

Tomaticultura para processamento industrial: características da produção brasileira e panorama da pesquisa científica

Tomato culture for industries: characteristics of Brazilian production and a survey of scientific research

Zeuxis Rosa Evangelista¹, Mylla Crysthyan Ribeiro Ávila², Raquel Cintra de Faria³, Mariana Vieira Nascimento⁴, Roberto Gomes Vital⁵, Abadia dos Reis Nascimento⁶

RESUMO: O tomateiro para processamento industrial é uma hortaliça que movimenta o agronegócio brasileiro. Portanto, conhecer a dinâmica da produção agrônoma e científica a respeito dessa cultura é de fundamental importância para traçar novas estratégias de cultivo e de comércio e, ainda, direcionar novos estudos para suprir as deficiências da cadeia produtiva brasileira. O objetivo do estudo foi reunir informações sobre características gerais da produção e dos híbridos de tomateiro para processamento industrial comercializados no Brasil e ainda realizar um levantamento censométrico da produção científica a respeito da cultura. Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a evolução da tomaticultura para processamento industrial no Brasil. Para avaliar a evolução da produção foi quantificado o número de empresas que comercializam sementes e características de híbridos comercializados no Brasil. Para conhecer o comportamento da pesquisa acerca do tema proposto, foi utilizada a base de dados *Scopus* sendo empregadas como termos de busca as palavras-chave: “*tomato processing industrial*” no período de 1969-2019. O Brasil é o maior produtor da cultura na América do Sul. Goiás é o Estado que mais cultiva a cultura, sendo os municípios de Cristalina, Itaberaí, Morrinhos, Piracanjuba e Vianópolis aqueles com destaque na produção. Onze empresas comercializam sementes no Brasil atualmente, a maioria com sede internacional. Os frutos apresentam massa entre 80 a 240 gramas e o ciclo da cultura varia de 90 a 120 dias após o transplante; e ainda apresentam resistências a *Fusarium* spp., *Verticillium* spp. e *Meloidogyne* spp., principalmente. Nas últimas décadas, notou-se um crescimento da literatura em tomateiro para processamento industrial, sendo a Itália é o país que mais publica sobre o assunto. As subáreas Fitotecnia e Ciência dos Alimentos representam maior interesse dos pesquisadores. No Brasil, instituições de ensino e de pesquisa das regiões Centro-Oeste e Sudeste são as que mais se dedicam a esses estudos.

Palavras-chave: Produção agrícola. Produção científica. Tomate industrial.

ABSTRACT: The tomato plant for industrial processing is a vegetable highly relevant in Brazilian agribusiness. Knowledge on the agronomic and scientific production of the culture is highly important for new strategies of culture and trade and for further studies to supplement the deficiencies in the Brazilian production chain. Current analysis retrieved data on the general features of the produce and of tomato hybrids for industrial processing commercialized in Brazil and a survey on the scientific production with regard to the theme. A bibliographic survey was undertaken on the evolution of tomato culture for industrial processing in Brazil. The number of firms which commercialize seeds and the characteristics of hybrids in Brazil were quantified to evaluate the evolution of production. Scopus databases were researched by keywords “*industrial tomato processing*” for the 1969-2019 period. Brazil is the greatest producer of tomatoes in South America and Goiás is the state with most cultivation, featuring the municipalities of Cristalina, Itaberaí, Morrinhos, Piracanjuba and Vianópolis with the highest production rates. Eleven firms commercialize seeds in Brazil, mostly with international headquarters. Fruits have

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola e Doutor em Agronomia. Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia, Setor de Horticultura. Goiânia (GO), Brasil.

² Engenheira Agrônoma, Mestre em Olericultura e Doutora em Agronomia. Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia, Setor de Horticultura. Goiânia (GO), Brasil.

³ Engenheira Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola e Doutoranda em Agronomia. Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia, Setor de Horticultura. Goiânia (GO), Brasil.

⁴ Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia e Doutoranda em Agronomia. Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Setor de Horticultura. Goiânia (GO), Brasil.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Ciências Agrárias - Agronomia. Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia, Setor de Horticultura. Goiânia (GO), Brasil.

⁶ Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Agronomia. Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia, Setor de Horticultura. Goiânia (GO), Brasil.

a mass between 80 and 240 g and culture cycle varies between 90 and 120 days after transplanting. They show resistance mainly to *Fusarium* spp., *Verticilium* spp. and *Meloidogyne* spp. During the last decades, there has been a growth in the literature on tomato culture for industrial processing, with Italy as the country with most publications. Subareas Phytotechnology and Food Science are the most interesting themes for researchers. In Brazil, teaching and research institutes dedicated to such studies lie in the midwestern and southeastern region of the country.

Keywords: Agricultural produce. Scientific production. Industrial tomato.

Autor correspondente:

Zeuxis Rosa Evangelista: zeuxisrosa@hotmail.com

Recebido em: 04/05/2021

Aceito em: 17/11/2021

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) tem possível centro de origem e dispersão o continente americano, onde foram encontradas várias espécies silvestres (BERGOUX, 2014). É uma planta herbácea, autógama, de folha composta, com fruto suculento, tipo baga, com coloração de pericarpo que varia de amarelo a vermelho intenso (FILGUEIRA, 2013) com uma ampla variabilidade genética (MOHAMED *et al.*, 2012). Seu fruto contém, em média, cerca de 93% de água; proteínas; açúcares; ácidos: cítrico, málico, ascórbico, nicotínico; minerais K, Ca, Mg e P; vitaminas A, B1, B2, B3, do complexo B6; e pigmentos (DAVIES *et al.*, 1981; LUTEROTTI, 2015).

Após sua domesticação, algumas mutações espontâneas - *self pruning* (RICK, 1974) ou induzidas - *jointless* (MAO *et al.*, 2000) e *ovate* (LIU *et al.*, 2002) no tomateiro levaram ao surgimento de uma ramificação na tomaticultura. Plantas que sofreram essas modificações apresentam hábito de crescimento determinado, uma maior durabilidade pós-colheita e formato de fruto que permitem a colheita mecanizada. A tomaticultura se dividiu conforme o hábito de crescimento da planta: plantas com arquitetura ereta apresentam certas características e seus frutos são destinados para o consumo *in natura*, o tomate para mesa; e as plantas rasteiras que a produção é destinada ao processamento industrial, à produção de molhos, polpa, extrato, purê, *ketchup* (ALVARENGA, 2008). O tomate ou seus subprodutos são mundialmente consumidos e contribuem para o crescimento socioeconômico. É comum encontrar o tomate ou um de seus subprodutos na dieta da população (BRESKA *et al.*, 2015).

A intensidade da pigmentação do pericarpo é uma característica atrativa e é critério para compra no tomate. O licopeno é o carotenoide que confere cor vermelha nos vegetais e desempenha função antioxidante. O efeito antioxidante do licopeno na dieta é capaz de reduzir ou até impedir a ação de radicais livres no organismo humano. E ainda atua na atenuação de neoplasias e na redução dos efeitos colaterais de quem se trata com a quimioterapia (CARVALHO *et al.*, 2012) e age positivamente sobre o teor de lipídeos no sangue, na pressão arterial e em processos anti-inflamatórios (CHENG *et al.*, 2017). A disponibilidade de licopeno no organismo humano é influenciada pela forma que o alimento é consumido. Ao passar pelo

processamento, o calor leva à isomerização do licopeno tornando-o mais disponível ao trato gastrointestinal (JAYATHUNGE *et al.*, 2017).

Karakaya e Yilmaz (2007) afirmam que o tomate para processamento antes de ser processado tem de 8,8 a 42,0 $\mu\text{.g}^{-1}$ de licopeno no fruto. Já os subprodutos do tomate, os quais passaram pelo processo de isomerização do licopeno, aumentam o teor e a disponibilidade para o organismo humano, como, por exemplo, o purê de tomate que tem de 59,5 a 217,5 $\mu\text{.g}^{-1}$, o molho de tomate tem de 62 a 178 $\mu\text{.g}^{-1}$, o *ketchup* de 99 a 167 $\mu\text{.g}^{-1}$, extrato de tomate de 188 a 257 $\mu\text{.g}^{-1}$, polpa de tomate de 77 a 116,7 $\mu\text{.g}^{-1}$ (RODRIGUEZ-AMAYA *et al.*, 2008). Sobretudo, ainda há uma carência na literatura sobre a influência do processamento no teor de licopeno nos produtos processados e a atividade antioxidante neste (FREDA *et al.*, 2018).

É uma cultura rústica e exige menos tratamentos culturais do que o tomateiro para mesa. Graças às características oriundas de modificações genéticas, a maioria do manejo é mecanizado; plantio e colheita são exemplos que favoreceram a rápida expansão de áreas no mundo. A atividade é caracterizada por cultivos em grandes áreas e por produtores tecnificados (VILELA *et al.*, 2012); diferente do tomate para mesa, que apesar de ser cultivado por grandes produtores, a produção familiar ainda existe. Outra característica marcante na atividade é que a destinação da produção já é acertada no plantio.

Essa rusticidade e a redução de tratamentos culturais chamaram a atenção dos programas de melhoramento genético do tomateiro. Dessa forma, o melhoramento vegetal caminhou para o desenvolvimento de genótipos com características rústicas, e são considerados de híbridos de dupla aptidão. Seus frutos podem ser consumidos *in natura* e também destinados ao processamento industrial (MACHADO *et al.*, 2007; PAULA *et al.*, 2015).

Com isso, objetivou-se com este estudo reunir informações sobre características gerais da produção e dos híbridos de tomateiro para processamento industrial, comercializados no Brasil e ainda realizar um levantamento da produção científica a respeito da cultura de 1959-2019.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo se baseou na captação de informações bibliográficas e documentais acerca da produção agrônômica e científica do tomateiro para processamento industrial, cujas etapas do estudo são representadas na Figura 1.

2.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Produção agrícola: A busca de informações deu-se em portais eletrônicos de órgãos oficiais do governo brasileiro, do Estado de Goiás, e de instituições de pesquisas voltadas para o tomateiro para processamento industrial no mundo e de levantamento estatístico. Os dados

selecionados foram área total cultivada e produção referente aos maiores produtores mundiais, nacionais e estaduais.

Mercado de sementes: As informações sobre a comercialização de sementes foram obtidas nos *sites* das empresas do ramo das hortaliças: o número de empresas no Brasil, que comercializam sementes do tomateiro para processamento industrial, o número de híbridos disponíveis para a compra e as principais características de resistências a patógenos de cada material.

2.2 LEVANTAMENTO DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

Para compreender o comportamento dos estudos ao longo do tempo e as tendências das pesquisas na tomaticultura para processamento industrial, foi utilizado o levantamento bibliográfico como indicador de resultados, entre os anos de 1959-2019; essa fase foi composta por três etapas.

Etapa I - Identificação dos artigos: A pesquisa se deu no *sítio Scopus* utilizando as palavras-chave: “*tomato processing industrial*” e foi restrita ao período de 1959-2019. A busca na língua inglesa foi escolhida pela maioria das publicações ser editada nesse idioma.

Etapa II - Seleção: O resultado da busca do *sítio científico* foi analisado, e lidos então título, resumo e palavras-chave, sendo excluídos os artigos duplicados e que não se enquadravam no foco da pesquisa.

Etapa III - Análise cientiométrica: Dos artigos enquadrados, foi quantificado: a) volume de publicação por ano; b) periódico em que esse artigo foi publicado; c) país em que a pesquisa foi realizada; d) área de conhecimento; e) palavras-chave mais utilizadas.

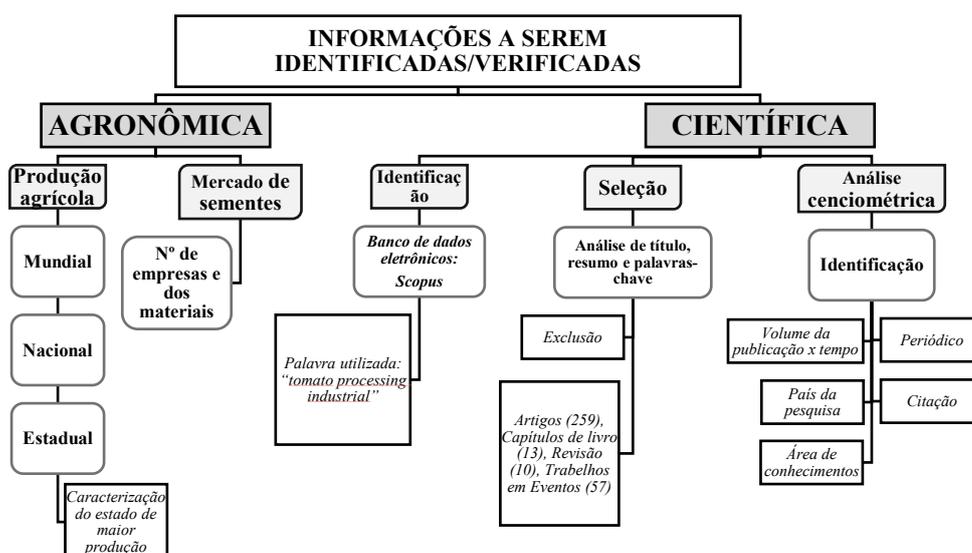


Figura 1. Etapas realizadas no levantamento de dados a respeito da produção agrônômica e científica do tomateiro para processamento industrial. UFG, 2020.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA TOMATICULTURA PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL BRASILEIRA

3.1.1 Histórico do desenvolvimento agrícola e do cultivo de tomateiro para processamento industrial no Brasil

Após a proclamação da República, os Estados começaram a setorizar as áreas para melhorar o gerenciamento. Com isso, houve a criação das Secretarias da Agricultura estaduais. Em São Paulo, o crescimento da atividade deve-se principalmente pela necessidade da mudança de atividade agrícola em reflexo do impacto econômico gerado com a quebra da bolsa de valores de Nova Iorque, nos EUA. A cidade crescia rápido, e em 1930 já tinha 1 milhão de habitantes, de modo que novas culturas foram cultivadas e novas ações foram tomadas nesse processo transitório. Em 1972, durante o governo de Emílio Médici (1969-1974) foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que almeja o aumento da produtividade na agricultura. Já no governo de Ernesto Geisel (1974-1979) foram estabelecidas políticas para o setor agrícola, como, por exemplo, a criação do Programa de Apoio à Produção e Comercialização de Produtos Hortigranjeiros (PROHORTI), política voltada à produção de espécies hortícolas. Abacaxi, banana, laranja, maçã, alho, batata, cebola e tomate são exemplos de espécies que foram cultivadas com esse incentivo. João Figueiredo implantou durante sua gestão o Programa Nacional de Produção e Abastecimento de tomate para indústria e mesa. O início do processamento do tomate no Brasil se deu ao fim do século XIX, no Estado de Pernambuco, que usava tomate de mesa como matéria-prima para a produção de molho adicionado em sardinhas processadas (PONCE, 1993; CAMARGO; CAMARGO FILHO, 2012). Também em Pernambuco tiveram início os primeiros programas de melhoramento genético para o tomateiro para processamento industrial no Instituto Agrônomo de Pernambuco sendo lançados os genótipos que foram bastante cultivados, como o IPA 6 (BOITEUX *et al.*, 2012).

O cultivo de tomateiro para processamento industrial expandiu a partir da década de 1990, e desde então tem sofrido mudanças geográficas na sua área de produção, mas se estabilizando nas últimas décadas. A produção nordestina não alavancou, devido a insucessos gerenciais e intensos danos de *Tuta absoluta*, *Tospovirus* e *Bemisia tabaci*. Houve então grandes perdas de áreas e a tomaticultura para processamento industrial foi abandonada (VILELA *et al.*, 2012).

O Estado de Goiás, por estar situado no planalto central do Brasil, dispõe de topografia plana o que favorece a agricultura irrigada por aspersão, principalmente via pivô central, e, por conta disso, foi mais favorecido (ROCCO; MORABITO, 2016; CAMARGO *et al.*, 2006). A

partir de 1990 houve um maior incentivo fiscal para a instalação de indústrias processadoras de tomate na região Centro-Oeste. A adoção da produção de mudas permitiu aos produtores a aquisição de mudas com maior qualidade fisiológica e fitossanitária.

3.1.2 Produção de tomate para processamento industrial

O tomateiro para processamento industrial se adaptou e foi melhorado geneticamente ao longo do tempo e hoje é cultivado em todo o mundo. O Estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América (EUA), detém a maior produção mundial nos três últimos levantamentos e é a região mais desenvolvida da tomaticultura industrial no mundo. Pela sua expressividade na produção, a Califórnia é considerada independentemente do restante da produção estadunidense nos levantamentos. Em segundo lugar, a China, seguida da Itália, é um país conhecido pelo consumo de massas e pizzas; todos esses pratos têm subprodutos de tomateiro para processamento industrial como ingrediente. A Tunísia é um exemplo de expansão da cultura, na última safra o país foi o quinto maior produtor mundial, e a estimativa é que se mantenha essa produção na safra de 2020. O Brasil está em oitavo lugar, mas tem uma expressividade na América do Sul, sendo o maior produtor do continente (WTPC, 2020).

Mesmo tendo uma importância na economia nacional, os dados de tomateiro para processamento industrial são “negligenciados” pelas pesquisas censitárias. Nos órgãos de pesquisas e levantamento de informações agropecuárias brasileiras, a maioria dos dados relativos ao cultivo de tomate geralmente não vem separada pelo hábito de crescimento. Tomateiros de crescimento determinado e indeterminado são agrupados em uma única classe, dificultando avaliar a influência que tem cada segmento na produção total por unidade da federação e seu impacto na economia local. Apenas nos censos mais recentes e em órgãos locais de pesquisa goiana, essa separação é realizada, dividindo o tomate pelo hábito de crescimento, pela aptidão comercial: consumo *in natura* (tomate de mesa) e para processamento industrial.

No ano de 2017, o Brasil colheu 67.658.174 toneladas (t) em uma área de 22.026 hectares (ha) de tomateiro para processamento industrial. Apesar de seu cultivo ocorrer em todas as regiões do país, maior parte da produção está concentrada nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste, compreendendo 97,70% desse total. Desse montante, Goiás produziu 57,88% da produção nacional, seguido dos Estados da Bahia (12,38%), Minas Gérias (12,01%) e São Paulo (11,62%). O restante da produção brasileira se distribuiu nos outros Estados, menos Acre e Amapá, que não cultivaram a cultura nesse ano (IBGE, 2020).

Goiás é o Estado de maior produção da cultura e abriga as maiores indústrias processadoras de tomate do Brasil. A Tabela 1 mostra os dez maiores municípios produtores de tomate para processamento industrial goianos e das indústrias processadoras de tomate em Goiás. Cristalina, Itaberaí, Morrinhos, Piracanjuba, Vianópolis, Orizona, Vicentinópolis, Hidrolândia, Palmeiras de Goiás e Goianésia têm as maiores áreas cultivadas com a cultura no

ano de 2017, sendo cultivada em 10,97% dos municípios goianos. Por características morfológicas do fruto, as áreas de produção do tomateiro para processamento industrial são sempre próximas das indústrias processadoras. As cidades de Goiânia e Nerópolis não apresentam cultivo de tomateiro para processamento industrial, porém possuem duas grandes indústrias processadoras: em Goiânia a indústria Cargill e, em Nerópolis, a indústria Heinz.

Tabela 1. Dez maiores municípios goianos produtores de tomate para processamento industrial no ano de 2017, produção em tonelada (t) e indústrias processadoras em Goiás. UFG, 2020

Municípios	Produção (t)	Indústrias processadoras
1. Cristalina	288.000	Fujini, Goiás Verde e Sorgato Alimentos
2. Morrinhos	269.000	Olé e Dez Alimentos
3. Itaberaí	257.500	-
4. Piracanjuba	95.000	-
5. Vianópolis	70.000	-
6. Orizona	30.000	Oderich
7. Vicentinópolis	23.500	-
8. Hidrolândia	23.000	-
9. Palmeiras de Goiás	23.000	-
10. Goianésia	18.655	Goialli Alimentos

Na tomaticultura para processamento industrial há uma grande perda da qualidade pós-colheita dos frutos. Moura e Golynski (2018) estudaram os pontos críticos da colheita até a chegada à indústria processadora e observaram que a chegada à indústria até a entrada na planta industrial é o grande gargalo do processamento de tomate. Esse período de espera não pode ultrapassar dez horas, tendo em vista que o fruto está em constante respiração, portanto, deve-se evitar a exposição a altas temperaturas, pois isso acarreta perda de massa fresca e alterações na composição e estrutura das membranas das células, o que resultará na redução do valor pago no momento da pesagem da carga. O tempo entre a colheita até a entrada na indústria deve ser o menor possível para que as características físicas e químicas dos frutos sejam mantidas. Dessa forma, as indústrias processadoras estão no município em que é cultivada a cultura ou nos municípios próximos, de modo que as perdas sejam as menores possíveis.

Nos anos de 2012 a 2017, a produção goiana se concentrou basicamente em cinco municípios (Cristalina, Itaberaí, Morrinhos, Piracanjuba e Vianópolis). Cristalina, cidade da microrregião do Entorno de Brasília, se destaca no cenário da olericultura por ser uma área com aptidão para a exploração de espécies olerícolas, com cultivo de cebola, alho, tomate para mesa e para processamento industrial, abrigando a maior área cultivada desde 2007. Cristalina teve a maior área cultivada no Estado, no ano de 2017, com produção de 5389 ha. Essas cinco cidades são tradicionais no cultivo da espécie, Cristalina e Morrinhos ainda abrigam cinco unidades processadoras de tomate. As maiores produções nos anos de 2012-2017 foram observadas nas mesorregiões Sul e Leste goianas, sobretudo ao se tratar de produtividade, que é a relação entre produção total e área cultivada; a maior produtividade média nesses últimos cinco anos do censo

(2012-2017) foi observada no município de Vianópolis, com 95,3 t ha⁻¹. Cristalina colheu 288.000 t de tomate para processamento industrial no ano de 2017, sendo a maior produção verificada (IMB, 2020).

Como característica peculiar no maior Estado produtor brasileiro, em Goiás existe uma legislação estadual que restringe o cultivo de tomateiro para processamento industrial a uma determinada época do ano, sob risco de multa e destruição da lavoura. A Instrução Normativa nº 06/2011 da Agência Goiana de Defesa Agropecuária (Agrodefesa) reza que é permitido o transplântio de mudas de tomateiro para processamento industrial apenas de 1º de fevereiro a 30 de junho, como uma estratégia de manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia tabaci*), praga-chave das principais culturas cultivadas na região (tomate, soja, feijão, algodão) e que as lavouras devem ser cadastradas 15 dias antes do transplântio. Em Morrinhos, município de grande produção, existe uma legislação municipal que restringe ainda mais o calendário de transplântio de 15 de fevereiro até 15 de junho. Em outros municípios onde há um maior cultivo da cultura a legislação estadual ainda se aplica ao cultivo de tomate para mesa (AGRODEFESA, 2011).

3.1.3 Mercado e comercialização de sementes de tomateiro para processamento industrial

Existem diversos materiais de tomateiro para processamento industrial, disponíveis no mercado (ROCCO; MORABITO, 2016). Foram listadas 11 empresas que comercializam sementes de tomate para processamento industrial, que ao total comercializam 88 materiais, e a massa do fruto varia de 80 a 240 g e o ciclo médio de cultivo, varia de 90 a 120 dias. Esses materiais representam 5,85% dos genótipos registrados no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA). Todos os materiais apresentam características semelhantes, no que se refere ao ciclo médio dos materiais. Atualmente em Goiás, os genótipos mais cultivados são N 901 (Nunhms), CVR 2909 (Vivati Plant Breeding), HM 7885 (Agristar) e H 9553 (Heinz).

Sites e folders informativos das empresas que comercializam as sementes não são ricos ou até mesmo não apresentam algumas informações básicas da cultura, como, por exemplo, o ciclo, a massa média do fruto, resistência a pragas e doenças. A aquisição das sementes se dá por parte de técnicos responsáveis das indústrias processadoras, que já têm um maior conhecimento técnico. Essa divulgação é realizada em contato direto com esses técnicos, em eventos como congressos e dias de campo. O produtor rural raramente tem contato com a semente, as indústrias já levam ao produtor as mudas com 25-30 dias após a semeadura prontas para o plantio. A utilização de mudas já é algo consolidado na tomaticultura, seja ela para consumo *in natura* ou para processamento industrial. Com a utilização de mudas advindas de viveiros idôneos é possível garantir a qualidade fisiológica e fitossanitária da muda, outro fator

é que o processo de produção de mudas, como maneira profilática, é realizado em ambiente protegido em condições controladas, assim a semente tem substrato ideal para o desenvolvimento, irrigação e nutrição controladas e a proteção física contra pragas (JACINTO *et al.*, 2012; MADEIRA *et al.*, 2016).

A presença de vários patógenos que acometem o tomateiro tem sido favorecida pelo cultivo intenso da cultura, interferindo na produção e qualidade dos frutos. Dentre essas doenças, as de origem viral apresentam maior dificuldade no controle fitossanitário (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Com as técnicas de melhoramento genético é possível adicionar genes de características desejáveis aos vegetais. As características de resistência genética a insetos, pragas e doenças, devem ser um dos critérios a ser considerados ao escolher o híbrido a ser cultivado. Doenças fúngicas, bacterianas, viroses e a presença de nematoides são exemplos de patologias que causam grandes prejuízos econômicos na tomaticultura. A Figura 2 mostra a ocorrência das principais resistências encontradas nos materiais comercializados no Brasil.

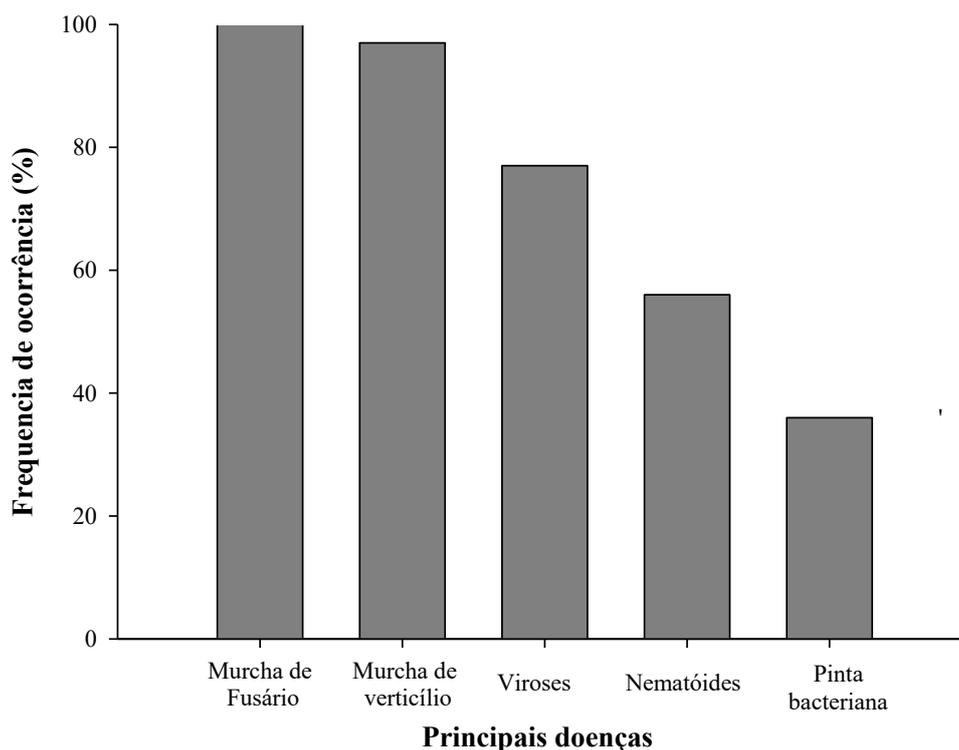


Figura 2. Frequência das principais resistências a doenças em híbridos de tomateiro industrial comercializados no Brasil. UFG, 2020.

Todos os materiais estudados apresentam resistência a alguma doença. As maiores frequências encontradas nos híbridos comercializados no Brasil são a murcha-de-fusário e a murcha-de-verticílio, que aparecem em 100% dos materiais. As plantas de tomate infectadas por esses fungos apresentam tombamento e a murcha vascular nas folhas mais velhas. As raças

1 e 2 de *Fusarium oxysporum* são comuns nos tomateiros comercializados atualmente. O *Verticillium* spp. no tomateiro ataca todos os órgãos da planta, caracteriza-se pela murcha vascular e a lesão foliar em formato de “V”. O terceiro grupo com mais resistência é o do complexo de vírus que causam o vira-cabeça *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Tomato Chlorotic spot virus* (TCSV), *Groundnut ringspot virus* (GRSV), *Chrysanthemum stem necrosis virus* (CSNV). O mosaico-do-tomateiro, causado pelo *Tobacco mosaic virus* (TMV), o vírus Y da batata, *Potato virus Y* (PVY), o mosaico amarelo do pimentão, causado pelo *Pepper yellow mosaic virus* (PYMV), e as geminivíroses. Para o grupo de nematoides, o gênero *Meloidogyne* é o mais frequente, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*. Encontrada em menor proporção a resistência à pinta bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) foi observada em apenas 36% dos materiais pesquisados. Todas as patologias citadas, em casos de insucessos ou fragilidades no manejo de doenças, provocam sérios danos à cultura e conseqüentemente na produção (KIMATI *et al.*, 2005).

3.1.4 Panorama da produção científica global acerca do tomateiro para processamento industrial

A Figura 3 apresenta a dinâmica da produção científica nos últimos 50 anos sobre o tomateiro para processamento industrial.

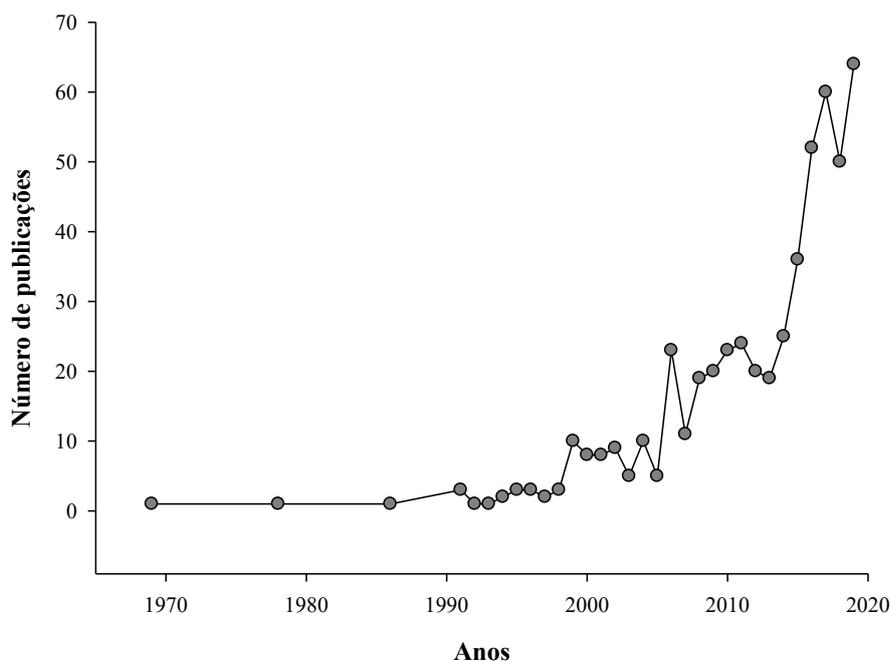


Figura 3. Dinâmica da produção científica mundial relacionada à cultura do tomateiro para processamento industrial, entre os anos de 1959 e 2019. UFG, 2020.

Nos últimos 50 anos, foram publicados mundialmente 322 artigos sobre a cultura do tomateiro para processamento industrial. Houve uma variação durante os anos estudados e o ápice da publicação científica deu-se no ano de 2017, em que foram publicados 37 artigos nas diversas subáreas do conhecimento. O progresso dos estudos na tomaticultura para processamento industrial deu-se no início deste século, antes disso apenas 38 artigos haviam sido publicados na área. A Figura 4 apresenta os países e as instituições que mais se dedicam aos estudos sobre o tomateiro para processamento industrial.

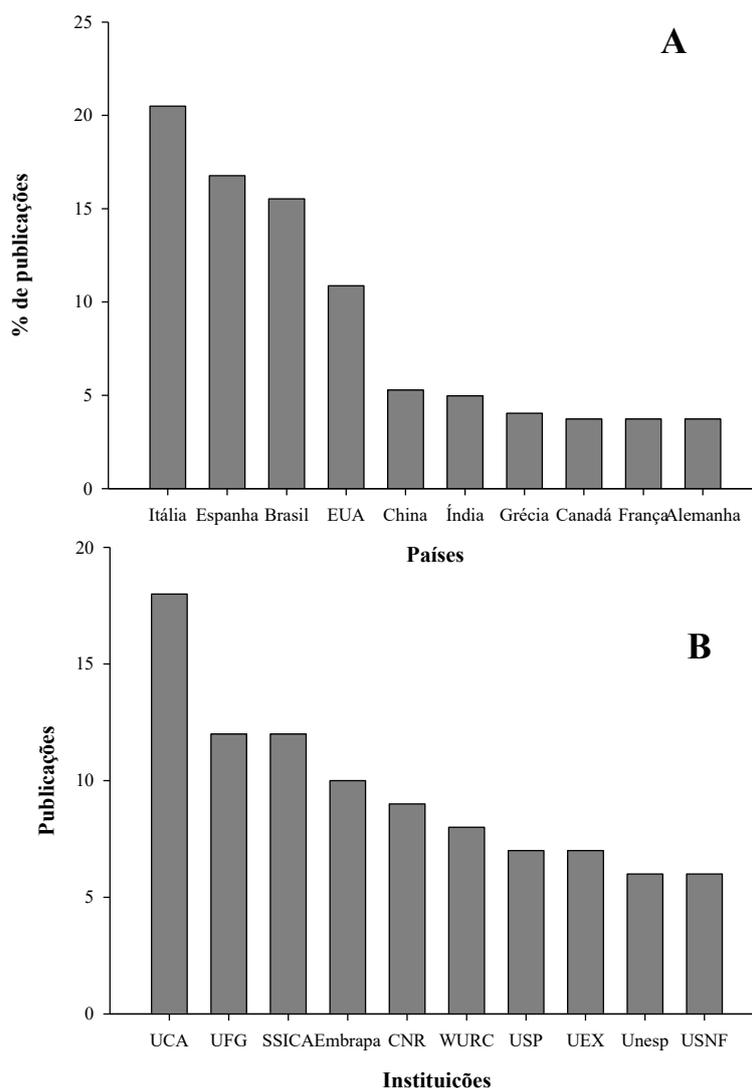


Figura 4. Contribuição de cada país (A) e Instituições (B) que desenvolvem pesquisas com a cultura do tomateiro para processamento industrial de 1969-2020. UFG, 2020.

EUA: Estados Unidos da América. UCA: University of California (Davis); UFG: Universidade Federal de Goiás; SSICA: Stazione Sperimentale per L'Industria delle Conserve Alimentari; Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; CNR: Consiglio Nazionale delle Ricerca; WURC: Wageningen University and Research Centre; USP: Universidade de São Paulo; UEX: Universidad de Extremadura; Unesp: Universidade Estadual Paulista; USNF: Università degli Studi di Napoli Federico II.

A Itália é o país que mais se propõe a estudar sobre o assunto. O país é o terceiro maior país produtor mundial e tem os subprodutos do tomate como ingrediente básico da alimentação italiana, seguido de Espanha, Brasil, Estados Unidos e China; basicamente a produção agrícola segue a produção científica, os países em que mais se cultiva também são os que desenvolvem mais pesquisas. Destaque é dado ao Brasil que, mesmo não entrando nesse grupo de maior produção mundial, é o terceiro maior em produção científica.

A instituição que mais publica é a Universidade da Califórnia, Estado estadunidense que é maior centro de produção mundial. Em segundo lugar, a instituição pública brasileira, Universidade Federal de Goiás, se destaca nesse cenário, ultrapassando a produção de importantes universidades europeias. Nessa pesquisa ainda foram encontradas publicações de importantes instituições públicas brasileiras, estando elas localizadas na região Centro-Oeste e Sudeste do país, também as maiores regiões produtoras brasileiras, sendo elas: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Universidade Federal de Goiás (UFG), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Hortaliças. Resultado desse investimento científico é que a região de maior investimento em pesquisas agrícolas coincide com as maiores produtividades mundiais.

Essas publicações foram distribuídas em 160 periódicos, dentre os quais 93% foram publicados na língua inglesa, e apenas 4% em português, sendo assim os idiomas mais publicados. Devido a políticas internas dos periódicos, apenas 95% desse volume têm acesso livre para a população, o restante é necessário o pagamento de taxa para a visualização e *download* do arquivo. A Figura 5 traz os cinco principais periódicos que publicaram sobre o assunto pesquisado, a maioria dessas publicações é das áreas de Ciências Agrárias, Engenharia Sanitária e Ciências da Saúde. O periódico *Acta Horticulturae (International Society for Horticultural Science - ISHS)* teve a maior de concentração de publicações, representando 13,04% das publicações sobre o tomateiro para processamento industrial no período estudado, com escopo em estudos botânicos e fitotécnicos. O segundo periódico que mais concentrou as publicações foi o *Innovative Food Science and Emerging Technologies* que publicou 7,76% da publicação total, que tem como escopo estudo na engenharia do processamento do tomate, bem como o tratamento dos resíduos gerados nesse processo. *Food Chemistry*, *Horticultura Brasileira* e *Journal of the Science Food and Agriculture* não ultrapassaram 3% das publicações em cada periódico. Adelmo Golynski, Inmaculada Lahoz, Abadia dos Reis Nascimento, Barbara Nicolaus, Annarita Poli, Alice Maria Quezado-Duval são os pesquisadores que mais dedicam-se a estudar a cultura conforme a pesquisa realizada. As palavras mais utilizadas para a indexação usadas nessas publicações foram: *Solanum lycopersicum*, licopeno, processamento de alimentos e resíduos industriais.

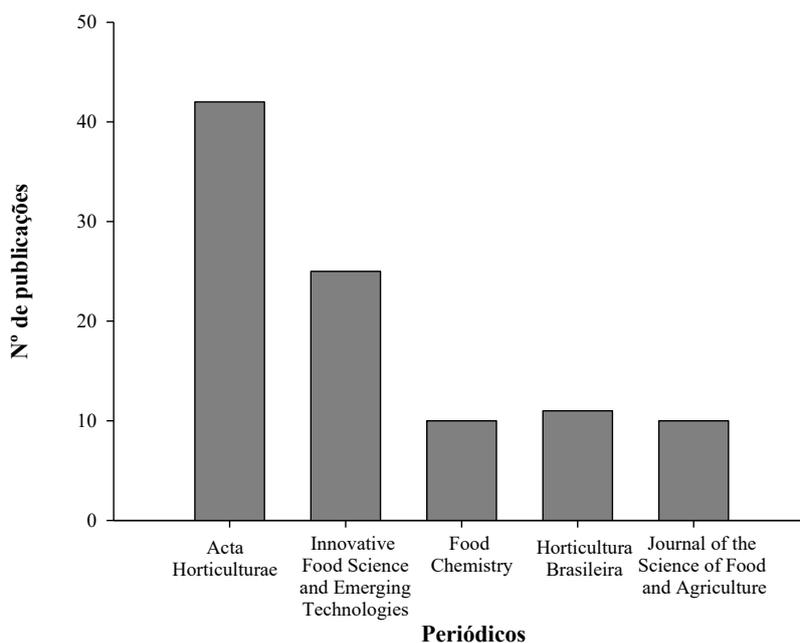


Figura 5. Cinco periódicos que concentram publicações acerca do tomateiro para processamento industrial no período de 1969-2019. UFG, 2020.

Nota-se pela Figura 6 as subáreas de conhecimento que concentram os estudos pesquisados. As investigações científicas se baseiam na elucidação de aspectos fitotécnicos, da ciência e tecnologia dos alimentos, do manejo fitossanitário, do melhoramento genético vegetal, e do tratamento e do aproveitamento de resíduos do processamento, principalmente. Os estudos de aspectos fitotécnicos objetivam a caracterização agrônômica de materiais e seu desempenho em diferentes condições climáticas em regiões e épocas de plantio distintos. De melhorias na atuação de maquinário, pois, diferente do tomateiro para consumo *in natura*, para processamento industrial é totalmente tecnificado e a maioria das operações de manejo é realizada por máquinas. Em respostas das pesquisas fitopatológicas, o melhoramento genético vegetal tem uma marca crucial na adição de características desejáveis tanto agrônômicas (resistência física e bioquímica a insetos-praga e doenças, arquitetura de planta, concentração da maturação dos frutos e resistência da epiderme dos frutos ao transporte) e as químicas para adequação com os padrões tecnológicos dos subprodutos do tomate na indústria processadora.

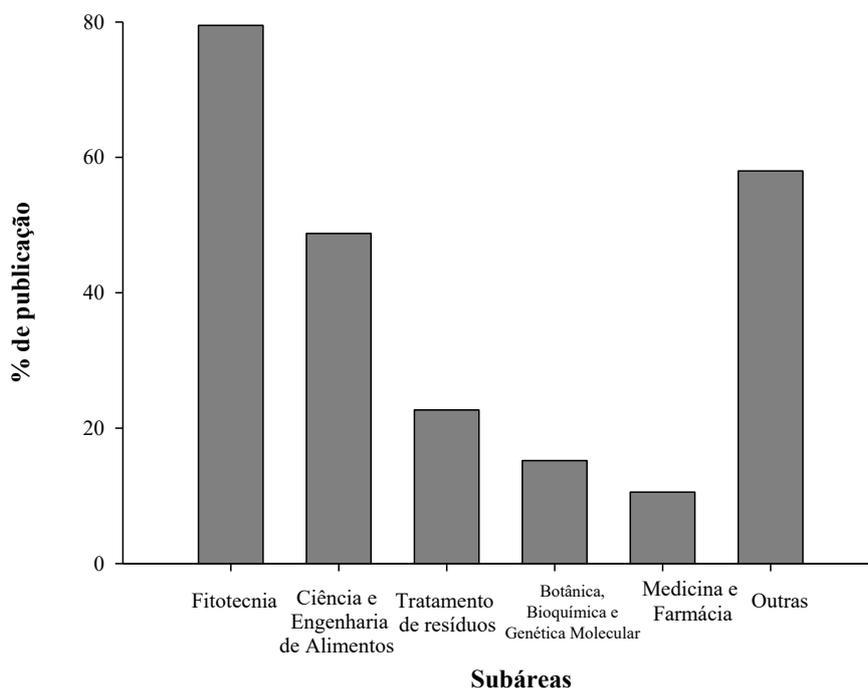


Figura 6. Subáreas de concentração de artigos publicados a respeito de tomateiro para processamento industrial no mundo no período de 1969-2019. UFG, 2020.

FIT: Fitocnia; CEA: Ciência e Engenharia de Alimentos; TR: Tratamento de resíduos; BBGM: Botânica, Bioquímica e Genética Molecular; MF: Medicina e Farmácia.

Haja vista que o tomateiro é alvo de uma gama de patógenos e insetos-praga, então é de fundamental importância esse tipo de estudo para a sustentabilidade na atividade, principalmente para o controle de nematoides e bactérias que apresentam maior dificuldade no controle fitossanitário. Das fitobacteriologias, o controle da *Xanthomonas* spp. tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores, pelo impacto prejudicial que o patógeno ocasiona (NASCIMENTO *et al.*, 2013; PONTES *et al.*, 2017). Na tomaticultura, independente da aptidão comercial, existe um alto custo de produção, principalmente devido à necessidade do controle fitossanitário. Dessa forma, estudos econômicos e o impacto de cada fase da produção na cadeia produtiva são fundamentais para a elaboração ou adequação dos processos gerenciais da cadeia.

Como esse tomate tem boas características tecnológicas outro nicho acadêmico para a cultura é o do estudo das características físico-químicas do tomate e a estabilização dos seus compostos durante o processamento, o licopeno, principalmente. Frente a essa importância do consumo de subprodutos de tomate para processamento industrial cresce também o interesse nos estudos na área das Ciências da Saúde, visando verificar o comportamento dessa molécula no organismo humano. Müller *et al.* (2015) destacam a importância da ingestão dessa substância, principalmente pela proteção celular que a molécula promove no organismo humano, protegendo contra radicais livres e prevenindo de uma série de patologias.

O resíduo do processamento do tomate é constituído basicamente de sementes e casca. Pesquisas têm sido direcionadas para o tratamento e aproveitamento desses resíduos, que variam desde o uso do resíduo agroindustrial na alimentação de bovinos e suínos até na indústria têxtil para a coloração de tecidos. Campos *et al.* (2007) afirmam que o resíduo industrial do tomate tem alto teor de fibra, proteína e lipídeos sendo uma opção no preparo de rações animais, e ainda por ser fonte de nutrientes para os micro-organismos ruminais e para o animal. Caputo *et al.* (2015) sugerem que a água oriunda do processamento do tomate possa ser reutilizada em outras etapas do processamento, como a lavagem dos frutos assim que entram na planta fabril. Hijosa-Valsero *et al.* (2019) ainda destacam o potencial de produção de biodiesel, a partir de resíduos industriais de tomate.

4 CONCLUSÕES

O Brasil é o maior produtor da América do Sul, e Goiás o maior produtor brasileiro.

Fusarium spp., *Verticilium spp.* e *Meloidogyne spp.* são as resistências genéticas mais conferidas nos tomateiros para processamento industrial comercializado no Brasil. Fitotecnia e Ciência dos Alimentos foram o foco dos estudos nos últimos 50 anos na tomaticultura para processamento industrial no mundo. No Brasil, os estudos dessa cultura se concentram nas regiões Centro-Oeste e Sudeste.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA - AGRODEFESA. Instrução Normativa nº 06 de 14 de junho de 2011. **Diário Oficial do Estado**, Goiânia, ano 174, n. 21. 125, p. 4-5, 14 jun. 2011. Disponível em: http://www.agrodefesa.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2016-07/in-06_11.pdf. Acesso em: 03jan. 2020.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2008. 391p.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. **Biotechnology advances**, New York, v. 32, n. 1, p. 170-189, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003>

BREKSA, A. P.; ROBERTSON, L. D.; LABATE, J. A.; KING, B. A.; KING, D. E. Physicochemical and morphological analysis of ten tomato varieties identifies quality traits more readily manipulated through breeding and traditional selection methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, Reading, v. 42, p. 16-25, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.02.011>

CAMARGO, F. P.; ALVES, H. S.; CAMARGO FILHO, W. P.; VILELA, N. J. Cadeia produtiva de tomate industrial no Brasil: resenha da década de 1990, produção regional e perspectivas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 11, p. 7-20, 2006.

CAMARGO, F. P.; FILHO, W. P. C. **Desenvolvimento da cadeia produtiva do tomate industrial no Brasil**: antecedentes históricos e contribuições do governo para a organização. São Paulo: CATI, 2012. 19p.

CAMPOS, W. E.; BORGES, A. L. C. C.; SATURNINO, H. M.; SILVA, R. R.; SOUSA, B. M.; ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; RODRÍGUEZ, N. M. Degradabilidade ruminal da fibra das frações do resíduo industrial de tomate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 59, n. 1, p. 189-195, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000100031>

CAPUTO, L. Z. S.; SILVA, F. F.; MAURÍCIO, A. A.; CAPUTO, B. A. Processamento do extrato de tomate: quantidade de água utilizada em planta industrial. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, Chapecó, v. 12, n. 1/2, p. 1-5, 2015.

CARVALHO, P. C.; MAURO, M. O.; OLIVEIRA, R. J. Atividade quimioprotetora do licopeno. **Revista Terra e Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, Londrina, v. 28, n. 55, p. 21-28, 2018.

CHENG, H. M.; KOUTSIDIS, G.; LODGE, J. K.; ASHOR, A.; SIERVO, M.; LARA, J. Tomato and lycopene supplementation and cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis. **Atherosclerosis**, Zurich, v. 257, p. 100-108, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2017.01.009>

DAVIES, J. N.; HOBSON, G. E.; MCGLASSON, W. B. The constituents of tomato fruit - the influence of environment, nutrition, and genotype. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 15, n. 3, p. 205-280, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398109527317>

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

FREDA, S. A.; LUVIELMO, M. M.; RUTZ, J. K.; ZAMBIAZI, R. C. Licopeno: efeito do processamento térmico sobre a estrutura química e biodisponibilidade. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, São Leopoldo, v. 12, n. 2, p. 1-23, 2018. DOI: 10.4013/ete.2018.122.01

HIJOSA-VALSERO, M.; GARITA-CAMBRONERO, J.; PANIAGUA-GARCÍA, A. I.; DÍEZ-ANTOLÍNEZ, R. Tomato Waste from Processing Industries as a Feedstock for Biofuel Production. **BioEnergy Research**, Gainesville, v. 12, n. 4, p. 1000-1011, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12155-019-10016-7>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário**. Tabela 6957. Quantidade produzida: Tomate rasteiro (industrial). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6957#resultado>. Acesso em: 05 jan. 2020.

INSTITUTO MAURO BORGES (IMB). **Estatísticas municipais**. Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_contentview=articleid=91eItemid=219. Acesso em: 05 jan. 2020.

JAYATHUNGE, K. G. L. R.; STRATAKOS, A. C.; CREGENZÁN-ALBERTIA, O.; GRANT, I. R.; LYNG, J.; KOIDIS, A. Enhancing the lycopene in vitro bioaccessibility of tomato juice synergistically applying thermal and non-thermal processing technologies. **Food chemistry**, Barking, v. 221, p. 698-705, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.117>

KARAKAYA, S.; YILMAZ, N. Lycopene content and antioxidant activity of fresh and processed tomatoes and in vitro bioavailability of lycopene. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Davis, v. 87, n. 12, p. 2342-2347, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2998>

LIU, J.; VAN ECK, J.; CONG, B.; TANKSLEY, S. D. A new class of regulatory genes underlying the cause of pear-shaped tomato fruit. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 99, n. 20, p. 13302-13306, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.162485999>

LUTEROTTI, S.; BICANIC, D.; MARKOVI, K.; FRANKO, M. Carotenes in processed tomato after thermal treatment. **Food Control**, Guilford, v. 48, n. 4, p. 67-74, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.06.004>

MACHADO, A. Q.; ALVARENGA, M. A. R.; FLORENTINO, C. E. T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 149-153, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000200004>

MADEIRA, N. R.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. Cuidados no transplante de mudas. In: NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B. **Produção de mudas de hortaliças**. Brasília: Embrapa, v. 1, cap. 8, p. 177-194. 2016.

MAO, L.; BEGUM, D.; CHUANG, H. W.; BUDIMAN, M. A.; SZYMKOWIAK, E. J.; IRISH, E. E.; WING, R. A. Jointless is a MADS-box gene controlling tomato flower abscission zone development. **Nature**, Londres, v. 406, p. 910-913, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35022611>

MOHAMED, S. M.; ALI, E. E.; MOHAMED, T. Y. Study of heritability and genetic variability among different plant and fruit characters of tomato (*Solanum lycopersicon* L.). **International Journal of Scientific e Technology Research**, Hershey, v. 1, n. 2, p. 55- 58, 2012.

MOURA, L. E.; GOLYNSKI, A. Critical points of industrial tomato from field to processing. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 521-525, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180416>

NASCIMENTO, A. R.; FERNANDES, P. M.; BORGES, L. C.; MOITA, A. W.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Controle químico da mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial em campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 15-24, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000100003>

OLIVEIRA, R. M.; CUNHA, M. G.; FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, L. S.; DIANESE, E. C. Análise de fatores de resistência a Tosspovirus em acessos de *Solanum* (secção

Lycopersicon). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 3, p. 340-347, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4534417>

PAULA, J. T.; FARIA, J. T.; MARCOS, V.; FIGUEIREDO, A. S.; SCHWARZ, K.; NEUMANN, E. R. Physicochemical characteristics and bioactive compounds in tomato fruits harvested at different ripening stages. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 434-440, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400005>

PONTES, N. C.; NASCIMENTO, A. R.; GOLYNSKI, A.; MOITA, A. W.; MAFFIA, L. A.; OLIVEIRA, J. R.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Volume de aplicação e eficiência do controle químico da mancha bacteriana em tomateiro industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 35, p. 371-376, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620170309>

PONCE, C.; CAITI, J.; MENDONZA, V. **Tomate industrializado**. Buenos Aires: SAGyP, 1993. 127p.

RICK, C. M. The tomato. **Scientific American**, v. 239, p. 76-87, 1974.

ROCCO, C. D.; MORABITO, R. Production and logistics planning in the tomato processing industry: A conceptual scheme and mathematical model. **Computers and electronics in agriculture**, New York, v. 127, p. 763-774, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.08.002>

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T.; AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 21, n. 6, p. 445-463, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.04.001>

VILELA, N. J.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S.; CLMENTE, F. M. V. T. Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Embrapa: Brasília, 2012. p. 17-27.