidado, para reduzir danos mecânicos provenientes da queda do tomate nas caixas e/ou nos sacos de colheita. Cada pequena queda ou impacto é cumulativo e colabora para a diminuição da qua-

lidade final do fruto. Assim, além da manipulação mais cuidadosa, é muito importante que seja minimizada a frequência com que o produto é manuseado (Rosa et al., 2018).



Outro ponto recomendável é que a colheita dos tomates seja realizada em horários com temperatura mais branda, de preferência no período da manhã. Entretanto, existem produtores que fazem a colheita durante todo o dia (Alvarenga et al., 2013). Após a colheita, os frutos devem ser transportados para o galpão de embalagem, o mais rápido possível, onde serão selecionados, lavados, classificados, embalados e, posteriormente, comercializados (Alvarenga et al., 2013).

Lana et al. (2014) desenvolveram uma unidade móvel para sombreamento, cuja finalidade é auxiliar na colheita de hortaliças, as quais podem ser deslocadas para a sombra à medida que vão sendo colhidas. Além disso, algumas etapas (seleção e embalagem) do beneficiamento (que serão descritas a seguir) podem ser feitas colocando-se uma mesa ou bancada sob a estrutura. Esta unidade de sombreamento, além da proteção dos frutos quanto ao sol, proporciona um ambiente de trabalho mais confortável tanto para o produtor rural quanto para seus funcionários.

3. Pós-colheita

O Brasil é o oitavo maior produtor mundial de tomate, produzindo cerca de três milhões de toneladas/ano. É considerada a segunda mais importante cultura entre todas as hortaliças cultivadas em nível nacional (Cunha et al., 2018; Menezes et al., 2017). Contudo, se o manuseio durante e após a colheita não for realizado de maneira correta, uma porcentagem significativa dessa produção é descartada, devido aos danos ocorridos durante o transporte, embalagens inadequadas, exposição do produto a temperatura e umidade inadequadas.

Aliado a isso, as expressivas perdas do tomate são favorecidas, visto que o fruto é muito perecível após a colheita e por apresentar uma vida útil de aproximadamente uma semana quando maduro (Oliveira, 2017).



Assim, é importante que os cuidados com a cultura se iniciem antes da colheita, obedecendo às Boas Práticas Agrícolas; ou seja, escolha da área de plantio (livre de contaminantes e conhecimento do histórico da área), cultivares resistentes à pragas e doenças, preparo do solo, manejo dos tratamentos culturais, principalmente com a desbrota das plantas na época da frutificação, para que não ocorra injúrias nos frutos.

Além disso, as operações de colheita e de manuseio no campo devem ser feitas com muito cuidado, com o objetivo de proteger os frutos contra injúrias mecânicas, as quais podem resultar de quedas do produto nas cestas ou sacolas de colheita e batidas das caixas contra superfícies. Cada pequena queda ou impacto pode ser cumulativo e contribuir para a diminuição da qualidade final do produto (Chitarra & Chitarra, 2005). Tomando-se os devidos cuidados, a qualidade sensorial, nutricional e microbiológica dos frutos é garantida, além da redução das perdas, as quais são responsáveis pela redução da disponibilidade e aumento do preço (Rosa et al., 2018).

Após a colheita, os frutos passam pelos processos de:

- **Seleção** - retirada de frutos com defeitos, como frutos doentes e machucados, e
- **Classificação** - quanto ao calibre e estágio de maturação.

Os frutos são submetidos a alguns tipos de manuseio, para conferir-lhes melhor aparência, conservação e maior valor de comercialização. O preparo dos frutos colhidos pode ser feito no campo, em barracões, galpões ou, até mesmo, no mercado de destino. No início do beneficiamento (processo que inclui todas as etapas, até o armazenamento), um processo de seleção é realizado com frequência, em que frutos com anomalias de diversas naturezas são retirados. Tais anomalias incluem:

- forma muito irregular;
- cor ou tamanho discrepante;
- aderências ou irregularidades superficiais evidentes;
- ação de insetos e pragas, ou
- presença de corpos estranhos ao fruto em processo (Rosa et al., 2018; Mueller, 2016).

Na fase de recepção dos frutos, eles são inspecionados, selecionados e, posteriormente, pré-resfriados. O pré-resfriamento corresponde à remoção rápida do calor dos produtos recém-colhidos (calor de campo), antes de serem armazenados, processados ou transportados para locais distantes. A finalidade é diminuir a atividade metabólica dos tecidos, a qual é reduzida de duas a três vezes para cada 10°C de redução da temperatura (Chitarra & Chitarra, 2005).

No caso do tomate, por ser bastante perecível, deve ser resfriado logo após a colheita. Esse processo pode ser feito ainda no campo, para manter o frescor, reduzindo a perda de umidade e murchamento, além de preservar as características do *flavor* (sabor e aroma) (Chitarra & Chitarra, 2005).



A seleção dos frutos pode ser realizada mais de uma vez, a fim de garantir a qualidade final do produto. Essa etapa pode começar ainda na área de colheita, retirando frutos com defeitos severos, injúrias ou doenças, diminuindo o tempo e o capital gasto no manuseio de tomates que não poderão ser comercializados (Rosa et al., 2018). A separação dos frutos nas unidades de beneficiamento pode acontecer de forma automática, em função das propriedades físicas diferenciadas dos corpos a serem separados, ou de forma manual (Figura 6), devido ao largo espectro de irregularidades que pode haver em determinados produtos (Mueller, 2016).



Figura 6. Seleção dos tomates após a lavagem, antes de caírem na máquina de classificação na Ceasa-Goiânia

Foto: Abadia dos Reis Nascimento

Após a separação, os frutos podem ser submetidos a um processo de higienização, o qual inclui as etapas de lavagem (Figura 7) e sanitização, com a finalidade de remover contaminantes de sua superfície e melhorar seu aspecto visual. Nessa etapa, podem ser incluídas ainda a limpeza (feita por meio da lavagem com água, com ou sem escovação, para eliminar grosseiramente os resíduos em contato com a superfície) e o enxágue, para retirar os resquícios de solução sanitizante - caso ela tenha sido utilizada.

A sanitização normalmente é feita com produtos à base de cloro, que permitirão a redução da carga microbológica superficial. Posteriormente, os frutos passam pela etapa de secagem, com ventilação aérea ou por vibração (Rosa et al., 2018; Mueller, 2016).

O processo de beneficiamento geralmente é concluído com as operações de pesagem, embalagem e rotulagem, para que, posteriormente, o produto possa ser armazenado ou imediatamente comercializado.



Figura 7. Lavagem dos frutos de tomate na Ceasa-Goiânia

Foto: Abadia dos Reis Nascimento

No caso do armazenamento, o uso da refrigeração (Figura 8) é um dos principais métodos de conservação utilizados em hortaliças. Isso porque leva à diminuição do metabolismo celular, reduzindo a deterioração (Vasconcelos & Melo Filho, 2010).

Para o tomate, a temperatura ideal para o armazenamento varia conforme o estágio de maturação:

- **frutos verdes** - devem ser armazenados em temperaturas em torno de 13°C,
- **frutos parcialmente maduros** - em torno de 10°C, e
- **frutos maduros** - podem ser armazenados em temperaturas de 8°C (Luengo & Calbo, 2001).

Todavia, na maioria das propriedades, o tomate é colhido no estágio de maturação inicial (coloração verde), exibindo qualidade inferior quando comparado com aqueles colhidos no estágio de maturação mais avançado. Entretanto, esse processo é realizado com o objetivo de oferecer melhores condições para o transporte e conservação pós-colheita em temperatura ambiente (Henz & Moretti, 2005).



Figura 8. Armazenamento de tomates fisiologicamente desenvolvidos na temperatura de 13° a 17°C, na Ceasa-Goiânia

Foto: Abadia dos Reis Nascimento

Conservar as hortaliças em condições adequadas para o transporte, o armazenamento, a distribuição, a comercialização e o consumo é tão essencial quanto produzir bem. Assim, escolher a técnica pós-colheita mais adequada implica no conhecimento da fisiologia do fruto, além da logística de toda a cadeia, com a finalidade de impedir o manuseio incorreto e os problemas decorrentes de transporte e de armazenamento deficientes.



Além do conhecimento da fisiologia do fruto, outras tecnologias pós-colheita podem ser empregadas, como: o uso das embalagens com atmosfera modificada; o armazenamento em atmosfera controlada; a aplicação de revestimentos comestíveis; a rastreabilidade, além da obtenção de produtos melhorados geneticamente para aumentar a qualidade sensorial e nutricional.

4. Referências

- ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S.; SOUZA, R. A. M. **Colheita e pós-colheita**. In: ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.
- BRON, I.U.; JACOMINO, P. A. **Classificação de frutos por “climatério” é conceito em extinção?** Visão Agrícola, p. 1-3, 2007.
- BRUMMELL, D.A. Cell wall disassembly in ripening fruit. **Functional Plant Biology**, v. 33, p. 103-119, 2006.
- CANÇADO JÚNIOR, F. L.; CAMARGO FILHO, W. P.; ESTANISLAU, M. L. L.; PAIVA, B. M.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Tomate para mesa. **Informe agropecuário**, v. 24, n. 219, p. 7-18, 2003.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- CUNHA, A. H. N.; MOURA, T. R.; FERREIRA, R. B.; GOMES, F. P. Caracterização físico-química de tomate Santa Cruz irrigado com água residuária e produzido com vermicomposto. **Global Science and Technology**, v. 11, n. 2, p. 12-22, 2018.
- [FERREIRA, M. D.](#) **Colheita, beneficiamento e classificação em frutas e hortaliças**. In: FERREIRA, M. D. (Org.). Tecnologias pós-colheita em frutas e hortaliças. 1ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação, v. 1, p. 99-115, 2011.
- FERREIRA, M. D.; BRAUNBECK, O. A.; SANCHEZ, A. C. Unidade Móvel de Auxílio à Colheita (UNIMAC) para tomate de mesa. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA, 36., 2007. **Anais...** Jaboticabal, SP: SBEA, v. 1. p. 1-4, 2007.
- FERREIRA, M.D.; SARGENT, S. A.; SPRICIGO, P. C. **Colheita e beneficiamento**. In: FERREIRA, M. D. (Org.). Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. 1ed. Brasília: Embrapa, v. 1, p. 65-83, 2017.
- GODOY-BELTRAME, A.E. **Fisiologia do amadurecimento de maracujá-amarelo e goiaba ‘Pedro Sato’ ligados ou não às plantas**. 2012, 113 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- HENZ, G. P.; MORETTI, C. L. Tomate: manejo pós-colheita. **Cultivar HF**, p. 24-28, 2005.
- LANA, M. M.; BANCI, C. A.; BATISTA, V. R. **Hora da colheita: hora de cuidar do seu produto e de vocês. Unidade móvel para sombreamento de hortaliças após a colheita**. Comunicado Técnico EMBRAPA, 2ed. 2014.
- LUENGO, R.F.A.; CALBO, A.G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001.
- MENEZES, K. R. P.; SANTOS, G. C. S.; OLIVEIRA, O. M.; SANCHES, A. G.; CORDEIRO, C. A. M.; OLIVEIRA, A. R. G. Influência dos revestimentos comestíveis na preservação da qualidade pós-colheita de tomate de mesa. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n.3, p.14-28, 2017.
- MUELLER, S. **Procedimentos de colheita, beneficiamento, classificação e rotulagem**. In: BECKER, W.F.; WAMSER, A.F.; FELTRIM, A.L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J.P.; VALMORBIDA, J.; HAHM, L.; MARCUZZO, L.L.; MUELLER, S. Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina. Florianópolis, SC: Epagri, 2016, 149p.

- OLIVEIRA, I. S. **Conservação pós-colheita de tomate italiano utilizando polímero de recobrimento bioativo à base de fécula de mandioca produzido a partir de um novo antimicrobiano natural**. 2017. 52f. Dissertação (Mestrado em Inovação e Propriedade Intelectual) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- ROSA, C. I. L. F.; MORIBE, A. M.; YAMAMOTO, L. Y.; SPERANDIO, D. **Pós-colheita e comercialização**. In: BRANDÃO-FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. Hortaliças-fruto. Maringá: Eduem, 2018, 535p.
- SANCHEZ, A. C.; FERREIRA, M. D.; MAGALHÃES, A. M.; BRAUNBECK, O. A.; CORTEX, L. A. B.; MAGALHÃES, P. S. G. Influência do auxílio mecânico na colheita de tomates. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 3, p.748-754, 2006.
- TESSMER, M. A. Frutos e seus padrões de maturação. *Planta Consciência*, 2020. Disponível em: <<https://www.plantaconsciencia.com/post/frutos-e-seus-padr%C3%B5es-de-matura%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- TILAHUN, S.; SEO, M. H.; PARK, D. S.; JEONG, C. S. Effect of cultivar and growing medium on the fruit quality attributes and antioxidant properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 59, p. 215-223, 2018.
- VASCONCELOS, M. A. S.; MELO FILHO, A. B. **Conservação de alimentos**, 130p., EDUFRPE, 2010, ISBN: 978-85-7946-072-2.

16. Classificação

Abadia dos Reis Nascimento¹, Maria Gláucia Dourado Furquim¹, Mariana Vieira Nascimento¹, Raquel Cintra de Faria¹, Cristiane Maria Ascari Morgado², Macelle Amanda Silva Guimarães¹

¹Universidade Federal de Goiás

abadiadosreis@ufg.br; maria.furquim@ifgoiano.edu.br; nascimento_mariana1@hotmail.com; raquelagri@hotmail.com; macelleamanda@gmail.com;

²Instituto Federal Goiano - Campus Iporá, ³Universidade Estadual de Goiás - Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo
cristianemorgado4@yahoo.com.br.

A inclusão de parâmetros de classificação é uma atividade importante para organizar e auxiliar a comercialização de hortaliças e frutas. Na tomaticultura, a classificação dos frutos ocorre basicamente por dois modelos:

- um de forma manual, utilizando-se, na maioria das vezes, uma mesa de madeira inclinada (Figura 1), e
- o outro mecanizado, por meio de máquinas classificadoras. Nesse modelo, os tomates são descarregados para lavagem e, em seguida, percorrem uma esteira onde seguirão para a plataforma de classificação por cor e calibre (Figura 2).

A forma de classificação está ligada diretamente ao perfil dos produtores. A classificação dos tomates, após a colheita, é de grande importância, já que a busca por adoção de regras claras permite transparência no processo de comercialização. Do contrário, seria difícil ter confiabilidade nas transações comerciais na ausência de um sistema de classificação eficiente.



Segundo o anuário Hortifruti Brasil (2016), existem produtores que colhem e comercializam diretamente com o atacadista ou colhem e levam para um classificador, e produtores que possuem estrutura própria de classificação. Aqueles que não têm máquinas de classificação própria recorrem a uma breve separação dos tomates por grupo (Salada, Santa Cruz, Italiano, Rasteiro e Cereja) e uma avaliação subjetiva da classe quanto ao tamanho (Tamanho 1A, 2A e 3A) e coloração (verde, colorido e maduro). Esta forma de padronização é baseada “no olho” e na experiência do produtor. É uma classificação que pode ter falhas e ser ruim para o produtor e para toda a cadeia.

Os produtores que utilizam equipamentos automatizados conseguem maior rapidez e padronização dos frutos classificados. Essas máquinas classificam os produtos eletronicamente quanto ao diâmetro, peso e coloração. Assim, com a chegada dessas máquinas de classificação do tomate, ocorreu grande mudança na tomaticultura nacional, com a modificação do procedimento utilizado para a classificação. Permitiu ainda melhor controle da qualidade e a formação de grandes volumes do produto para remessa aos mercados.



Figura 1. Classificador manual na lavoura de tomate
Foto: Raquel Cintra de Faria e Macelle Amanda Silva Guimarães

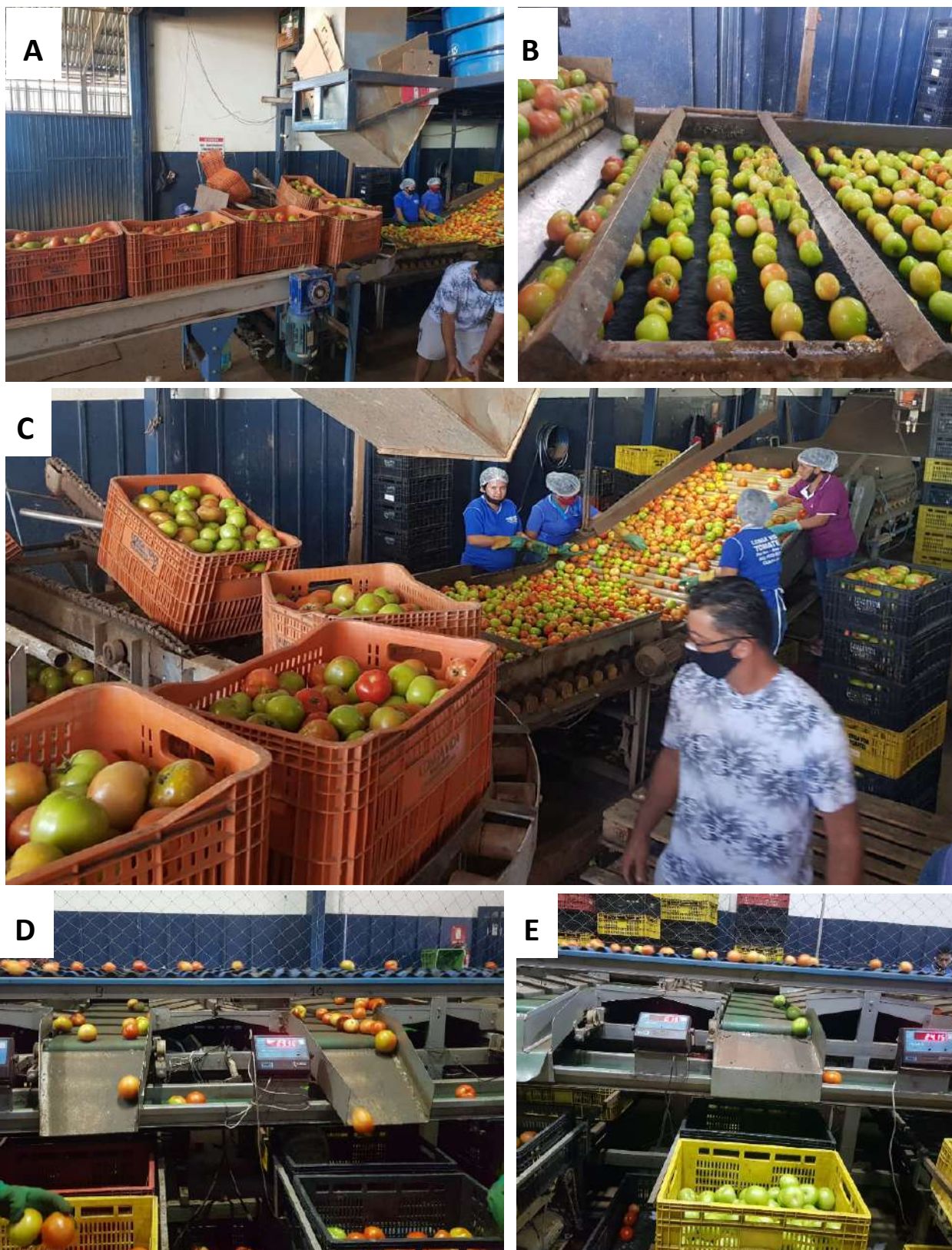


Figura 2. Classificação mecanizada de tomates na Ceasa-Goiânia (GO): Esteira para descarregamento (A); Esteira de lavagem (B); Retiradas de frutos com defeitos após descarregamento e lavagem (C); Classificação por calibre e Frutos coloridos (D) e Classificação por calibre e Frutos verdes Frutos verdes (E) Fotos: Abadia dos Reis Nascimento.

Para a regularização das classificações realizadas nos frutos de tomate, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), na Instrução Normativa (IN) número 33, de 18 de julho de 2018, classifica os tomates em calibres e em categorias.

Por meio do maior diâmetro transversal dos frutos, os tomates são classificados em faixas de calibres expressa em milímetros (Tabela 1).

TABELA 1. Calibres (mm) para fruto de tomate de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

CALIBRES	MAIOR DIÂMETRO TRANSVERSAL DO FRUTO (mm)
1 (*)	Menor que 35
2	Maior ou igual a 35 e menor que 50
3	Maior ou igual a 50 e menor que 70
4	Maior ou igual a 70 e menor que 100
5	Maior ou igual a 100

(*) Exclusivo para tomate cereja ou cherry

SAIBA MAIS: Você pode conferir, na íntegra, a IN nº33, de 2018, neste link: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/34026746/do1-2018-07-25-instrucao-normativa-n-33-de-18-de-julho-de-2018--34026719

Segundo a normativa, para os tomates com diâmetro maior que 35 mm, a diferença máxima permitida entre os frutos de maior e menor diâmetro contidos numa mesma embalagem será de 15 mm. Quanto ao calibre de 1 a 5, será permitida a tolerância total de 10% em número ou em peso de tomates que não cumpram com esses requisitos, e devem permanecer aos calibres inferior ou superior.

A tolerância para o número de embalagens não poderá exceder a 20% das embalagens amostradas, quando o número for igual ou superior a 100. As embalagens do lote que não se enquadrarem nas disposições referentes às tolerâncias de calibres devem ser reclassificadas e etiquetadas novamente para adequação ao calibre correspondente. A classificação por calibre não se aplica aos tomates em rácimos, àqueles comercializados a granel no varejo, nem é obrigatória para os frutos da Categoria 2.

Quanto à classificação por categoria, a normativa classifica os tomates em três categorias de acordo com os limites de tolerância de defeitos (Tabela 2):

- Categoria Extra ou Cat. Extra;
- Categoria 1 ou I, ou Cat. 1 ou I;
- Categoria 2 ou II, ou Cat. 2 ou II.

A normativa considera como fora de categoria o lote de tomates que apresentar os percentuais de tolerância de defeitos graves isoladamente, o total de defeitos graves, ou o total de defeitos leves que excedam os limites máximos estabelecidos para a Categoria 2 (Tabela 2). Deverão ser reclassificados para efeito de enquadramento na categoria.

TABELA 2. Limites máximos de tolerâncias de defeitos por categoria, expressos em percentual de unidades (tomates) na amostra

CATEGORIAS	DEFEITOS GRAVES				TOTAL DE DEFEITOS			
	Podridão	Imaturo	Dano Profundo	Queimado	Dano por geada ou dano por frio	Passado	Graves	Leves
Extra	1	1	1	1	1	1	2	5
Categoria 1	1	3	1	2	2	3	4	10
Categoria 2	2	5	2	3	4	5	7	15

No caso da impossibilidade de reclassificação para enquadramento em uma das categorias, o lote não poderá ser destinado ao consumo *in natura*. Será desclassificado e considerado impróprio para o consumo humano, com sua comercialização interna proibida, o lote de tomates que apresentar uma ou mais das situações indicadas como:

- mau estado de conservação, incluindo dano generalizado por frio ou por altas temperaturas, assim como qualquer outro fator que resulte em deterioração generalizada do produto;
- mais de 10% de podridão ou mais de 30% de frutos passados; e
- odor estranho, impróprio ao produto, que o inviabilize para o consumo humano.

Não será permitida a mistura de tomates de diferentes formatos dentro de uma mesma embalagem. Se ocorrer tal situação, o lote deverá ser beneficiado novamente.

O processo de classificação do tomate, portanto, é parametrizado por normativa que congrega critérios técnicos para a separação do produto em lotes, consoante características mensuráveis quanti e qualitativamente, no sentido de promover a transparência na comercialização e adequada precificação do produto.

Nesse sentido, a CEAGESP publicou a cartilha de classificação do tomate, na qual apresenta, de forma simples e intuitiva, as etapas que compõem a classificação e a padronização do produto, traduzindo numa perspectiva aplicável à realidade de quem produz e de quem vende o que está regulamentado em Lei, conforme preconizado pelo MAPA e pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (PBMH), vinculado à Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) cujas atividades contemplam a elaboração de normas de classificação e parâmetros de qualidade para frutas e hortaliças frescas (CEAGESP, 2020).

Inicialmente, segundo apresentam as Normas de Classificação do Tomate da CEAGESP e conforme exige o governo federal, deve-se fazer a identificação por meio do rótulo, do produtor, produto e suas especificidades, atendendo às normas de classificação.

Posteriormente, são avaliadas as características das cultivares conforme grupo às quais pertencem, sendo considerado nesta fase aspectos como: formato, coloração e durabilidade do fruto em normal ou longa vida, a ser informado pelo fornecedor do material genético ao produtor (opcional).

- **Formato**

Quanto ao campo formato, o tomate de mesa é categorizado em cinco grupos varietais, considerando os distintos aspectos de cada fruto e da relação comprimento dividido pelo diâmetro equatorial.

Os grupos varietais são nomeados respectivamente em:

- **Caqui** (I) menor que 0,90,
- **Saladete** (II) entre 0,90 e 1,00,
- **Santa Cruz** (III) entre 1,00 e 1,15,
- **Italiano** (IV) maior que 1,15, e
- **Cereja** (V) menor que 39 mm.

• **Coloração**

Por sua vez, a coloração sinaliza o estágio de maturação do fruto, definido em quatro grupos: vermelho, rosado, laranja e amarelo. Ademais, como a cor remete ao amadurecimento do tomate e conseqüente mudanças nas características sensoriais do produto, ao mesmo tempo em que é utilizado como fator de decisão para o consumidor no ato da compra, objetiva-se garantir uma maturação homogênea.

Observa-se, portanto, a coloração da casca, que norteia a divisão em 3 subgrupos:

- **Pintado** (I) - para tomate com o ápice amarelecendo;
- **Colorido** (II) - para tomate com cor intermediária entre o subgrupo I e 90% da cor final, e
- **Maduro** (III) - quando o tomate apresentar 90% da cor final.

Cabe ressaltar que, conforme prevê a normativa, há a possibilidade de até 20% de produto de subgrupo diferente, desde que seja de subgrupo superior ou inferior ao informado no rótulo.

• **Classe**

No item Classe, estão elencados os critérios para separação dos frutos mediante tamanho, ou seja, diâmetro equatorial em mm que variam de: maior ou igual a 40 até 50 para a classe 40, até maior que 100 mm para a classe 100, sendo estabelecidos intervalos de 10 mm entre classes. Assim, as classes são apresentadas respectivamente por: 0 quando o tamanho é menor que 40mm e 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100. O agrupamento do tomate, conforme o fator Classe, proporciona maior uniformidade na seleção do produto em termos visuais, por definir o tamanho como fator de referência. De acordo com a norma, é tolerável até 10% de frutos de outra classe misturado ao declarado no rótulo, desde que inferior ou superior ao que consta informado.

• **Categoria**

O compilado de parâmetros para assegurar a qualidade do tomate de mesa no ato da classificação está expresso no item Categoria, estando associado à máxima ausência de defeitos. Nesse sentido, são definidos os limites de defeitos leves e graves permitidos em porcentagem por categoria, uma vez que a existência deles desvaloriza o produto.



São considerados defeitos graves aqueles que comprometem a aparência, conservação e qualidade do produto, como: podridão, podridão apical, cancro, passado, ferida no ombro radial ou rachaduras radiais, ferida no ombro circular ou rachaduras circulares, dano por frio, queimado de sol, virose, dano profundo, imaturo e ocado.

Por sua vez, os defeitos leves comprometem a aparência do produto e, conseqüentemente, a sua valoração. São eles: deformado, amassado e manchas. Particularmente a desvalorização decorrente das manchas depende da intensidade presente no fruto, se subdividindo em dois tipos de manchas: a profunda e a difusa. A mancha profunda nível 1 ocorre quando a área total for entre 0,25cm² e 1,0 cm² da casca afetada; já a mancha profunda nível 2 é quando a área total da casca afetada for superior a 1,0 cm². A mancha difusa nível 1 refere-se à ocorrência de 5 a 15 pontuações; e a mancha difusa nível 2, quando são mais de 15 pontuações no tomate.

Em síntese, a CEAGESP estabelece como limite tolerável em porcentagem (%) na categoria Extra, I, II e III, para o defeito podridão, respectivamente: 0, 1, 2 e 3. Já para os demais defeitos graves são: 0, 2, 5 e 10, considerando a mesma categoria. Isso totaliza como permitido para os defeitos graves: 0%, 2%, 5% e 10%. Quanto aos defeitos leves, são aceitos em porcentagem para as categorias Extra, I, II e III, os seguintes valores: 5%, 10%, 20% e 100%, sendo estes os mesmos valores toleráveis quando realizado o somatório total de defeitos leves e graves.

No que se refere às manchas, analisando as categorias Extra, I, II e III, são limitadas às respectivas porcentagens: 1, 5, 100 e 100 para manchas profundas nível 1; e 0, 1, 10 e 100 para as manchas profundas nível 2. Para as manchas difusas, tendo as mesmas categorias como referência, é aceitável as seguintes porcentagens: 1, 5, 10 e 100 para a mancha difusa nível 1; e 0, 1, 10 e 100 para a mancha difusa nível 2.

Vale mencionar que o estabelecimento de normas no ato de selecionar e classificar os frutos, compreende requisito obrigatório no processo de comercialização, vislumbrando assegurar a qualidade e sanidade do produto que chega à mesa do consumidor, e adequada remuneração ao produtor, consoante atributos do produto que ele oferece. Dessa forma, observa-se que as orientações da CEAGESP acerca do processo de classificação do tomate, embora ancoradas na IN nº33, apresentam, de maneira prática, as etapas do processo de classificação em si, numa perspectiva adequada à realidade do produtor e do mercado.

Conforme a Tabela 3, diferentemente da denominação estabelecida nos grupos varietais mencionada no capítulo *Grupos varietais e cultivares* desta apostila, os termos empregados para a comercialização sinalizam as características do fruto, assim como a denominação popularmente empregada que estão alinhadas aos aspectos que são observados em cada grupo. De acordo com as informações disponibilizadas pela Ceagesp-SP, quanto aos grupos varietais de tomate comercializados, observa-se a utilização das denominações consideradas “antiga” e os grupos de mercado, como recurso para facilitar a identificação e comercialização dos frutos (Tabela 3).

TABELA 3. Principais grupos varietais de tomate comercializadas na Ceagesp

GRUPO DE MERCADO	GRAU DE CONSISTÊNCIA*	DENOMINAÇÃO ANTIGA	EMBALAGEM E PESO MAIS COMUNS
Comprido	3	Italiano, Andréa	Madeira, papelão e plástico 20 kg
Oblongo	2	Grupo Santa Cruz, Débora	Madeira, papelão e plástico 20 kg
Achatado	1	Carmen	Madeira, papelão e plástico 20 kg
Caqui	2	Caqui	Madeira, papelão e plástico 20 kg
Mini	2	Cereja, Grape	Madeira, papelão e plástico 20 kg

*Quanto menor o grau de consistência, maior a facilidade de liberação de água.

Fonte: CEAGESP (2020).

Embora as normas do PBMH estejam em vigência desde 2004, a adesão é modesta, por não se mostrar compatível com a realidade do setor atacadista. Para dinamizar o processo de comercialização, definiu regras denominadas “grupos de mercado” que classificam os frutos em: Santa Cruz, Caqui, Salada, Saladete (Italiano) e Mini, sendo alguns frutos destes grupos apresentados na Figura 3 (ALVARENGA, 2013; MELO, 2017).



Figura 3. Frutos de tomate dos grupos varietais Santa Cruz, Italiano, Saladete e Salada (da esquerda para a direita)

Fonte: Melo (2017, p. 29)

De acordo com levantamento realizado no portal eletrônico das centrais de abastecimento dos principais estados produtores de tomate para consumo fresco, verificou-se que a nomenclatura utilizada para designar o fruto é variada e incorpora outros aspectos de classificação, comumente encontrada no campo de cotação diária, e nos relatórios anualmente emitidos pelos centros de comercialização. Nesse sentido, é possível identificar as variações na denominação de mercado, em termos regionais (Tabela 4).

TABELA 4. Terminologia de mercado usada nas principais CEASAs do país, 2020

CENTRAL DE ABASTECIMENTO DE REFERÊNCIA	TERMINOLOGIA DO PRODUTO
Ceasaminas	Tomate Cereja
	Tomate Sweet grape
	Tomate Italiano Extra AA
	Tomate Italiano Extra A
	Tomate Longa Vida Extra AA
	Tomate Longa Vida Extra A
	Tomate Maça Extra A
	Tomate Maça Extra
	Tomate Maça especial

(Continuação)

TABELA 4. Terminologia de mercado usada nas principais CEASAs do país, 2020 (Continuação)

CENTRAL DE ABASTECIMENTO DE REFERÊNCIA	TERMINOLOGIA DO PRODUTO
Ceagesp - SP	Tomate Achatado Extra A
	Tomate Achatado AA
	Tomate Achatado AAA
	Tomate Caqui Extra AA
	Tomate Cereja Extra AA
	Tomate Holandês
	Tomate Italiano Extra A
	Tomate Italiano Extra AA
	Tomate Italiano Extra AAA
	Tomate Oblongo Extra A
	Tomate Oblongo Extra AA
	Tomate Oblongo Extra AAA
Ceasa – Goiânia/GO	Tomate Sweet Grape
	Tomate Cereja
	Tomate Cereja
	Tomate Longa Vida
	Tomate Salada
	Tomate Saladete
Ceasa – Salvador/BA	Tomate Extra A
	Tomate Extra AA
	Tomate Cereja
	Tomate Cereja Extra AA
	Tomate Longa Vida Extra A
	Tomate Longa Vida Extra AA
Ceasa – Brasília/DF	Tomate Rasteiro Extra AA
	Tomate Saladete Extra AA
	Tomate Extra
	Tomate Especial
	Tomate Primeira
	Tomate Cereja Bandeja
Ceasa – Curitiba/PR	Tomate Salada (caqui)
	Tomate Italiano
	Tomate Cereja
	Tomate Cereja Extra AA
	Tomate Longa Vida Extra A
	Tomate Longa Vida Extra AA
	Caqui/ Salada Extra AA
Rasteiro Extra AA	
Saladete Extra AA	
Holandês Extra AA	

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A classificação dos frutos do tomateiro é uma rotina importante para a cadeia produtiva de tomate, que pode ser realizada no campo e nos locais de beneficiamento. É uma maneira de padronizar os frutos que facilitará a comercialização, para o comprador e vendedor, tanto no comércio externo como interno. A classificação também contribui para melhorar o preço e agregar valor ao produto. O consumidor, por sua vez, paga o preço equivalente ao tipo do produto que está classificado.

1. Referências

- ALVARENGA, F.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia**. 2ª. ed. rev. e ampl., Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013, 455p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 33, de 18 de julho de 2018**. Incorpora ao ordenamento jurídico nacional o “Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade de Tomate”, aprovado pela Resolução GMC-MERCOSUL nº 26/17. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-33-de-18-de-julho-de-2018-33852453>>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- CEASA-GO. Centrais de Abastecimento de Goiás. **Cotações Diárias**. Disponível em: <<https://www.ceasa.go.gov.br/indicadores/cotacoes/2-institucional/958-cota%C3%A7%C3%B5es-di%C3%A1rias-2020.html>>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- CEASAMINAS. Centrais de Abastecimento de Minas Gerais S.A. **Boletim Diário de Preços**. Disponível em: <http://minas1.ceasa.mg.gov.br/detec/boletim_completo/boletim_completo.php>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- CEASA-PR. Centrais de Abastecimento do Paraná S.A. **Cotação Diária de Preços**. Disponível em: <<http://www.ceasa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=386>>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- CEASA-DF. Centrais de Abastecimento do Distrito Federal. **Informações de Mercado**. Disponível em: <<http://www.ceasa.df.gov.br/informacoes-de-mercado/>>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- CEASA-BA. Centrais de Abastecimento da Bahia. **Listagem de Cotações**. Disponível em: <<http://www.sde.ba.gov.br/index.php/2020/01/17/centro-de-abastecimento-da-bahia-ceasa/>>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- HORTIFRUTI BRASIL. 2016. **Quais os padrões dos nossos HF's?** Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/padronizacao-dos-hfs.aspx#:~:text=O%20Programa%20Brasileiro%20para%20Moderniza%C3%A7%C3%A3o,da%20Secretaria%20de%20Agricultura%20e>>. Acesso em: 27 fev. 2021.
- MELO, P.C.T. de. **Desenvolvimento tecnológico para cultivo de tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2017, 193p. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/11/tde-30012017-150140/pt-br.php>>. Acesso em: 27 fev. 2021. (Tese de Livre Docência)
- PBMH-Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. **Normas de Classificação do Tomate**. Centro de Qualidade em Horticultura CQH/CEAGESP. 2003. São Paulo (CQH. Documetos,26). Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/tomate.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2021.

17. Embalagens e comercialização

Abadia dos Reis Nascimento¹, Cristiane Maria Ascari Morgado², Luis Carlos Cunha Junior¹

¹Universidade Federal de Goiás
abadiadosreis@ufg.br; cunhajunior.l.c@ufg.br

²Universidade Estadual de Goiás - Campus Anápolis de Ciências
Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo
cristianemorgado4@yahoo.com.br

1. Introdução

Conforme a instrução normativa nº 33, de 18 de julho de 2018, a embalagem é definida como recipiente, pacote ou envoltório destinado a proteger e conservar o produto, facilitar o seu transporte e manuseio, permitindo a devida identificação. Ainda com base nessa instrução normativa, os tomates devem ser armazenados em lugares ou locais cobertos, limpos, secos, ventilados, com dimensões de acordo com os volumes a serem acondicionados, com o objetivo de impedir defeitos prejudiciais à sua qualidade e conservação.

A instrução normativa nº 009, de 12 de novembro de 2002, estabelece no Art. 1º que as embalagens destinadas ao acondicionamento de produtos hortícolas *in natura* devem atender, sem prejuízo das exigências dispostas nas demais legislações específicas, aos seguintes requisitos:

- as dimensões externas devem permitir empilhamento, preferencialmente, em palete (*pallet*) com medidas de 1,00 m por 1,20 m;
- devem ser mantidas íntegras e higienizadas;
- podem ser descartáveis ou retornáveis; as retornáveis devem ser resistentes ao manuseio a que se destinam, às operações de higienização e não devem se constituir em veículos de contaminação;
- devem estar de acordo com as disposições específicas referentes às Boas Práticas de Fabricação, ao uso apropriado e às normas higiênico-sanitárias relativas a alimentos;
- as informações obrigatórias de marcação ou rotulagem, referentes às indicações quantitativas, qualitativas e a outras exigidas para o produto devem estar de acordo com as legislações específicas estabelecidas pelos órgãos oficiais envolvidos.

A rotulagem dos alimentos embalados é obrigatória e é regulamentada pela legislação brasileira por órgãos, como o Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) (Machado, 2021).



Os equipamentos e recipientes que são utilizados nos diversos processos produtivos não devem constituir um risco à saúde. Os recipientes que são reutilizáveis devem ser fabricados de material que permita a limpeza e desinfecção completa. Uma vez usados com matérias tóxicas, não devem ser utilizados posteriormente para alimentos ou ingredientes alimentares sem que sofram desinfecção (Brasil, 1997).

O uso de embalagens corretamente elaboradas para os produtos perecíveis pode contribuir, consideravelmente, para a manutenção de sua qualidade, em decorrência da redução dos danos físicos, contribuindo para a redução das perdas (Chitarra & Chitarra, 2005).

2. Embalagem para colheita e transporte

Segundo Alvarenga et al. (2013), os tomates devem ser armazenados em embalagens paletizáveis, novas, limpas, secas e que não transmitam sabores ou odores estranhos ao produto, com peso líquido de até 22 kg, exceto para o tomate tipo cereja ou *cherry*, para os quais se admitirá até 4 kg - o que difere de Brasil (2018), que permite até 10 kg para tomate cereja. Ainda, para cada embalagem, é permitido até 8% a mais ou 2% a menos do peso indicado.

Normalmente, os tipos utilizados no período que compreende do campo ao beneficiamento são caixas de plásticas (Figura 1) ou de madeira tipo "K". As caixas tipo "K" têm medidas internas de 495 mm de comprimento, 230 mm de largura e 355 mm de altura, com 5 mm de tolerância. Elas são rústicas, bem resistentes ao manuseio e transporte (Alvarenga et al., 2013).

Entretanto, Andreuccetti et al. (2005) relataram que, na Companhia de Entrepósitos e Armazéns, o tomate de mesa comercializado recebe manuseio intenso e as embalagens mais utilizadas são de madeira, mas não são adequadas, por se mostrarem altamente prejudiciais aos tomates.

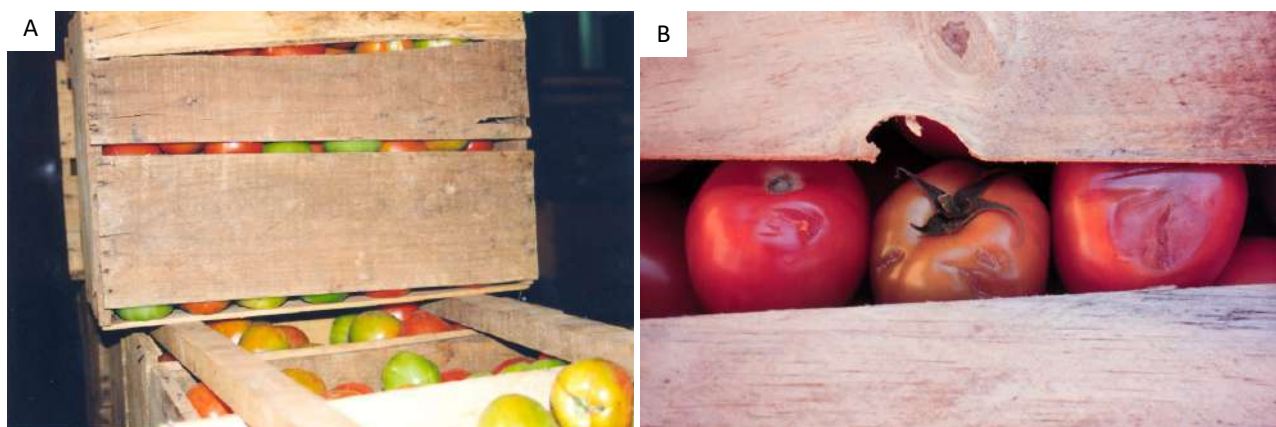


Figura 1. Caixas de madeira tipo "K" usada em tomates (A) e danos observados pelo mal acondicionamento (B)

Fotos: Carlos Alberto Lopes

Cabe ressaltar que a caixa tipo "K" de madeira foi concebida, durante a Segunda Guerra Mundial, para transportar suprimento inflamável (dois galões de querosene). Depois foi adaptada e utilizada até hoje para transporte de produtos hortícolas, com duas principais desvantagens: os

problemas de ordem sanitária (por ser em sua maioria de madeira) e perdas no transporte, devido à dificuldade de paletização (Topel, 1981).



Uma alternativa à caixa de madeira são as caixas de plástico (Figura 2), que apresentam medidas de 550 cm de comprimento, 360 cm de largura e 300 cm de altura. Normalmente, são fabricadas com polietileno de alta densidade (PEAD), que, além de apresentar baixo custo, têm boa resistência mecânica e tolerância ao uso, quando são expostas continuamente ao sol, como na ocasião da colheita e transporte no caminhão.

Além disso, podem ser fornecidas com gravações personalizadas, por meio de um sistema à base de calor, que impede que o nome do proprietário seja removido dela, evitando extravios dentro da cadeia de produção.



Figura 2. Caixas de plástico para tomates acomodando diferentes tipos de frutos: salada (A) e saladete (B)
Fotos: Abadia dos Reis Nascimento

Considerando também os problemas da caixa “K” e visando reduzir as injúrias aos tomates, Vilela e Luengo (2002) desenvolveram um novo modelo de caixa de plástico para acomodação dos frutos de tomate da colheita à comercialização. Essa embalagem, denominada *caixa Embrapa* (Figura 2), apresenta as seguintes características: produzida em plástico, volume interno de 26.000 cm³ e dimensões de 50 cm de comprimento, 23 cm de altura e 30 cm de largura, para transportar em média 13 kg de tomate.

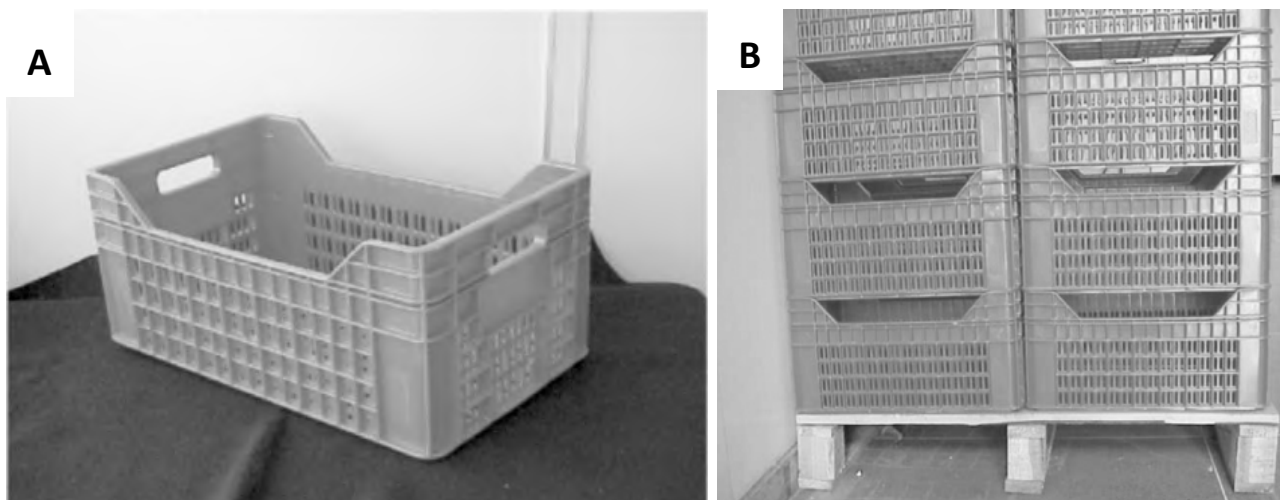


Figura 3. Caixa Embrapa para colheita e transporte de tomates desenvolvida pela Embrapa (A), que podem ser empilhadas com encaixes sem propiciar danos aos frutos (B)

Fonte: Vilela & Luengo, 2002

Algumas centrais de abastecimento (Goiânia, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, entre outras) adotaram o “Banco de Caixas” (Central de Caixa). Visa atender a demanda da legislação quanto à higienização, visto que as caixas podem ser foco de contaminação por patógenos, que podem ser transmitidos de lavoura para lavoura. O Banco de Caixas é uma unidade criada para vender ou alugar, receber, higienizar, estocar e entregar embalagens plásticas padronizadas dentro das normas exigidas pela lei.

Essa central é um novo e moderno sistema logístico, que além da modificação do material das caixas, a empresa fará a sua estocagem, limpeza e higienização. Com isso, haverá a utilização de embalagens de material totalmente reciclável; redução do volume de embalagens em circulação; redução do desperdício por danos mecânicos nos produtos; redução do custo da embalagem no preço final, devido à maior durabilidade da caixa plástica e economia na aquisição das caixas, visto que dispensa estoques; prevenção da contaminação de pragas nas lavouras.

Oliveira et al. (2012) relataram que embalagens paletizáveis (Figura 4) e que proporcionam um adequado empilhamento foram atributos de qualidade que, além de ser comum em todas as classificações, se mostraram importantes na cadeia de atacadistas da Ceagesp. Os mesmos autores ainda relataram sobre frutos sem presença de danos superficiais de casca e sobre a proteção adequada da embalagem contra danos mecânicos, que são importantes para maiores preços dos produtos - explicação da diferenciação de preços.



Figura 4. Embalagens paletizáveis para tomates

Fotos: Abadia dos Reis Nascimento

3. Embalagem para comercialização

A embalagem ideal para comercialização é aquela que mantém a qualidade do produto em níveis aceitáveis durante o armazenamento e, principalmente, durante a comercialização - é nessa fase que o fruto é mais manipulado, ocorrendo grandes perdas.



Como definição, tem-se que: “a embalagem deve proteger o que vende e vender o que protege”. Esta definição exprime a verdadeira e simples função dos vários tipos e formas de embalagem (CABRAL et al., 1984). Mas a embalagem para comercialização serve também como barreira física para o produto armazenado, diminuindo o risco de contaminação, perda de massa e auxiliando na redução da respiração (Mosca & Vicentini, 2000; Chitarra & Chitarra, 2005).

A embalagem de comercialização, além de ser uma barreira física, também serve como modificador de atmosfera de armazenamento. Normalmente, a atmosfera modificada é conseguida por meio do uso de embalagens que permitem a troca seletiva dos gases do seu interior com a atmosfera externa. Isso porque a atmosfera de dentro da embalagem é modificada pela elevação

do nível de dióxido de carbono (CO₂) e diminuição no de oxigênio (O₂), o que acarreta redução na taxa respiratória do produto, elevando a vida útil dele.

Os principais requisitos aos materiais plásticos para embalagem são, no mínimo: controle na transferência de gases e de vapor de água (umidade); proteção contra agentes biológicos, danos mecânicos e físicos e tolerância às condições ambientais e de armazenamento. Além disso, deverão seguir as normas legislativas, de compatibilidade e utilidade com o produto, incluindo a possibilidade de preparação para o consumo e se adequar aos costumes do comércio (WILEY, 1997).

Alguns estudos têm sido realizados para a avaliação de embalagens para a melhor preservação da integridade dos frutos de tomate. Segundo Rinaldi et al. (2011), as embalagens mais adequadas para conservar tomates da cv. Dominador (Agristar do Brasil), do segmento salada, são bandejas de poliestireno expandido, revestidas com filme flexível de PVC que mantiveram as características físico-químicas e reduziram a perda de massa quando comparados aos frutos sem embalagem. Em outro estudo, Sandri et al. (2015) observaram que os frutos dos minitomates cultivar Sweet Grape (Sakata Seed Sudamérica) submetidos aos tratamentos PVC (filme de policloreto de vinila) e LDPE (polietileno de baixa densidade) alcançaram vida útil de 33 dias de armazenamento

Quanto à comercialização direta ao consumidor final, o comerciante pode utilizar embalagens próprias, que podem ser redinhas (Rede Plástica), bandejas de isopor envoltas em filme de plástico, entre outras, que são geralmente etiquetadas com dados do fornecedor e procuram ser atraativas aos consumidores (Brasil, 2018). Nas figuras 5 e 6 são apresentadas algumas dessas embalagens, utilizadas no Brasil (Figura 5) e na Califórnia (EUA).

A exposição dos frutos para a comercialização em estabelecimentos também pode ser à granel, com frutos destacados na base do pedúnculo ou ainda mantendo os cachos originais de diferentes quantidades de frutos, de acordo com a cultivar, com suas sépalas e porções de pedúnculos, acomodados diretamente em gôndolas ou em bandejas, conforme observado na Califórnia-EUA (Figura 7). Vale ressaltar ainda que, em alguns estabelecimentos comerciais, o consumidor pode levar sua própria embalagem para transportar os frutos adquiridos.



Figura 5. Diferentes embalagens utilizadas na comercialização de tomates no Brasil: Redinhas (Rede Plástica) (A), bandejas envoltas em filmes de plástico (B), bandejas de plástico transparente com tampa (C) e a rede de espuma composta por polietileno expandido, ideal para acomodação de unidades (D)
Fotos: Abadia dos Reis Nascimento



Figura 6. Diferentes embalagens e comercialização de tomates observadas em supermercado, na Califórnia, em 2019
Fotos: Abadia dos Reis Nascimento



Figura 7. Comercialização de tomates à granel: frutos destacados na base do pedúnculo (A) e frutos destacados mantendo suas sépalas e porções do pedúnculo, com cachos de diferentes quantidades de frutos, acondicionados em bandejas, em supermercado na Califórnia, 2019

Fotos: Abadia dos Reis Nascimento

4. Rotulagem

As embalagens devem ser rotuladas de forma legível, em lugar de fácil visualização e de difícil remoção. A rotulagem ou marcação nas embalagens deverá assegurar informações corretas, claras, precisas e no idioma do país de destino, contendo, no mínimo, as informações relativas a:

- **a)** identificação do produto e de seu responsável: Denominação de venda do produto; Formato: no caso de o produto não estar visível do exterior da embalagem, deverá identificar-se o seu formato; Nome e endereço do embalador, importador, exportador, incluindo suas identificações como pessoas físicas ou jurídicas, conforme o caso; Conteúdo líquido; Identificação do lote (responsabilidade do embalador).
- **b)** classificação: Calibre, que pode ser um código ou intervalo de diâmetro correspondente; Categoria.
- **c)** Data do acondicionamento.
- **d)** País de origem.
- **e)** Região de origem (opcional).



A rotulagem auxilia o consumidor na escolha do produto, mostrando as condutas positivas do agricultor externado para o consumidor, atributos que podem ser identificados por meio da marca. Junto à rotulagem, a marca proporciona o fortalecimento entre a relação consumidor e produtor (Buainain et al., 2018).

A marca também pode contribuir para novos segmentos de mercado, assim garantindo a demanda do produto para o produtor, conseguindo mitigar os riscos e custos de produção, por manter um mercado cativo, além de auxiliar na regulação de preços, tornando os produtos competitivos e aumentando a geração de renda (BUAINAIN et al, 2015).

5. Referências

- ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S.; SOUZA, R. A. M. **Colheita e pós-colheita**. In: ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.
- ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M.D.; GUTIERREZ, A.S.D.; TAVARES, M. Caracterização da comercialização de tomate de mesa na CEAGESP: perfil dos atacadistas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n.2, p. 324-328, 2005.
- BUAINAIN, A. M.; SOUZA, R. F.; VIEIRA, A. C. P.; BUENO, C. S.; FERRARI, V. E.; SABINO, W. **Propriedade intelectual, inovação e desenvolvimento: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: ABPI, 2018, 110p.
- BUAINAIN, A. M.; BONACELLI, M. B. M.; MENDES, C. I. C. **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. Rio de Janeiro: FAPERJ, INCT/PPED, Ideia D; 2015. 384 p.: il.
- BRASIL. Portaria, nº 326, de 30 de julho de 1997. **Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos**. 1997.
- BRASIL. Instrução Normativa, nº 009, de 12 de novembro de 2002.
- BRASIL. Instrução Normativa, nº 33, de 18 de julho de 2018. **Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade de Tomate**. 2018.
- CABRAL, A. C. D.; MADI, L. F. C.; SOLER, R. M.; ORTIZ, S. A. **Embalagens de produtos alimentícios**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 338p
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 2005. 2º edição. 783p.
- MACHADO, R. L. P. **Rotulagem**. 2021. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid3s5b702wyiv80z4s473q90afw1.html>. Acesso em: 26 fev. 2021.
- MOSCA, J. L.; VICENTINI, N. M. **Embalagens utilizadas na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças in natura**. Jaboticabal: Funep, 2000. 21p.
- OLIVEIRA, S. L. de; FERREIRA, M. D.; GUTIERREZ, A. S. D. Valoração dos atributos de qualidade do tomate de mesa: um estudo com atacadistas da CEAGESP. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 214-219, 2012.
- RINALDI, M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B.; SALES, R.; AMARAL, R. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 305-316, 2011.
- SANDRI, D.; RINALDI, M. M.; ISHIZAWA, T. A.; CUNHA, A. H. N.; PACCO, H. C.; FERREIRA, R. B. 'Sweet grape' tomato post harvest packaging. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 6, p. 1093-1104, 2015.
- TOPEL, R.M.M. **Estudos de embalagens para produtos hortícolas: o caso das caixas do tipo "K"**. São Paulo: IEA, 1981. 29 p. (Relatório de pesquisa 17/81).
- VILELA, N.J.; LUENGO, R. F. A. Viabilidade técnica e econômica da caixa Embrapa para comercialização de tomate para consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 222-227, 2002.
- WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Editora Acribia, 1997. 362p.