

1.

A PLANTA DO TOMATEIRO



1. A PLANTA DO TOMATEIRO

Raquel Saraiva^{a,b}, José Grego^{b,c}, Luís Ferreira^{a,b}

^aEscola Superior Agrária, Departamento Tecnologia, Biotecnologia e Nutrição – Instituto Politécnico de Santarém.

^bUIIPS – Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém.

^cEscola Superior Agrária, Departamento Ciências Agrária e Ambiente – Instituto Politécnico de Santarém.

1.1. ORIGEM

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L. (*Lycopersicon esculentum* Mill.), é uma planta solanácea (Família *Solanaceae*) originária da América do Sul e introduzida na Europa no período dos Descobrimentos. Os espanhóis terão trazido a planta para a Europa em 1523, há registo de ser conhecida na Itália desde 1544 e, na Inglaterra, desde 1597. Posteriormente, já com variedades melhoradas, terá sido introduzida pelos europeus noutras áreas geográficas: África, Oriente e Brasil, sendo cultivada em todas as regiões temperadas do mundo. Em Portugal as variedades mais comuns são: Cherry, Coração-de-boi, Redondo, Chucha e Rama.

Em Portugal estavam registadas, em 2020, no Catálogo Nacional de Variedades de Espécies Agrícolas e Hortícolas, 200 variedades de tomate, tipo híbrida; 159 (79,5%) de crescimento determinado, normalmente destinadas para culturas horto-industriais, 35 (17,5%) de crescimento indeterminado, usadas em culturas em estufa no solo para os frutos serem comercializados em fresco, e 4 (2%) porta-enxerto.

Em Portugal Continental a área instalada de tomate para indústria, sofreu uma redução significativa passando dos 19,6 mil hectares em 2017 para 14,5 mil hectares em 2018 (-26%), e a produção diminuiu de 1 650 429 t para 1 226 828 t, respetivamente. Enquanto o tomate para consumo em fresco foi a cultura hortícola em 2017 e 2018 com maior produção, 97 205 t e 103 654 t, respetivamente.

Em 2019 na União Europeia, a Itália (5,3 milhões de toneladas) e a Espanha (5 milhões de toneladas) produziram cerca de 2/3 da produção de tomate, ocupando Portugal o 3º lugar. As perspetivas até 2030 para a produção de tomate de indústria apontam para um aumento, tanto em superfície como em rendimento em Portugal, esperando-se um aumento de 14% em produção no mesmo período. Por outro lado, relativamente ao tomate para consumo em fresco as perspetivas são de redução de produção em toda a União Europeia, mas com um aumento da valorização económica.

1.2. MORFOLOGIA

O tomateiro é uma planta herbácea cultivada normalmente como anual ou bienal, mas cuja duração vegetativa, em condições meteorológicas favoráveis, pode prolongar-se por vários anos. É uma planta Dia-Neutro, isto é, a floração é indiferente ao comprimento dos dias - fotoperíodo, sendo, por isso, cultivada todo o ano, em estufa ou ar livre.

Possui um sistema radicular constituído por uma raiz principal apumada, que pode alcançar até 40-60 cm de profundidade, e por raízes secundárias e adventícias.

O caule tem um porte inicial ereto e posteriormente decumbente. O caule é pubescente, com tricomas uni e pluricelulares, alguns com glândulas que conferem ao tomateiro um aroma característico, situação comum e específica de muitas plantas solanáceas. O caule apresenta um alongamento simpodial, no final do período de crescimento, ou durante este período, o meristema apical do eixo caulinar aborta ou diferencia-se numa flor.

As folhas são pecioladas, compostas por folíolos (imparifolioladas), cujo número, dimensão e configuração varia consoante as cultivares (Figuras 1 e 2). Na variedade estudada, Rosalinda, o número de folíolos por folha varia entre 20 - 28; a média da área foliar é aproximadamente de 160 cm², a média da área dos folíolos é de 7 cm², com valores médios máximos de 14,2 - 16,5 cm² e valores mínimos de 1,61 cm² - 1,67 cm² (tabela 1). À semelhança do caule, as folhas são pubescentes e revestidas por tricomas.



Figura 1 – Conjunto de folíolos de uma folha de tomateiro, variedade Rosalinda.



Figura 2 – Folíolo terminal de uma folha de tomateiro, variedade Rosalinda.



Figura 3 – Flor de tomateiro.



Figura 4 – Fruto de tomateiro, variedade Rosalinda.

Tabela 1. Valores da área foliar da folha e dos folíolos.

		PLANTA 1	PLANTA 2
	Total de folhas (n)	3	4
	Total de folíolos (n)	70	98
ÁREA FOLIAR (cm ²)	Soma ⁽¹⁾	159,47	160,53
	Média ⁽²⁾	7,09	6,57
	Máximo ⁽³⁾	14,21	16,50
	Mínimo ⁽⁴⁾	1,67	1,61

⁽¹⁾ corresponde à média da soma das áreas foliares dos folíolos de cada uma das folhas;

⁽²⁾ corresponde à média da área foliar dos folíolos de cada uma das folhas;

⁽³⁾ corresponde à média do valor máximo da área foliar dos folíolos de cada uma das folhas;

⁽⁴⁾ corresponde à média do valor mínimo da área foliar dos folíolos de cada uma das folhas.

O tomateiro é predominantemente autogâmico (aproximadamente 95%). As inflorescências encontram-se dispersas nos caules, são constituídas por 5 - 15 flores, hermafroditas, pentâmeras (5 sépalas e 5 pétalas), o ovário é súpero e o fruto (climatérico, amadurecimento regulado pela hormona etileno) é uma baga, de forma e coloração variável consoante as cultivares e o estado de maturação do fruto. Metabolitos secundários, como o licopeno (carotenoide), são responsáveis pela coloração do fruto. Estes metabolitos, possuem importantes propriedades antioxidantes (neutralizam os radicais livres), que previnem e reduzem a gravidade de determinadas doenças.

1.3. FISILOGIA DO DESENVOLVIMENTO DO TOMATEIRO

Os processos de crescimento e de diferenciação inerentes ao desenvolvimento das plantas resultam da regulação e da interação de um conjunto de fatores ambientais edafoclimáticos (luz - a nível do fotoperíodo e do tipo e intensidade da radiação do espectro do visível, temperatura, disponibilidade de água e de nutrientes no “solo”, concentração de dióxido de carbono e de oxigénio, entre outros) e de fatores endógenos (genéticos, microbiológicos, reguladores de crescimento e outros metabolitos), que o agricultor tenta proporcionar e “otimizar”, sempre que possível, durante o ciclo cultural, quer em condições de campo quer de estufa.

A necessidade de obter produtos vegetais de qualidade segundo as exigências do “mercado”, nomeadamente as dos consumidores e as ambientais, além das inerentes à concorrência, contribui para que atualmente na maioria das culturas se proceda à implementação, ao longo do ciclo cultural, de sofisticados sistemas tecnológicos de controlo das componentes ambientais e agrobiológicas, e à respetiva monitorização.

A produtividade e a qualidade final do produto vegetal, sejam plantas, frutos ou sementes, resultam de diversos processos metabólicos, nomeadamente o fotossintético. Dos diversos fatores com influência no metabolismo fotossintético das plantas, releva-se a importância

da radiação, do ajustamento da área foliar da planta à radiação incidente, da variação diária das temperaturas do ambiente e da planta, da concentração de dióxido de carbono, da regulação do fornecimento de água à planta, face às suas exigências.

1.3.1. Determinação das taxas de difusão de dióxido de carbono e de vapor de água

Em diversos contextos agronómicos, já é uma prática generalizada proceder, em diversos estados fenológicos do desenvolvimento das plantas, à determinação da área foliar, da concentração dos pigmentos fotossintéticos (clorofilas e carotenóides), da radiação fotossintética ativa incidente na folha (PAR-PPFD), da condutância estomática (g_s), da taxa de fotossíntese ou de assimilação de dióxido de carbono (A_n), da eficiência fotossintética do(s) fotossistema(s) (F_v/F_m), da taxa de transpiração (E) e da eficiência de uso de água (EUA ou WUE), (Figuras 5, 6, 7 e 8).

Na tabela 2 estão registados os valores de alguns destes parâmetros, determinados ao longo do projeto, no folíolo terminal da folha oposta ao último “ramo/cacho” com frutos. Pelos valores obtidos das taxas de difusão de CO_2 e de H_2O e da eficiência de uso de água, verifica-se que por cada $2,93 \mu mol CO_2$ fixado ($1,24 g \cdot 10^{-4}$ de CO_2), a planta “consome” $1 mmol H_2O$ ($1,8 g \cdot 10^{-2}$).



Figura 5 – Determinação da área foliar.



Figura 6 – Determinação da taxa de fotossíntese e a taxa de transpiração.

Tabela 2 . Valores dos parâmetros analisados em folíolos de tomateiros^(*).

[CO ₂] ambiente	PPDF	TEMP. folha	CO ₂ sub-es- tomático	Taxa Difusão H ₂ O	Conductancia estomática	Taxa Difusão CO ₂	Eficiência Uso Água
vpm μmol.mol ⁻¹	μmol.m ⁻² .s ⁻¹	°C	ci vpm μmolCO ₂ .mol ⁻¹	E mmolH ₂ O.m ⁻² .s ⁻¹	g _s molH ₂ O.m ⁻² .s ⁻¹	A _n μmolCO ₂ .m ⁻² .s ⁻¹	EUA-WUE μmolCO ₂ /mmolH ₂ O
402,1±0,44	604±30,8	31,9±0,12	286,2±4,3	2,83±0,06	0,18±0,01	8,29±0,24	2,93

Os valores correspondem à média ± erro padrão.

(*) Valores médios obtidos, com base em 46 determinações, no dia 7 de maio de 2021, pelas 10h:45 min, 163 dias após a plantação (DAP), em folíolos de tomateiros, variedade *Rosalinda*, plantados em 1 de dezembro de 2020. Na determinação destes parâmetros utilizou-se um sistema de medição de fotossíntese e transpiração, LCpro-SD, equipado com uma câmara de folha larga, com a superfície de 6,5 cm².

A radiação incidente, a temperatura ambiental, a disponibilidade de água, a humidade atmosférica, a concentração de dióxido de carbono, são algumas das componentes ambientais que influenciam a atividade fotossintética das plantas e conseqüentemente o seu desenvolvimento. A abertura dos estomas, através das quais ocorre a difusão de vapor de água (transpiração) e de dióxido de carbono necessário ao metabolismo fotossintético, varia ao longo do dia em função da variação dos fatores assinalados. Pelo que, o controlo destes componentes assume uma grande importância, quer em termos da produção e da produtividade da cultura, quer ambientais a nível do balanço de carbono e de água (v. subcapítulo determinação do balanço de carbono e de água).



Figura 7 – Determinação da concentração da clorofila.

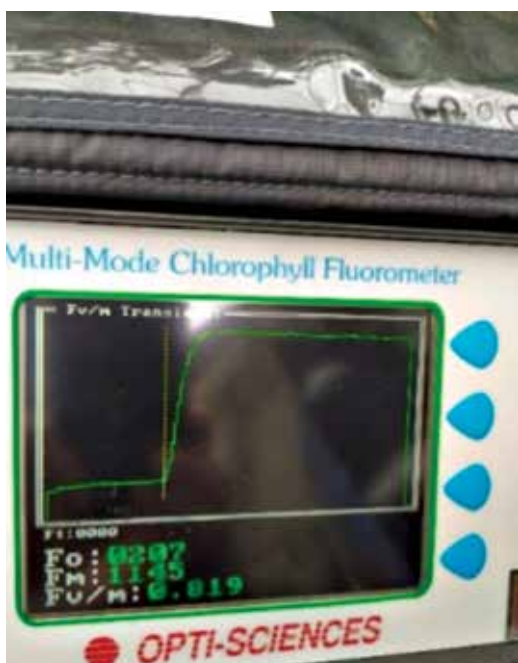


Figura 8 – Determinação da eficiência fotoquímica, Fv/Fm.

1.3.2. Determinação da concentração de clorofila e da eficiência fotoquímica do(s) sistema(s) fotossintético(s)

O conhecimento dos valores da concentração dos pigmentos clorofilinos (clorofilas e carotenoides) e da eficiência fotoquímica máxima do(s) sistema(s) fotossintético(s), (PSII e PSI), ambos determinados através da detecção da emissão de fluorescência pelas clorofilas quando sujeitas a radiações de determinados comprimentos de onda, assume uma importância significativa, pois dá-nos informação sobre a “robustez” das estruturas celulares intervenientes no processo metabólico. e a sua eficiência fotossintética. Na tabela 3 estão registados valores da concentração das clorofilas ([Chl]), parâmetro importante porque a concentração de clorofilas depende do azoto disponível e assimilado pela planta, e da eficiência quântica dos centros de reação dos fotossistemas, que é estimada pela razão da fluorescência Fv/Fm. A razão Fv/Fm é uma medida direta da “eficiência quântica máxima” (rendimento quântico potencial/ótimo) do desempenho do PSII das folhas das plantas. É uma propriedade importante das plantas, pois indica a eficiência da “reação luminosa” da fotossíntese. É um cálculo da razão: moles de CO₂ fixadas por mole de luz absorvida. O valor teórico de Fv/Fm referenciado em diversas publicações é de 0,83 (0,79 - 0,84), isto é, 83% da luz é potencialmente absorvida na fotossíntese. O valor registado na tabela 3 e que se obteve em tomateiros numa estufa na região do Oeste foi de 0,80; encontra-se no intervalo dos valores referenciados na literatura.

Tabela 3. Valores dos parâmetros [[Chl]] e Fv/Fm em folíolos de tomateiros^(*).

[Chl] ⁽¹⁾ mg/m ²	Fv/Fm ⁽²⁾
568,12±9,08	0,80±0,0

Os valores correspondem à média ± erro padrão.

^(*) Valores médios obtidos, com base em 34 determinações, no dia 1 de abril de 2021, 121 dias após a plantação (DAP), em folíolos de tomateiros, variedade *Rosalinda*, plantados em 1 de dezembro de 2020.

⁽¹⁾ Para determinar a concentração da clorofila, [Chl] utilizou-se um fluorómetro CCM-300, Opti-Sciences, que emite radiação azul de 460 nm, através de um cabo ótico aplicado à superfície da folha, e determina CFR (razão entre a fluorescência a 735 nm e a fluorescência a 700 nm) e a concentração de clorofila (mg.m⁻²); esta segundo o modelo proposto por Gitelson *et al.* (1999); [Chl] = 634 (F735/F700)-391.

⁽²⁾ Para determinar o rendimento quântico potencial Fv/Fm utilizou-se um fluorómetro da marca Os5p. As determinações (34) foram realizadas nos folíolos terminais das folhas opostas ao último “cacho” com frutos, e pré-adaptados ao escuro durante 30 minutos.

1.3.3. Determinação do balanço de carbono e de água

As alterações ambientais verificadas ao longo de séculos devidas a causas naturais e antropogénicas têm alterado o ambiente e a disponibilidade dos seus múltiplos recursos naturais com consequências evidentes sobre diversos ecossistemas, nomeadamente os agroecossistemas. A erosão, a desertificação, a escassez de água, a eutrofização, o aumento da temperatura, constituem exemplos presenciados por todos nós nas últimas décadas dos séculos XX e XXI. Daí a importância, como se referiu anteriormente, de proceder-se à implementação, ao longo do ciclo cultural, de sistemas tecnológicos de controlo das componentes ambientais e agrobiológicas, e à respetiva

monitorização, pela relevância que estas “externalidades” têm para o agricultor em termos económicos e ambientais. Certamente que a disponibilidade (escassez) e a qualidade da água, o aumento da concentração de CO₂, pelo efeito estimulante que pode ter em algumas culturas, além das implicações negativas no aumento da temperatura, estão entre as muitas preocupações presentes no dia-a-dia do agricultor. É, pois, premente na sua prática diária, a monitorização do balanço de carbono (concentração do CO₂ ambiente, CO₂ absorvido pelas plantas), e de água (consumo de água a nível da exploração, da cultura e das plantas).

Os balanços de carbono e de água, registados na tabela 4, foram estimados para uma cultura de tomateiro em estufa com uma densidade de 20.000 plantas/ha, submetidas a valores de radiação e de temperatura, conforme estão registados na tabela 2, e considerando os valores determinados da área foliar (160 cm²/folha; tabela 1), 8 folhas por planta, sujeitas a um fotoperíodo de 14 horas; assim como, os valores de difusão de dióxido de carbono (taxa de fotossíntese, A_n) e de difusão de vapor de água (taxa de transpiração, E), que constam também na tabela 2. Assim, e considerando as condições e os dados referidos, estima-se, conforme está registado na tabela 4, que esta cultura, com uma densidade de 20.000 plantas /ha, consuma cerca de 57 kg.CO₂.ha⁻¹.dia⁻¹ e 3,11 m³.H₂O.ha⁻¹.dia⁻¹.

Tabela 4. Balanços de carbono e de água.

Área foliar (m ² /ha)	Balanço de Carbono (kg.CO ₂ .ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	Balanço de água (m ³ .H ₂ O.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)
2568,48	56,96	3,11

O conhecimento de todos estes parâmetros e respetivos valores é importante para compreender a relevância das plantas e das diversas culturas, no equilíbrio do CO₂ ambiental e das reais necessidades de água durante o ciclo produtivo.

BIBLIOGRAFIA

- Aguiar, C., 2020. Estrutura e Biologia das Plantas. Coleção <<Botânica em Português>>, Volume I. Edições Lisboa Capital Verde Europeia 2020. Lisboa: Imprensa Nacional, 343pp.
- CE (2020), Perspetivas agrícolas da UE para os mercados, rendimentos e ambiente, 2020-2030. Comissão Europeia, DG Agricultura e Desenvolvimento Rural, Bruxelas
- Eurostat, 2020. Agriculture, forestry and fishery statistics. Editor: Edward Cook. Collection: Statistical Books. Luxembourg: Publications Office of the European Union, European Union.
- Ferrão, J. E. M., 2020. As Plantas e a Alimentação Mundial: Contributos sobre plantas e novos alimentos. Com a colaboração de Luís Mendonça de Carvalho. Edição Fundação Francisco Manuel dos Santos e José Eduardo Mendes Ferrão. Lisboa.
- INE, 2019. Estatísticas Agrícolas 2018. Edição do Instituto Nacional de Estatística, I. P., Lisboa.
- Saraiva, R. et al., 2020. A review of greenhouse tomato technologies and their influence in Portuguese production. Review write in context of TomatInov Project PDR2020-101-032136 promoted by PDR2020 and co-financed by FEADER under the Portugal 2020 initiative, Action 1. 1. Operational groups. Escola Superior Agrária de Santarém-Instituto Politécnico de Santarém; policop. 30pp.
- Saraiva, R. et al., 2021a). Physiological response of tomato plants to greenhouse environmental conditions. Poster apresentado à International Conference Agri-Food Ecosystem. IPSantarém_26,27 May 2021. Santarém. Portugal.
- Saraiva, R. et al., 2021b). Portuguese case study in recirculative hydroponic system. Poster apresentado à International Conference Agri-Food Ecosystem. IPSantarém_26,27 May 2021. Santarém. Portugal.

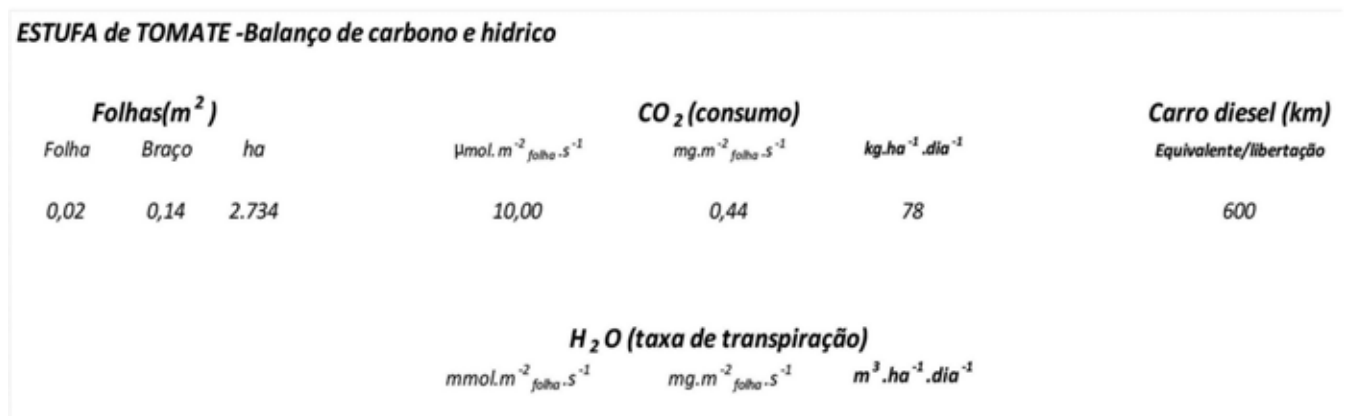


Figura 9 – Balanço de carbono e balanço hídrico.

MANUAL TÉCNICO TOMATINOV

TOMA
INOV 





FICHA TÉCNICA

TÍTULO: Manual Técnico TOMATINOV

AUTORES: Raquel Saraiva, Igor Dias, António Marques, Guilherme Martins, José Grego, Luís Ferreira, Maria Lopes, Maria Godinho, Sérgio Ferreira, Renato Gouveia, Sofia Rodrigues, José Firmino, Paulo Maria, Margarida Oliveira.

COLABORAÇÃO: AIHO - Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste

DESIGN E PAGINAÇÃO: Overprint

PRODUÇÃO: Overprint

1ª edição, Torres Vedras Fevereiro 2022

ISBN VERSÃO IMPRESSA: 978-972-99189-1-9

ISBN VERSÃO ON-LINE: 978-972-99189-2-6

WEBSITE DO PROJETO: tomatinov.wordpress.com

MANUAL DISPONÍVEL ONLINE: https://tomatinov.wordpress.com/documentacao/manual_tecnico_tomatinov/

CO-FINANCIADO:



PROGRAMA DE
DESENVOLVIMENTO
RURAL 2014-2020



UNIAO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola
de Desenvolvimento Rural
A Europa Investe nas Zonas Rurais