



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola Politécnica & Escola de Química

Programa de Engenharia Ambiental

**ESTUDO COMPARATIVO DOS NÍVEIS DE RESÍDUOS
DE AGROTÓXICOS NO SOLO PROVENIENTES DOS
MÉTODOS DE PLANTIO DE TOMATE: CONVENCIONAL,
ORGÂNICO E SUSTENTÁVEL**

JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI

Rio de Janeiro

2021



Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola Politécnica &
Escola de Química - Programa de Engenharia Ambiental

Estudo Comparativo dos Níveis de Resíduos de Agrotóxicos no
Solo Provenientes dos Métodos de Plantio de Tomate: Convencional,
Orgânico e Sustentável

João Roberto Fortes Mazzei

Tese de doutorado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
da UFRJ como parte dos requisitos
necessários a obtenção do título de doutor
em Engenharia Ambiental.

Orientadores:

Profº Dr. Estevão Freire (UFRJ/PEA);

Profº Dr. Eduardo Gonçalves Serra (UFRJ/PEA);

Engº Dr. José Ronaldo de Macedo (EMBRAPA/INPS)

Rio de Janeiro

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

MAZZEI, JOÃO ROBERTO FORTES.

Estudo Comparativo dos Níveis de Resíduos de Agrotóxicos no Solo Provenientes dos Métodos de Plantio de Tomate: Convencional, Orgânico e Sustentável / João Roberto Fortes Mazzei.

254 p., il., tab.

Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2021.

Orientador: Prof^o Dr. Estevão Freire

Co-orientadores: Prof^o Dr. Eduardo Gonçalves Serra e José Ronaldo de Macedo

1. agrotóxicos; 2. solo; 3. tomate; 4. QuEChERS 5. Sustentabilidade. I. Freire, Estevão (Orient.); Serra, Eduardo Gonçalves (Co-Orient.); Macedo, José Ronaldo (Co-orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Química. III. Estudo Comparativo das Concentrações de Agrotóxicos no Solo Provenientes dos Métodos de Plantio de Tomate: Convencional, Orgânico e Sustentável.



**6ª ATA DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DO PROGRAMA DE ENGENHARIA AMBIENTAL PARA
CONCESSÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS**

Data da Defesa: 26/03/2021

Aluno(a): JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI

DRE: 116196763

Linha de Pesquisa: ECOLOGIA INDUSTRIAL E SUSTENTABILIDADE

Orientador(es): EDUARDO GONÇALVES SERRA (CPF: 39916251720)

ESTEVÃO FREIRE (CPF: 932.020.247-87)

JOSÉ RONALDO DE MACEDO (CPF: 894.401.027-72)

Banca Examinadora:

NOME COMPLETO	CPF
ALEXANDRE DA SILVA ANTUNES	018.729.367-84
LUCIA HELENA PINTO BASTOS	536.225.377-87
RICARDO CAVALCANTI LAVANDIER	054.106.407-05
RODRIGO LEMES MARTINS	031.049.266-11
SÉRGIO LUIZ COSTA BONECKER	513.706.387-87

Título: ESTUDO COMPARATIVO DAS CONCENTRAÇÕES DE AGROTÓXICOS NO SOLO PROVENIENTES DOS MÉTODOS DE PLANTIO DE TOMATE: CONVENCIONAL, ORGÂNICO E SUSTENTÁVEL.

Local: DEFESA REMOTA

Horário de início: 10:00h

Em sessão pública, após exposição de cerca de 50 (cinquenta) minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da Banca, tendo como resultado:

() aprovação por unanimidade;

(X) aprovação por unanimidade, com alteração do título da tese;

() aprovação somente após satisfazer as exigências que constam na folha de modificações no prazo fixado pela banca (não superior a sessenta dias), sendo indicado como tutor o docente:

() reprovação.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca na ordem acima determinada pelo candidato.

Presidente/Orientador(a):

Participação Remota

EDUARDO GONÇALVES SERRA / ESTEVÃO FREIRE / JOSÉ RONALDO DE MACEDO

Banca Examinadora:

Participação Remota

ALEXANDRE DA SILVA ANTUNES

LUCIA HELENA PINTO BASTOS

RICARDO CAVALCANTI LAVANDIER

RODRIGO LEMES MARTINS

SÉRGIO LUIZ COSTA BONECKER

Assinatura do aluno (a):

[Handwritten signature of João Roberto Fortes Mazzei]

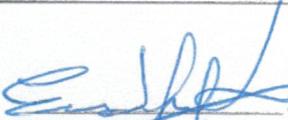


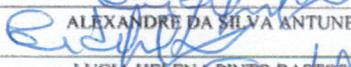
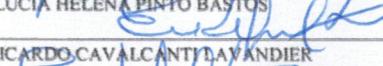
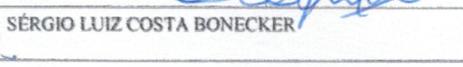
COMPLEMENTO DA ATA DE DEFESA DE TESE

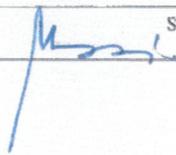
DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DO PROGRAMA DE ENGENHARIA AMBIENTAL PARA CONCESSÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS

Aluno(a): JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI

[Lined area for notes or comments, crossed out with a diagonal blue line.]

Presidente/Orientador(a): 
Participação Remota EDUARDO GONCALVES SERRA / ESTEVÃO FREIRE / JOSÉ RONALDO DE MACEDO

Banca Examinadora:
Participação Remota  ALEXANDRE DA SILVA ANTUNES
 LUCIA HELENA PINTO BASTOS
 RICARDO CAVALCANTI LAVANDIER
 RODRIGO LEMES MARTINS
 SÉRGIO LUIZ COSTA BONECKER

Assinatura do aluno (a): 



FOLHA DE MODIFICAÇÕES

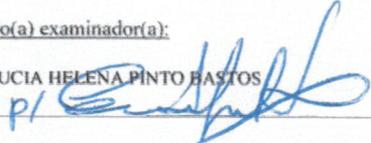
DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DO PROGRAMA DE ENGENHARIA AMBIENTAL PARA CONCESSÃO DO
GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS

Aluno(a): JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI

A tese referente à Titulação de Doutor deverá satisfazer às seguintes exigências:

Exigências do(a) examinador(a):

Nome: LUCIA HELENA PINTO BASTOS

Assinatura: 

Alteração do título da tese para: "ESTUDO COMPARATIVO *DOS RESÍDUOS* DE AGROTÓXICOS NO SOLO
PROVENIENTES DOS MÉTODOS DE PLANTIO DE TOMATE: CONVENCIONAL, ORGÂNICO E
SUSTENTÁVEL".

FOLHA DE APROVAÇÃO

João Roberto Fortes Mazzei

Estudo Comparativo Níveis de Resíduos de de Agrotóxicos no Solo
Provenientes dos Métodos de Plantio de Tomate: Convencional,
Orgânico e Sustentável

Tese de doutorado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
da UFRJ como parte dos requisitos
necessários a obtenção do título de doutor
em Engenharia Ambiental.

Banca Examinadora:

Alexandre da Silva Antunes, DSC., IQ/UFRJ

Lucia Helena Pinto Bastos, DSC., INCQS/FIOCRUZ

Ricardo Cavalcanti Lavandier, DSC., PUCRJ

Rodrigo Lemes Martins, DSC., NUMEM/UFRJ/MACAÉ

Sérgio Luiz Costa Bonecker, DSC., PEA/COPPE/UFRJ

Rio de Janeiro, 2021

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha mãe,
Cleuza Fortes Barbosa – Vivíssima!
Espertíssima! Química da vida!
Aquele que desenvolveu a reação para
transformar tristeza em alegria.
Aquele que descobriu logo cedo que o*

*grande legado que deve ser deixado às
crias é o letramento.*

*Aquela que, aos 91 anos, leva a vida
sorrindo, driblando dificuldades e me
ensinando mais sobre o Mundo a cada
dia.*

AGRADECIMENTOS

Ao doutor Dr. José Ronaldo de Macedo, meu orientador na EMBRAPA SOLOS, pela participação ativa em todo o processo e pelos ensinamentos sobre solo, agricultura e tomate. Obrigado por ter acreditado no meu potencial, dando-me suporte, recursos e a oportunidade de fazer parte desse projeto.

Aos meus orientadores Estevão Freire e Eduardo Serra do PEA/UFRJ.

Às Doutoradas e também pesquisadoras da Fundação Oswaldo Cruz Lucia Helena Pinto Bastos, Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso e Angélica Castanheira do INCQS/FIOCRUZ, por me ajudarem desde a concepção do projeto, utilização dos laboratórios de pesquisa, análise dos resultados e muitos outros ensinamentos. Obrigado por acreditarem e apoiarem tanto esse trabalho, fornecendo informações, recursos, apoio, incentivo e tantas ajudas que, sem vocês, nada teria sido possível.

Aos funcionários da EMBRAPA SOLOS, Adoildo Silva, Andrew e Juacy, por terem dado todas as condições para evoluirmos em nosso trabalho de pesquisa e transferência de tecnologia sobre o Tomate em Cultivo Sustentável (TOMATEC), e também às instituições parceiras Syngenta, Zona Sul Supermercados, Fundação Oswaldo Cruz-Fiocruz/INCQS e seus pesquisadores que acreditaram na inovação do do projeto e viabilizaram a pesquisa e a transferência de tecnologia.

À mestra Thayz Emanuelle (INCQS/FIOCRUZ), pela amizade e disposição em ajudar sempre. Serei sempre grato pela ajuda, força e incentivo em todas as etapas de laboratório que compuseram esse trabalho.

Às secretárias do PEA/UFRJLARP, Andreia Rangel e Dulce Azevedo pela competência com que resolveram tocar a secretaria do PEA, realizando inúmeros préstimos com extrema boa vontade para resolver todos os entraves e probleminhas que surgem na relação Aluno-Universidade.

Um agradecimento especial a todos os agricultores que, direta ou indiretamente, participaram de todo o processo de desenvolvimento e consolidação desse projeto e que acreditaram no potencial dessa pesquisa em parceria: Alessandra Bellas (Tanguá); Margarete Satsumi Ferreira, Johnson Ferreira (3º Distrito – Nova Friburgo); Onofre de Souza, e Edson Machado (Monjolos - São Gonçalo); (3º Distrito – Nova Friburgo); Lucinéia Malfort, Arilton Malfort (in memoriam), Michele Malfort e Samuel Malfort (Trajano de Moraes).

À minha mãe, Cleuza, que desde o jardim de Infância Cantinho Alegre sempre foi quem me deu mais apoio, se preocupou comigo e nunca me deixou desanimar. Obrigado por tudo, MINHA MÃE! Esse doutorado é mais seu do que meu!

À Hosana Esthér, que desde a ideia do projeto participou intensamente. Pegando no pesado, no momento da coleta das amostras e, sobretudo, me incentivando a seguir e enxergar a linha de chegada.

À professora Cinthia Pinho pelos ensinamentos quanto à formatação e padronização de teses e TCCs. Seu Canal ajuda demais!

(<https://www.youtube.com/channel/UCPVxAWpdHNjoUvGR617W5mQ>)

A todos os professores do PEA/UFRJ/Escola Politécnica de Química pela contribuição na minha formação.

À UFRJ pela oportunidade e pelo ensino gratuito e de qualidade.

RESUMO

MAZZEI, João Roberto Fortes; Estudo Comparativo dos Níveis de Agrotóxicos no Solo Provenientes dos Métodos de Plantio de Tomate: Convencional, Orgânico e Sustentável.

O crescimento da população e o conseqüente aumento da necessidade por alimentos para atendê-la faz com que a produção agrícola mundial trabalhe em movimento acelerado para suprir às demandas do mercado. Porém, as pragas e doenças que acometem as plantações geram perdas no campo e causam decréscimo na produção agrícola, o que leva os produtores à utilização de agrotóxicos em diversas escalas, como vem se observando no Brasil. O tomate é um dos principais produtos plantados e comercializados pela agricultura mundial. O uso de agrotóxicos pode gerar impactos ambientais e acarretar a possível contaminação do solo. Neste trabalho, otimizou-se e validou-se um método analítico para a determinação de resíduos de Acetamiprido, Azoxistrobina, Buprofezina, Diafentiuon, Mandipropamida, Pimetrozina, Ciromazina, Metomil, Pimetrozina e Tiametoxan em solo, com o objetivo de comparar os níveis de contaminação causados por agrotóxicos em três tipos de plantio do tomate: convencional, sustentável e orgânico. Utilizou-se o método de extração QuEChERS modificado e Cromatografia Líquida de Ultrarresolução acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial (CLUE-EM/EM). O método QuEChERS modificado consistiu na extração de 15,0 g de solo com 15 mL de solução saturada de hidróxido de cálcio pH 12,3 e 15 mL de acetonitrila, com conseqüente partição em efeito “salting out” 6,0 g de sulfato de magnésio anidro e 1,5 g de cloreto de sódio. As fases foram separadas por centrifugação a 3700 rpm por 7 min. Os extratos foram diluídos com Metanol grau licrossolv e foram injetados no cromatógrafo. O método foi validado com base nos parâmetros da curva analítica, linearidade, LD, LQ, precisão (repetitividade e precisão intermediária) e exatidão (*European Commission* (2018)). As curvas analíticas apresentaram linearidade entre 0,2 e 20,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ para os compostos estudados, com valores de coeficiente de determinação maiores que 0,99. Os valores de LQ para o método foram 0,013 mg.kg^{-1} para espinosade e 0,007 mg.kg^{-1} para os demais agrotóxicos. O método apresentou boa precisão, com valores de RSD < 20%, e exatidão, com recuperações entre 70 e 120% para a grande maioria dos compostos analisados. As curvas analíticas foram preparadas com extratos de solo branco de referência isento de agrotóxicos, de forma a minimizar o Efeito Matriz. O método foi considerado adequado para a análise de resíduos de agrotóxicos em solo proveniente dos plantios de tomate, uma vez que satisfaz aos parâmetros de validação para métodos cromatográficos preconizados pela *European Commission* (2018), através do documento SANTE (2018). Depois da validação, o método foi utilizado para análise de resíduos de agrotóxicos em amostras de solo provenientes dos plantios de tomate convencional, orgânico e sustentável. Tornando-se possível comparar os níveis de contaminação por resíduos de agrotóxico e mostrou que os solos satisfazem aos LMR's preconizados pela legislação brasileira. Além de validar o método analítico para

os agrotóxicos foco: Azoxistrobina, Boscalida, Carbendazim, Clorantraniliprole, Clotianidina, Diafentiuron, Difenconazol, Dimetomorfe, Espinetoram, Espinosade A, Espinosade D, Fenuron, Imidacloprido, Indoxacarbe, Metalaxil M, Metoxifenzida, Tiametoxan. O estudo conseguiu validar o método para 240 agrotóxicos, entre autorizados, não autorizados e excluídos para a utilização no plantio do tomate, com limites de detecção abaixo dos valores aceitáveis pela legislação vigente no Brasil.

Palavras-chave: agrotóxicos; solo; tomate; QuEChERS.

ABSTRACT

MAZZEI, João Roberto Fortes; Comparative Study of Pesticide Residue Levels in Soil from Tomato Planting Methods: Conventional, Organic and Sustainable.

Population growth and the consequent increase in the need for food to serve it makes the world agricultural production work in an accelerated movement to supply the demands of the market. However, the pests and diseases that affect the plantations generate losses in the field and cause a decrease in agricultural production, which leads producers to use agricultural pesticides on a large scale, as has been observed in Brazil. Tomatoes are one of the main products planted and marketed by world agriculture. The use of pesticides can generate environmental impacts and cause possible soil contamination. In this work, an analytical method was optimized and validated for the determination of residues of Acetamiprid, Azoxystrobin, Buprofezin, Diafenthiuron, Mandipropamide, Pimetrozina, Ciromazina, Metomil, Pimetrozina and Tiametoxan in soil, in order to compare the contamination levels caused by pesticides in three types of tomato planting: conventional, sustainable and organic. The modified QuEChERS extraction method and Ultra Efficient Liquid Chromatography coupled with Sequential Mass Spectrometry (CLUE-EM / EM) were used. The modified QuEChERS method processed consisted of extracting 15.0 g of soil with 15 ml of saturated calcium hydroxide solution pH 12.3 and 15 ml of acetonitrile, with consequent partition in "salting out" effect 6.0 g of sulfate of anhydrous magnesium and 1.5 g of sodium chloride. The phases were separated by centrifugation at 3700 rpm for 7 min. The extracts were diluted with MeOH grade lychosolv and were injected into the chromatograph. The method was validated based on the parameters of the analytical curve, linearity, LD, LQ, precision (repeatability and intermediate precision) and accuracy (European Commission (2018)). The analytical curves showed linearity between 0.2 and 20.0 $\mu\text{g L}^{-1}$ for the studied compounds, with determination coefficient values greater than 0.99.

The LQ values for the method were 0.013 mg kg⁻¹ for spinosad and 0.007 mg kg⁻¹ for the other pesticides. The method showed good precision, with RSD values <20%, and accuracy, with recoveries between 70 and 120% for the vast majority of the analyzed compounds. The analytical curves were prepared with extracts of reference white soil free of pesticides, in order to minimize the Matrix Effect. The method was considered adequate for the analysis of pesticide residues in soil from tomato plantations, since it satisfies the validation parameters for chromatographic methods recommended by the European Commission (2018), through the document SANTE (2018). After validation, the method was used to analyze the residues of these pesticides in soil samples from conventional, organic and sustainable tomato plantations. Making it possible to compare the levels of contamination by pesticide residues and showed that the soils satisfy the MRLs recommended by Brazilian legislation. In addition to validating the analytical method for pesticides focus: Azoxystrobin, Boscalide, Carbendazim, Chloranthranilprole, Clothianidin, Diafenthiuron, Diphenconazole, Dimetomorfe, Espinetoram, Spinosad A, Espinosade D, Fenuron, Imidaclopride, Methoxyzone, Methoxyzone The study was able to validate the method for 240 pesticides, among authorized, unauthorized and excluded for use in tomato planting, with detection limits below the values acceptable by the legislation in force in Brazil.

Keywords: pesticides; ground; tomato; QuEChERS.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 Ensacamento das pencas de tomate com papel glassyne ou granapel - Momento certo para o ensacamento (Sistema Sustentável).....	20
Figura 2 Técnica de ensacamento da flor do tomateiro (Sistema Sustentável).....	20
Figura 3 Perfil do solo e seus horizontes	29
Figura 4 Triângulo utilizado para o estudo da textura do solo	30
Figura 5 Tomate estaqueado (Estaca cruzada)	36
Figura 6 Estacas individuais em posição vertical	37
Figura 7 Tomate tutorado com fitilho.....	37

TABELAS

Tabela 1 Temperaturas para os diferentes estádios de desenvolvimento do tomateiro	36
Tabela 2 Produção, Importação, exportação e vendas de ingredientes ativos (IA) – 2014	46
Tabela 3 Concentrações dos agotóxicos NÃO AUTORIZADOS para aplicação no tomate encontrados no solos analisados	154

ANEXOS

Anexo 1 Resumo dos resultados da avaliação - Coeficientes de correlação (r) e de determinação (R ²).....	168
Anexo 2 Substâncias validadas na matriz solo, com os respectivos limites de quantificação e a razão sinal/ruído correspondente	173
Anexo 3 Concentrações estudadas para os níveis de fortificação avaliado.....	177
Anexo 4 Resultados obtidos da exatidão – recuperação	178
Anexo 5 Resumo dos resultados da fortificação da matriz solos – precisão – repetibilidade	185
Anexo 6 Aceite do 1º Artigo.....	191
Anexo 7 Aceite do 2º Artigo.....	192
Anexo 8 Aceite do 3º Artigo.....	193
Anexo 9 Monografias autorizadas para Tomate com base na ANVISA e seus	

respectivos intervalos de segurança e LMR`s – detalhada com o tipo de uso.....	194
Anexo 10 Solução 2133-I (Rastreabilidade) Padrões analíticos utilizados.....	202
Anexo 11 Rastreamento do preparo da solução intermediária de fortificação 2133210	
Anexo 12 PESQUISA COM OS PLANTADORES.....	223
Anexo 13 - Laudos de análise - Tomate sustentável.....	224
Anexo 14 - Laudos de análise - Tomate convencional.....	226
Anexo 15 Print do painel da Anvisa com as 119 monografias de agrotóxicos autorizados para o aplicação no tomate.....	230
Anexo 16 Os 119 agrotóxicos aprovados pela ANVISA para aplicação no plantio do Tomate	230
Anexo 17 Pesagens das amostras - Balança Metler Toledo Modelo: AG-245 T=22°C Unidade relativa = 51%	232
Anexo 18 Resultados de análise química – Fertilidade – Laboratório FertiMóvel (EMBRAPA)	233
Anexo 19 Propriedades físico-químicas dos agrotóxicos-foco selecionados para este estudo	233

LISTA DE SIGLAS

μECD	Micro Detecção por Captura de Elétrons, do inglês <i>micro-Electron Capture Detection</i>
μECD	<i>Micro-Electron Capture Detection</i>
ACN	Acetonitrila
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Association of Official of Official Analytical Chemists</i>
APCI	Ionização Química à Pressão Atmosférica, do inglês <i>Atmospheric Pressure Chemical Ionization</i>
APCI	Ionização Química a Pressão Atmosférica, do inglês <i>Atmospheric Pressure Chemical Ionization</i>
API	Ionização a Pressão Atmosférica, do inglês <i>Atmospheric Pressure Ionization</i>
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>

CDMAALC	Comissão de Desenvolvimento e Meio Ambiente da América Latina e Caribe
C18	Sílica modificada com hidrocarboneto linear C18, octadecilsilano
CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i>
CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i>
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CEPEA	Centro de Pesquisas Econômicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)
CL50	Concentração Letal Média para 50% da população em estudo
CLUE-EM/EM	<i>Cromatografia Líquida de Ultra eficiência acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial</i>
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CEE	Comunidade Econômica Europeia
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
Ctg	Categoria
CV	Coeficiente de variação
d.i.	Diâmetro interno
DAD	Detecção por Arranjo de Diodos, do inglês <i>Diode Array Detection</i>
DDD	Diclorodifeniltricloroetano
DDT	Diclorodifenilcloroetano
DDVP	Diclorovinil dimetilfosfato - Diclorvós
DL50	Dose letal média para 50% da população em estudo (via oral ou dérmica)
DPR	Desvio Padrão Relativo
D-SPE	<i>Dispersive Solid Phase Extraction</i>
ECD	Detecção por Captura de Elétrons, do inglês <i>Electron-Capture Detection</i>
Ecosoc	Conselho Econômico e Social das Nações Unidas
EEPA	Décimo Encontro de Engenharia e Produção Agroindustrial

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Agência de Proteção Ambiental, do inglês <i>Environmental Protection Agency</i>
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
ESI	Ionização por Eletronebulização, do inglês <i>Electrospray Ionization</i>
ESI-	Ionização por Eletronebulização no modo negativo, do inglês <i>Electrospray Ionization Negative Mode</i>
ESI+	Ionização por Eletronebulização no modo positivo, do inglês <i>Electrospray Ionization Positive Mode</i>
EUA	Estados Unidos da América
eV	elétron-Volt
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, do inglês <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FAOSTAT	<i>Food and agriculture data</i>
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FR	Frequência Relativa
GARP	Grupo de Analistas de Resíduos de Pesticidas
GEE	Gases Geradores do Efeito Estufa
HCH	Hexaclorocicloexano
I.R.	<i>Infra – red</i>
IPCC	Intergovernmental Panel for Climate Change
IBD	Instituto Biodinâmico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICM	Instituto Chico Mendes
IEA	Instituto de Economia Agrícola
IMA	Instituto do Meio Ambiente
INCQS	Instituto Nacional da Qualidade da Saúde
IS	Intervalo de Segurança (período de carência)
IUPAC	União Internacional de Química Pura e Aplicada. <i>Do inglês, International Union of Pure and Applied Chemistry</i>

LD	Limite de detecção
LMR	Limite Máximo de Resíduo
LOSAN	Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional
LQ	Limite de quantificação
M.O.	Matéria Orgânica
MAE	<i>Microwave Assisted Extraction</i> (Extração Assistida por Microondas)
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MAUSS	Movimento Antiutilitarista nas Ciências Sociais
MIP	Manejo Integrado de Pragas
MMQO	Método dos mínimos quadrados ordinários
MS	<i>Mass Spectrophotometry</i> (Espectrofotometria de Massas)
NPD	<i>Nitrogen and Phosphorus Detection</i>
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
OPS/WHO	<i>Pan American Health Organization</i>
p.a.	Para análises
P.A.R.A	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos
PIB	Produto Interno Bruto
PCB	Bifenilas policloradas
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppb	Concentração em partes por bilhão
ppm	Concentração em partes por milhão
PSA	<i>Primary Secondary Amine</i>
QuEChERS	<i>Quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe</i>
RADAM	Projeto Radar da Amazônia
RP	Reagente com grau Resíduo de Pesticida
Sema	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SFE	<i>Supercritical Fluid Extraction</i> (Extração por Fluido Supercrítico)
SPD	Sistema de Plantio Direto
SPE	Extração em fase sólida dispersiva, do inglês <i>Dispersive Solid Phase Extraction</i>

SPE	<i>Solid Phase Extraction</i>
TA	Toxicidade Ambiental
TH	Toxicidade Humana
U.V.	Ultra-violeta
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UHPLC	<i>Ultra high performance liquid chromatography</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
UPLC-MS/MS	<i>Ultra-Performance Liquid Chromatography- Tandem Mass Spectrometry</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Desenvolvimento	21
1.2	Os princípios da sustentabilidade	21
1.2.1	Origens e contexto	21
1.2.2	Respostas à crise ambiental	24
1.3	O Solo	26
1.3.1	Definição, propriedades e composição	26
1.3.2	Os horizontes do solo	28
1.3.3	Textura do Solo	29
1.3.4	Solo de textura arenosa	30
1.3.5	Solo de textura argilosa	31
1.3.6	Solo de textura média	31
1.3.7	Solo de textura siltosa	31
1.3.8	Solo de textura humífera	31
1.3.9	Solo de textura calcárea	32
1.4	O Tomate	32
1.4.1	Descrição botânica	32
1.4.2	A cultura do tomate	33
1.4.3	Os Tipos de plantios do tomate estudados	38
1.5	Os Agrotóxicos	42
1.5.1	Definição e breve histórico	42
1.5.2	Classificação e propriedades físico-químicas	47
1.5.3	Os agrotóxicos e a saúde humana	52

1.5.4	Os agrotóxicos e a cultura do tomate	56
1.5.5	Agrotóxicos: propriedades químicas x persistência.	60
1.5.6	Contaminação de solos por agrotóxicos	61
1.5.7	Características físicas e químicas do solo e persistência dos agrotóxicos	62
1.5.8	Degradação de agrotóxicos no solo e meio ambiente.	63
2	OBJETIVOS	64
2.1	Objetivo geral	64
2.2	Objetivos específicos	64
3	ARTIGOS PUBLICADOS	65
3.1	1º Artigo	65
3.2	2º Artigo	90
3.3	3º Artigo	126
4	APRESENTAÇÕES E PARTICIPAÇÕES DO TRABALHO	147
4.1	Workshop	147
4.2	Congresso	147
5	DISCUSSÕES	148
5.1	No primeiro artigo	148
5.2	No segundo artigo	149
5.3	No terceiro artigo	150
6	CONCLUSÃO	152
7	PERSPECTIVAS FUTURAS	155
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
	ANEXOS	168

1 INTRODUÇÃO

A relação do homem com o meio ambiente é caracterizada por etapas distintas. Raposo (2011) ressalta que desde o chamado Paleolítico Superior, há cerca de 40 mil anos, época em que o homem sobrevivia da caça, da pesca e do extrativismo vegetal e mineral, sua forma de viver não gerava grandes alterações ao ambiente. Entretanto, segundo Marques (2016), com o crescimento da população, quando o homem passou a utilizar o ecossistema sob o prisma da visão antropocêntrico-utilitarista, o meio ambiente passou a manifestar os sintomas do crescente volume de exploração que lhe foi imposto.

O relatório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015) sugere que a população mundial deverá atingir 7,8 bilhões de pessoas em 2020 e 9,7 bilhões de indivíduos em 2050.

O crescimento da população e as elevadas perdas sofridas pela agricultura por conta da infestação de pragas, ervas daninhas, e doenças, além do desgaste do solo, fazem com que haja necessidade da utilização de agrotóxicos na produção agrícola. A utilização dos agrotóxicos deve ser realizada de forma racional, uma vez que o uso indiscriminado desses produtos pode causar impactos negativos ao ambiente (ar, água e solo), prejudicando a saúde dos trabalhadores que manuseiam, direta e/ou indiretamente, tais substâncias e dos consumidores (CARNEIRO,2015).

Andrade (2016) ressalta que diferentes denominações vêm sendo utilizadas com o objetivo de caracterizar os produtos químicos empregados para combater vetores e insetos. Nomes como: agroquímicos, agrotóxicos, defensivos, pesticidas, praguicidas, remédios de planta e veneno figuram entre as diversas denominações aplicadas a tais produtos. No entanto, não há ainda uma denominação que contemple, na íntegra, o que os seus termos indicam, pois, essas substâncias não são seletivas e não apresentam especificidade para uma determinada praga, e sim, amplo espectro de ação que pode atingir, inclusive, organismos não-alvo. Dessa forma, apesar de as definições induzirem a pensar que esses produtos são benéficos ao homem e ao meio ambiente, como por exemplo o termo “defensivo” tenta fazer, o autor ressalta que os agrotóxicos apresentam potencial para colocar em risco o homem, animais e plantas.

Neste trabalho, optou-se por utilizar a terminologia orientada pela legislação brasileira – **agrotóxicos** (MAPA, 2018) – por considerar que esse termo, apesar de

não cobrir na essência todos os produtos utilizados, engloba o maior número de atributos necessários à descrição das substâncias que compõem esse universo e atribui mais transparência e ética para o leitor, o usuário e o consumidor dos produtos em que tais compostos são utilizados.

Segundo a revisão da legislação brasileira sobre agrotóxicos publicada em 28/06/2018 (MAPA, 2018):

o termo agrotóxico não é utilizado por nenhum outro país ou organização internacional que trata do tema. A Comissão do Codex Alimentarius, organização internacional de referência para alimentos no Acordo sobre a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da Organização Mundial do Comércio (OMC), utiliza o termo em inglês e francês “agrotoxic” e em espanhol “plaguicida”. Dessa forma, é preciso alterar o termo pesticida para agrotóxico, a fim de alinhar a legislação brasileira às práticas internacionais.

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.= *Lycopersicon esculentum* Mill) foi escolhido como objeto desse trabalho por conta das características específicas que esse fruto apresenta. Plantações como as do tomate, requerem frequente atenção quanto à infestação de pragas, doenças e ervas daninhas, o que implica na necessidade de aplicação de agrotóxicos com muita frequência.

A exploração comercial de muitas espécies, notadamente das olerícolas, em sistemas orgânicos é dificultada pela limitação do uso de insumos, segundo DINIZ (2011). O autor comenta que, uma vez que nesses sistemas, os riscos de perda são maiores, pois poucos insumos são permitidos ou conhecidos para manejo fitossanitário. Com isso, sistemas de produção alternativos ou não convencionais têm sido estudados para reduzir os impactos sócio-ambientais acarretados pelo atual modelo de produção agrícola.

Uma forma de cultivo alternativo para o plantio do tomate surgiu através de estudos do Instituto Nacional de Pesquisa do Solo (INPS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), sob monitoramento da EMBRAPA SOLOS e consiste na produção do tomate em cultivo sustentável, TOMATEC (2016).

O sistema sustentável é baseado na implementação de técnicas de conservação do solo e da água, com sistema de plantio direto na palha (SPD – Sistema de Plantio Direto), sem o revolvimento do solo.

O SPD tem por objetivo a manutenção do solo, ao longo do ano, aproveitando a biodiversidade, das plantas em desenvolvimento (gramíneas), que são responsáveis por sua cobertura, ou com parte aérea e/ou com os seus resíduos (palhas mortas),

além de raízes vivas. O sistema propõe irrigação por gotejamento e adubação através da própria água de irrigação (fertirrigação), adotando fitilhos para a orientação vertical do crescimento das plantas e o manejo Integrado de Pragas (MIP), como forma de monitoramento das pragas e doenças.

O SPD adota a proteção física dos frutos, realizada através do ensacamento das pencas de tomate com papel glassyne ou granapel (Figuras 1 e 2), o que permite significativa redução no número de aplicações de agrotóxicos nas lavouras do tomate, (MACEDO 2016).

Figura 1 - Ensacamento das pencas de tomate com papel glassyne ou granapel - Momento certo para o ensacamento (Sistema Sustentável)



Fonte: Adoildo da Silva Melo

Figura 2 - Técnica de ensacamento da flor do tomateiro (Sistema Sustentável)



Fonte: Adoildo da Silva Melo

Devido à necessidade de uso racional dos insumos agrícolas para minimizar os impactos ambientais da agricultura, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de compreender o comportamento dos agrotóxicos no solo. No entanto, pouco se sabe sobre o comportamento desses produtos em solos tropicais. A correlação entre as características desses solos, como o pH, a predominância de minerais de argila na proporção 1:1, óxidos de ferro e de alumínio, e a grande importância da matéria orgânica na capacidade de troca catiônica total (CTC), expressam a interação desses produtos no solo, sendo que seu destino no ambiente é pouco abordado em trabalhos publicados até o momento, (MACEDO, 2016).

Sober (2019) observa que os sistemas adotados por muitos produtores se baseiam somente no controle químico com produtos pré-estabelecidos, não levando em consideração as condições locais, como: solo, clima, tipo de cultivar ou até mesmo o sistema rotacional de cultivo utilizado. Assim, constatou-se nos diversos plantares, a intoxicação das plantas, causada por agrotóxicos utilizados durante o ciclo da cultura e, até mesmo, por aqueles pulverizados por efeito residual no solo de culturas anteriores, prejudicando a produtividade. Segundo o autor, o entendimento da dinâmica desses produtos no solo em função das características do clima, do solo e do próprio agrotóxico é essencial para a adoção do manejo integrado de ervas daninhas no cultivo da safra e nas culturas futuras.

O emprego de agrotóxicos na cultura convencional do tomate traz constantes preocupações devido aos danos gerados ao meio ambiente, sobretudo nos meios bióticos e abióticos. Além disso, uma série de efeitos é observada entre os trabalhadores do campo: fraqueza, náuseas, tonteira, cânceres, lesões hepáticas, alergias, entre outros. Dessa forma, torna-se muito importante a análise dos frutos, solo e água com a finalidade de quantificar os níveis de contaminação por resíduos de agrotóxicos, para verificar se estes se encontram dentro dos limites máximos de resíduos (LMR) autorizados pela Anvisa, RIBAS e MATSUMARA (2009).

1.1 Desenvolvimento

A revisão de literatura para a realização dessa pesquisa foi dividida nos seguintes enfoques: os princípios da sustentabilidade; o estudo do solo; o plantio do tomate; a análise dos agrotóxicos; os aspectos ambientais relacionados ao plantio sustentável; o método analítico de laboratório adotado para extração e limpeza das amostras de solo (Método QuEChERS) e a técnica de cromatografia líquida de ultrarresolução acoplada à espectrometria de massas sequencial. Estes tópicos serão desenvolvidos a seguir:

1.2 Os princípios da sustentabilidade

1.2.1 Origens e contexto

A reflexão sobre a sustentabilidade tem suas origens semeadas na década de 50 e emerge como fruto da percepção de uma crise ambiental global. Muito foi discutido até chegar ao estágio da atualidade. Os seus indícios trouxeram à tona de

que os problemas ambientais são globais e não se restringem a divisas de territórios, como por exemplo, a ocorrência de nuvens radioativas distantes dos locais de realização de onde eram executados. Entre os anos de 1945 e 1960, os países que tinham grande poderio atômico realizaram em torno de 420 testes nucleares (LE PRESTRE, 2000).

Outro divisor de águas que serviu como alerta da percepção da crise ambiental foi relacionado à aplicação dos agrotóxicos e inseticidas químicos, através da bióloga Rachel Carson, que escreveu o livro *Primavera Silenciosa* (CARSON, 1962).

A formação das chuvas ácidas nos países nórdicos fez a Suécia propor ao Conselho Econômico e Social das Nações Unidas a realização da conferência mundial para o estabelecimento de um acordo internacional com o objetivo de reduzir a emissão dos gases responsáveis pelas chuvas ácidas, em 1968. Como resultado surgiu a Conferência de Estocolmo, em 1972, onde países desenvolvidos e não desenvolvidos (o Terceiro Mundo, segundo denominação da época) discutiram os assuntos ambientais que perpassavam essas tais divisões do mapa político. Enquanto os países desenvolvidos estavam preocupados com o aumento da devastação ambiental que interferia na sua qualidade de vida, os países do terceiro mundo se preocupavam com as sanções e restrições à exportação dos seus produtos primários. Por um lado, os países desenvolvidos tinham a defesa do meio ambiente como foco principal da Conferência, por outro lado, os menos desenvolvidos elegeram o combate à pobreza como centro de suas discussões. Essa dualidade de objetivos permeava não somente os países, como também os âmbitos político-sociais, gerando embate entre ambientalistas e desenvolvimentistas. Devido à complexidade das divergências, a Organização das Nações Unidas (ONU) delegou a condução do debate para a uma comissão técnica que escreveu o documento *Only one earth* (WARD & DUBOS, 1973), que colocava o problema ambiental como consequência das externalidades econômicas pertinentes ao desenvolvimento e à tecnologia agressiva, pelo lado dos países desenvolvidos, e pela sua falta (pouco crescimento demográfico e baixo PIB* per capita), pelo lado dos países não desenvolvidos. Dessa maneira, a questão

* Produto Interno Bruto - Soma do valor de todos os bens e serviços finais realizados em uma determinada localidade ao longo de um tempo específico. Esse dado é considerado como o principal indicador do nível de desenvolvimento econômico

ambiental saía somente do meio natural e recaía sobre o espaço social. Por conta dessa discussão, o binômio desenvolvimento econômico-meio ambiente (natural) deu origem a uma tríade, sendo introduzida a dimensão social. A reunião de Estocolmo acontece à luz dos impactos provocados pelo relatório do Clube de Roma – *Limits to Growth* (MEADOWS *et al.*, 1972), que sugeria uma desaceleração do desenvolvimento industrial dos países desenvolvidos, e no crescimento demográfico, nos países subdesenvolvidos, além de propor ajuda dos primeiros para contribuírem com o desenvolvimento dos segundos.

A crise do petróleo, em 1972, impulsionaria os países desenvolvidos a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), atualmente conhecida como descarbonização da economia. Foram criadas agências que se tivessem como objetivo principal a questão ambiental, uma vez entre as constatações da reunião de Estocolmo foi alusiva à pouca quantidade de dados e informações disponíveis sobre esse assunto. Dessa forma, os Estados Unidos criam a *Environmental Protection Agency (EPA)*, em 1970, e o Brasil, cria a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA, 1973). Uma década depois, a avaliação dos resultados da conferência de Estocolmo mostrou que os esforços empreendidos foram insuficientes (LE PRESTRE, 2000). Esse fato teve como consequência a formação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), que gerou, em 1987, o relatório Brundtland, nome da ex-primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, sob título *Our common future* e que tinha como principal objetivo a proposição uma agenda global para as mudanças climáticas. Esse relatório representou, até então, o maior esforço para conciliar o desenvolvimento econômico à preservação ambiental, cujo termo que melhor descreveu a nova forma de pensar denominou-se Desenvolvimento Sustentável. Essa definição tornou-se clássica e objeto de muitos debates (LENZI, 2006). Segundo o autor, o “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades”.

O problema discutido é a força com e a concomitante fraqueza dessa definição, pois deixa em aberto quais seriam as necessidades humanas na atualidade, e ainda mais as das gerações futuras. O livro ressalta que “a pobreza é uma das principais causas e um dos principais efeitos dos problemas ambientais do mundo. Portanto, é inútil tentar abordar esses problemas sem uma perspectiva mais ampla, que englobe

os fatores subjacentes à pobreza mundial e à desigualdade internacional” (BRUNDTLAND, 1987).

Em 1989, a Assembleia das Nações Unidas aprovou a convocação da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, denominada Rio-92. Seus resultados são ora louvados, ora depreciados (BURSZTYN & BURSZTYN, 2006). Os efeitos mais visíveis da Rio - 92 foram a criação da Convenção da Biodiversidade e das Mudanças Climáticas – que foi precursora do Protocolo de Kyoto, a Declaração do Rio e a Agenda 21. A Declaração do Rio segue às mesmas diretrizes da conferência de Estocolmo, mantendo a correlação meio ambiente e desenvolvimento, através das boas práticas de gestão dos recursos naturais, evitando o comprometimento do modelo econômico. Entretanto, esse documento vai ao encontro da expansão econômica, e em contraposição ao que a literatura mais crítica da época vislumbrava, como o relatório da reunião da Comissão de Desenvolvimento e Meio Ambiente da América Latina e Caribe (CDMAALC, 1991).

As contradições entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos tornaram-se mais evidentes quando os Estados Unidos não assinaram o Protocolo de Kyoto, mesmo após o *Intergovernmental Panel for Climate Change* (IPCC), em 2007, O mundo sensibilizou-se com a causa exceto o governo americano.

1.2.2 Respostas à crise ambiental

É fato que as condições de vida estão ameaçadas, com o aquecimento global. O modo de produção e consumo adotados atualmente trazem consigo fatores que atuam de forma independente na composição dessa ameaça. Caso a produção continue no ritmo de crescimento econômico dos últimos cem anos, haverá em torno de 120 milhões de pessoas entrando no mercado por ano. Assim, chegar-se-á a mais dois bilhões e meio de pessoas até 2050. Os cientistas, quase que na totalidade acreditam que os recursos naturais serão insuficientes para acompanhar o modo de vida semelhante ao adotado pela classe média mundial.

Existe uma série de fatores que justificam a mudança da matriz energética mundial, propondo a substituição das fontes de energia fósseis. Como os países desenvolvidos também são os detentores da tecnologia, eles conseguem implementar investimentos em busca de fontes de energia renováveis, incluindo a fusão a frio. Esse fator tem determinado um movimento intelectual, social e político conhecido pela

expressão francesa, *décroissance* ou decrescimento (NASCIMENTO & GOMES, 2009), ou mesmo, “pós-desenvolvimento” (BILLAUDOT, 2003). *Décroissance* é uma expressão geral que pode ter muitos significados, unidos pela rejeição à ideia de desenvolvimento como uma “caminhada sem sentido”. Nessa expressão enxerta-se um rico conjunto de movimentos sociais e culturais tais como: o Movimento Antiutilitarista nas Ciências Sociais (MAUSS), os bioeconomistas, os pós-desenvolvimentistas e os “objetores” de consciência. A crítica dessa corrente ao Desenvolvimento Sustentável (DS) é veemente em considerá-la uma simples “tentativa sedutora de salvar o crescimento” (LATOUCHE, 2007). Esse movimento tem sua principal inspiração na obra do economista Georgescu-Roegen (1999), que desenvolveu um modelo baseado no conceito de entropia*. O movimento afirma que todo o processo produtivo é também a transformação de energia e matéria de baixa entropia para alta entropia, isto é, a transformação de energia e matéria disponíveis em não disponíveis. Dessa forma, haverá a necessidade de mudança no rumo de desenvolvimento humano, freando o crescimento e necessitando decrescer. O crescimento econômico acabará se convertendo decrescimento.

Herman Daly (1996) foi quem mais apostou nesse movimento e sugere um plano menos radical: a busca de um equilíbrio estacionário (*steady-state economy*).

Daly (1996), comenta que a humanidade caminha para rumo a um ponto em que o problema principal do desenvolvimento será a troca crescimento econômico pelo desenvolvimento da qualidade de vida.

Jackson (2013) apresenta sua ótica de como a sociedade poderia crescer margeando os limites ecológicos de um Planeta finito e que, para as economias dos países do Ocidente, a qualidade de vida sem crescimento não é apenas um fator de progresso, mas uma condição de equilíbrio financeiro e ecológico. Segundo esse autor, transformar essa ideia em realidade é o desafio mais urgente dos novos tempos.

O relatório da ONU de 2018 é uma versão ajustada em conformidade a esse pensamento. E os estudos que apresentam a separação e independência do crescimento econômico em relação à qualidade de vida nos países mais

* Estudo do desarranjo de um sistema - segunda lei da termodinâmica.

desenvolvidos dão força ao pensamento de que é possível viver bem produzindo e consumindo menos VEIGA (2018).

Segundo as últimas estatísticas da Organização Mundial de Saúde (OMS), publicadas em 2018, os três países com maior expectativa de vida para as mulheres em 2015 eram Japão (86,8 anos), Cingapura (86,1 anos) e Espanha (85,5 anos). No caso dos homens, eram Suíça (81,3 anos), Islândia (81,2) e Austrália (80,9).

Um fator que vem sendo considerado como revolucionário na reversão dos problemas ambientais é a possibilidade da catástrofe, que se pauta no fato de que as ideias de que os problemas identificados através da crise ambiental serão solucionados por meio da inovação tecnológica pode estar incorreta, apesar de diversas iniciativas estarem em desenvolvimento atualmente para a substituição das fontes energéticas fósseis. Entretanto, a geração de gases do efeito estufa ainda é considerável, e as medidas para reduzi-los são lentas.

Relatos de Nascimento (2011) alertam para o fato de que o planeta vive uma luta contra o cronômetro. E a certeza de que os homens sempre conseguem resolver os problemas ambientais através das novas tecnologias não assegura um futuro de sonhos ao ambiente. É possível que as mudanças climáticas cresçam em movimento acelerado, à medida que o aquecimento global produza mais dióxido de carbono, provocando inversão brusca no clima que pode ter efeitos desastrosos para a vida humana, e será possível perceber seus efeitos com resultados manifestados nas próximas duas ou três décadas. Dessa forma, é fundamental que sejam adotados os ideais da sustentabilidade às atividades humanas, para que a definição proposta por Brundtland (1987) tenha significado e agregue valor ao planeta. Assim, segundo os cientistas, é necessário ouvir a ciência e adotar métodos que minimizem os impactos ambientais.

1.3 O Solo

1.3.1 Definição, propriedades e composição

A classificação e o mapeamento dos principais tipos de solos brasileiros têm início com os trabalhos realizados pela Comissão Nacional de Solos, a partir de 1958. Somente a partir de então, o mapa de solos da América do Sul, em escala de 1:5000000, pôde ser confeccionado em 1971 pela FAO/UNESCO. Entretanto, esse

mapa apresenta ainda muitas imperfeições, porque é o resultado da combinação de levantamentos, mapas de reconhecimento e informações pontuais imprecisas que foram extrapoladas para regiões maiores.

O trabalho inicial da FAO transformou-se no primeiro inventário dos solos brasileiros, após estudos realizados pelo projeto Radar da Amazônia (RADAM), pelo Serviço Nacional de Levantamento e conservação dos solos e por diferentes entidades de pesquisas (CAMARGO e BENNEMA (1966) e COSTA DE LEMOS *al.*, 1960 e 1967).

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) define solo como:

Um meio complexo, heterogêneo, produto das alterações do remanejamento e da organização do material original (rocha, sedimento ou outro solo), sob ação da vida, da atmosfera e das trocas de energia que nele se manifestaram, e é constituído por quantidades variáveis de minerais, matéria orgânica, água da zona saturada e não saturada, ar e organismos vivos, incluindo plantas, bactérias, fungos, protozoários, invertebrados e outros animais.

Artigos de Mateo (1991), citam que dentre as principais funções do solo estão à sustentação da vida e do *habitat* para as pessoas, animais, plantas e outros organismos, manutenção do ciclo da água, proteção da água subterrânea, produção de alimentos e dos nutrientes para as plantas.

As propriedades físicas do solo, como textura, estrutura, densidade, porosidade, permeabilidade, fluxo de água, ar e calor são responsáveis pelos mecanismos de atuação física em poluentes, por meio de filtração e lixiviação, além de contribuem com a diminuição da qualidade química e biológica dos solos (CETESB, 2013).

A disposição do CONAMA (2018) dispõe que as propriedades químicas do solo, como pH, teor de nutrientes, capacidade de troca iônica, condutividade elétrica e matéria orgânica, concomitantemente às atividades biológicas, são responsáveis pela adsorção, fixação química, oxidação e neutralização dos poluentes.

Azevedo & Dalmolin (2006) comentam que a maioria das funções que o solo desempenha no ambiente são ditadas pelas suas propriedades químicas, e que a mais importante dentre elas é a sua capacidade de troca de cátions (CTC). A CTC atua como reserva de nutrientes, estabilizando o solo para que não haja lixiviação durante e após as chuvas. Os autores ressaltam algumas relações, tais como: quanto mais argiloso for o solo, maior o conteúdo de matéria orgânica e, quanto menos ácido

for o pH, maior será a CTC.

No solo, há uma grande presença de íons*, derivados tanto dos próprios constituintes do solo quanto dos minerais e matéria orgânica. A fração silte, em menor concentração no solo, poderá apresentar essas duas cargas (RESENDE *et al.*, 2002). Segundo o autor, alguns tipos de solo manifestam o número de cargas negativas (ânions) maior que o número de cargas positivas (cátions), sendo classificados como solos eletronegativos. Esses ânions posicionam-se na superfície dos minerais de argila e da matéria orgânica e exercem atração e adsorção de cátions, como: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , H^+ , dentre outros. Assim, é estabelecida a interação entre a fase sólida do solo e os cátions provenientes da solução do solo, que ficam aderidos à sua superfície sólida.

Hallgren & Pitman (2001) citam ainda as alterações nos fatores de evapotranspiração e distribuição das raízes que podem afetar tanto a produtividade primária quanto a umidade do solo, acarretando em transformações no balanço competitivo entre gramíneas e árvores.

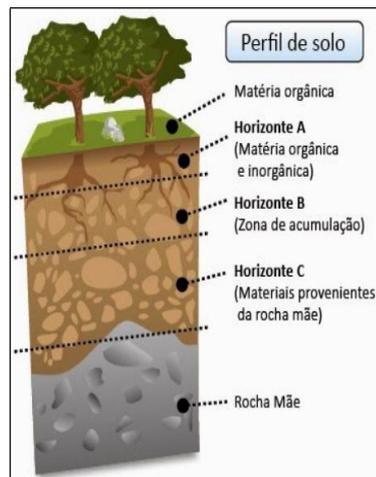
1.3.2 Os horizontes do solo

Os solos são formados por camadas distintas chamadas de horizontes. Essas camadas se organizam conforme a profundidade em relação à superfície (Figura 3). Os horizontes se construíram por meio de interações entre processos que ocorreram durante o intemperismo*, resultando em diferentes colorações, que dependem do grau de hidratação do ferro, dos teores do elemento cálcio, de óxido de silício e de matéria orgânica. O perfil é caracterizado pelo conjunto dos horizontes e/ou camadas que abrangem, verticalmente, desde a superfície até o material originário (MANAHAN, 2013).

* Espécies com cargas elétricas positivas e negativas.

* Conjunto de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e a decomposição das rochas.

Figura 3 - Perfil do solo e seus horizontes



Fonte: adaptação de Mateo (1991)

Manahan (2013) cita ainda que no solo encontram-se três fases: sólida, líquida e gasosa. A fase sólida é formada pelo material parental (rocha) local ou transportado e material orgânico, oriundo da decomposição vegetal e animal. A fase líquida é composta por água ou por compostos orgânicos e inorgânicos em solução, e a fase gasosa apresenta composição variável que depende dos gases produzidos e consumidos pelas raízes das plantas e pelos animais. No solo habitam comunidades de bactérias, de fungos e de invertebrados, fundamentais para a produção agrícola, como as bactérias rizobium - fixadoras de nitrogênio (CETESB, 2013).

Segundo o autor, um solo produtivo contém em torno de 5% (m/m) de matéria orgânica, incluindo húmus e outros compostos em menor quantidade, e 95% (m/m) de matéria inorgânica, formada basicamente por silicatos, além dos carbonatos de cálcio e magnésio, magnetita, dolomita e outros óxidos. A matéria orgânica do solo atua como fonte de nutrientes e isso determina, em grande parte, a sua produtividade.

1.3.3 Textura do Solo

Segundo Reinert e Reichert (2006), a textura do solo é consequência da proporção relativa das classes de tamanho das partículas que o compõem. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo define quatro classes de tamanho de partículas menores que 2 mm, empregadas para a definição da textura dos solos:

Areia grossa – 2 a 0,2 mm ou 2000 a 200 μm

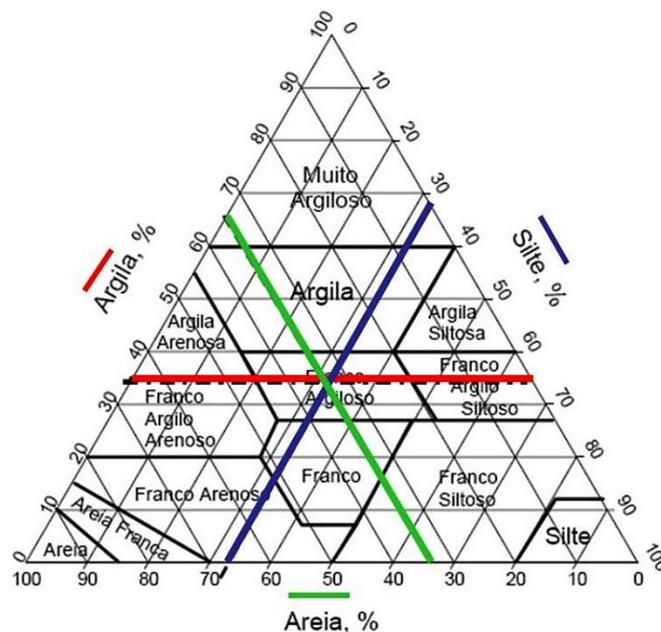
Areia fina – 0,2 a 0,05 mm ou 200 a 50 μm

Silte – 0,05 a 0,002 mm ou 50 a 2 μm

Argila – menor do que 2 µm

Os autores comentam ainda que o total de partículas de um solo é proporcional à somatória da proporção de areia, silte e argila. Assim, um solo pode ter de 0 a 100% de areia, de silte e de argila. O número de combinações entre essas proporções é matematicamente, muito grande, por isso foi desenvolvido um sistema de classificação gráfico e funcional para definição das classes de textura dos solos. O sistema consta da sobreposição de três triângulos isósceles que representam a quantidade de argila, silte e areia do solo (Figura 4)

Figura 4 - Triângulo utilizado para o estudo da textura do solo



Fonte: EMBRAPA – Manual de Solos 2016

Reinert e Reichert (2006) comentam que a avaliação da textura é realizada no campo e em laboratório. No campo, o avaliador baseia-se na sensação do tato, ao manusear a amostra. A areia demonstra sensação de aspereza, o silte, maciez e a argila, maciez, plasticidade e liga (pegajosa) quando molhada. No laboratório, a amostra de solo é dispersa numa suspensão levemente alcalina e através de peneiramento e sedimentação, pode-se determinar com mais precisão a proporção de areia e argila. O silte é calculado pela diferença. A seguir observa-se uma descrição mais minuciosa sobre a textura dos solos:

1.3.4 Solo de textura arenosa

Kah *et al.* (2007) infere que o solo arenoso é constituído por mais de 70% de

areia em sua formação. É um solo que apresenta boa aeração e reduzida umidade, o que torna difícil a vida de plantas e microrganismos. Isto ocorre porque os grãos de areia são maiores e permitem espaços intersticiais entre si, tornando mais fácil a fluidez da água do que a sua retenção.

1.3.5 Solo de textura argilosa

Santos (2009) cita que devido ao menor tamanho das partículas que compõem a argila, os solos argilosos são muito menos aerados, por isso retêm maior quantidade de água. Isso se deve ao fato de possuírem um teor de argila entre 35 e 60%, são menos permeáveis à água que fica retida ou apresentam percolação mais lenta. Segundo o autor, a maior parte dos solos que apresentam textura argilosa, manifestam alta capacidade de adsorção de agrotóxicos, pois apresentam grande superfície de contato. Dessa maneira, os solos argilosos geram menos lixiviação do que os solos arenosos, devido principalmente às características de liga, além de maior capacidade de retenção de água.

1.3.6 Solo de textura média

Os solos de textura média são os que apresentam maior equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila e, por isso, geralmente são solos com muito boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e mediano índice de erosão (SANTOS, 2009).

1.3.7 Solo de textura siltosa

Os solos siltosos normalmente são bastante erodíveis. A composição apresenta maior proporção de silte, em relação aos menos de 15% de argila e menos de 35% de areia. O silte não se agrega como a argila, apesar do fato de suas partículas serem muito pequenas e leves (SANTOS, 2009).

1.3.8 Solo de textura húmifera

Kah *et al.*, (2007) classificam o solo húmifero como aquele que apresenta teor de húmus maior que os demais. Segundo o autor trata-se de um solo normalmente bastante fértil, onde os vegetais encontram os pré-requisitos ideais para se

desenvolverem. O húmus* contribui para a retenção de água e sais minerais, além de aumentar a porosidade e, conseqüentemente, a aeração do solo.

1.3.9 Solo de textura calcárea

Desse tipo de solo é retirado um pó branco amarelado, que serve para fertilizar outros solos empregados na agricultura e pecuária. Devido ao seu alto teor de cálcio, esse solo atua como fornecedor de matéria-prima utilizada na fabricação de cal e de cimento, segundo, (SANTOS, 2009).

Pesquisas realizadas por Macedo (2016) concluíram que todos os tipos de solo são promissores para a plantação do tomate, sendo o tipo de plantio e a época do ano, determinantes para a melhor qualidade dos frutos.

1.4 O Tomate

Estudos de Homma (2014), citam que o tomate é uma das culturas mais comuns do mundo e uma das principais fontes de vitaminas, sendo uma cultura comercial importante para pequenos agricultores e agricultores comerciais de escala média.

1.4.1 Descrição botânica

Segundo o *Agrodok 17* (2006), o tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) apresenta raizame* com sistema radicular vigoroso composto por raiz axial que cresce até cerca de 50 cm de profundidade. A raiz principal gera um denso grupo de raízes laterais e adventícias. O porte do caule sólido, áspero, peludo e glandular pode variar de ereto a prostrado. A planta desenvolve-se até atingir entre de 2-4 m de altura. As folhas são bissexuais, regulares e têm um diâmetro de 1,5-2 cm. Desenvolvem-se opostos ou entre as folhas. São dispostas de forma helicoidal, com 15-50 cm de comprimento e 10-30 cm de largo, podendo ser de forma oval até oblonga, recobertas com pêlos glandulares. Em meio às folhas maiores distribuem-se pequenas folhas

* O humo - é a matéria orgânica depositada no solo, resultante da decomposição de animais e plantas mortas, folhas e de seus subprodutos ou produzida por minhocas.

* Conjunto das raízes de uma planta.

pinadas. O tomate apresenta inflorescência sob forma (penca), contendo entre 6-12 flores por cacho. O pecíolo** tem um comprimento de 3-6 cm. O tubo de cálice é curto e peludo, e as sépalas são persistentes. De um modo geral, existem 6 pétalas amarelas com comprimentos que podem atingir até 1 cm, recurvas quando maduras. Existem seis estames, e as anteras são de coloração amarelo-clara e se dispõem ao redor do estilete que é munido de ponta alongada e estéril. O ovário disposto em posição superior possui entre 2 a 10 compartimentos. Em geral, ocorre autopolinização, porém, em alguns casos há polinização cruzada. Os polinizadores primordiais são as abelhas (AGRODOK 17, 2006).

Os frutos apresentam baga carnosa, com formato que pode ser de globular a achatado, medindo entre 2-15 cm de diâmetro. Quando não maduro o fruto é verde e peludo, com variações do amarelo e alaranjado a vermelho. Normalmente, o fruto é redondo, com superfície lisa ou canelada. As sementes são abundantes, com forma de rim ou de pêra. São peludas, de cor castanho-clara, apresentando comprimento entre 3-5 mm de e 2-4 mm de largura. O embrião está envolto no endosperma. O peso de 1000 sementes é, aproximadamente, de 2,5 – 3,5 g. (AGRODOK 17, 2006).

1.4.2 A cultura do tomate

O tomate transformou-se em um dos legumes mais plantados e consumidos do mundo. O fruto é originário da zona andina da América do Sul, porém foi aprimorado no México e levado para a Europa, em 1544. Posteriormente, expandindo-se à Ásia meridional e oriental, África e Oriente Médio. Atualmente, o tomate silvestre foi distribuído para outras partes da América do Sul e do México. Muitos nomes locais foram atribuídos a esse fruto, tais como: tomate (português, espanhol, francês), *tomat* (indonésio), *faan ke'e* (chinês), *tomati* (africano ocidental), *tomatl* (*nauatle*), *jitomate* (espanhol mexicano), *pomodoro* (italiano), *nyanya* (*swahili*) (PAYER, 2011).

O consumo do tomate é relacionado à uma dieta saudável e equilibrada, pois o fruto é rico em minerais, vitaminas, aminoácidos essenciais, açúcares e fibras dietéticas. O tomate é fonte importante das vitaminas B e C, ferro e fósforo, podendo

** Haste estreita que liga o limbo de uma folha ao caule, perto do qual se alarga muitas vezes em uma bainha.

ser consumido fresco (in natura), em saladas, ou cozido, em molhos, sopas e carnes ou pratos de peixe. Além dos produtos processados, tais como: purês, extratos e molho de tomate (*ketchup*). Os frutos secos e enlatados são produtos de grande importância econômica (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

O tomate é um fruto anual que pode atingir uma altura de mais de dois metros. Na América do Sul, consegue-se colher frutos do tomateiro durante vários anos seguidos. A primeira colheita pode ser realizada cerca de 50 dias após a florescência, o que equivale a cerca de 90-120 dias após a sementeira (BECKER *et al.*, 2016).

O tomate amarelo apresenta teor mais alto de vitamina A do que o tomate vermelho, mas o vermelho é rico em licopeno, antioxidante que previne doenças como o câncer.

Existem muitas variedades de tomateiros com formatos semideterminados. As variedades altas (indeterminadas) são mais indicadas aos plantios que objetivam período de colheita prolongado, pois, continuam desenvolvendo-se mesmo depois da florescência. Esta característica denomina-se “indeterminada”. A exposição às condições tropicais pode fazer com que esse desenvolvimento seja interrompido pelo acometimento de doenças e ataques de insetos (MOREIRA *et al.*, 2013).

Devido ao fato de as plantas possuírem bastante folhagem, os frutos desenvolvem-se à sombra das folhas e com isso, a temperatura é reduzida na cultura. Dessa maneira, os frutos não são expostos a incidência excessiva da luz do sol, o que permite amadurecimento mais lento, que somado à elevada razão folhas/frutos contribui para o sabor dos frutos, aumentando-lhes a doçura. Os tipos altos necessitam ser empados*. Os tipos baixos suportam-se, normalmente por si próprios e não precisam desse recurso. Porém, quando expostos às condições climáticas adversas, como rajadas de chuva e vento, é possível que haja necessidade de sustentar as plantas através das estacas (MOREIRA *et al.*, 2013)

Os tomates plantados sob o tipo determinado interrompem o seu desenvolvimento após a florescência, reduzindo as suas necessidades de mão-de-obra. O seu uso é frequente em cultivos comerciais. Apresentam frutificação

* Sustentados por meio de varas ou estacas.

distribuída no período de apenas duas ou três semanas e os seus frutos, em geral, tornam-se maduros com maior rapidez, se comparados ao amadurecimento dos frutos dos tipos indeterminados (MACEDO, 2016).

Um artigo produzido no Décimo Encontro de Engenharia e Produção Agroindustrial (EEPA, 2016), evidenciou que para que a plantação do tomate tenha sucesso é preciso levar em consideração os fatores ambientais, genéticos e os de manejo que influenciam a cultura e se aliam à produção. O artigo tem como objetivo identificar os fatores de produção que influenciam na qualidade e na produtividade do tomate.

Pesquisas de Matos (2017) destacam que a cultura do tomate é simples e traz vantagens ao plantador, tais como: cultura com um ciclo relativamente curto; fornece opção de plantios desde o período de produção curto até o prolongado; permite o cultivo ao ar livre, com cultura não coberta, ou como uma cultura protegida; adequa-se bem em diferentes sistemas de cultivo; tem elevado valor de mercado; apresenta alto teor de micronutrientes; os frutos possibilitam várias formas de comercialização, como: processados, secos e enlatados. O autor salienta ainda que, o tomate mostra bom desenvolvimento na maioria dos solos minerais, com capacidade apropriada de retenção de água, arejamento, e isentos de salinidade, e que a planta tem preferência por solos franco-arenosos profundos, com boa drenagem e camada superficial permeável.

Estudos de Geisenberg & Stewart (2014) indicam que a faixa de temperatura mínima para germinação da semente do tomate é de 8 a 11 °C, e a faixa de temperatura ótima para germinação entre 16 e 29 °C (Tabela 1). Os mesmos autores citam ainda que a temperatura média no período de cultivo deve estar em torno dos 21 °C. Entretanto a planta consegue suportar bem às temperaturas da ordem de 10 a 34 °C. Se for exposta a temperaturas menores que 12 °C, o tomateiro manifesta redução de crescimento e é bastante sensível a geadas. Os autores destacam a relação entre a temperatura e a coloração dos frutos, relatando que, em temperaturas médias superiores a 28 °C, os frutos apresentam coloração amarelada devido à redução da síntese de licopeno (pigmento responsável pela cor avermelhada característica dos tomates) e aumento da concentração de caroteno (responsável pela coloração amarelada da polpa).

Tabela 1 - Temperaturas para os diferentes estádios de desenvolvimento do tomateiro

Estágio de Desenvolvimento	Temperatura (° C)		
	Mínima	Ótima	Máxima
Germinação	11	16 a 29	34
Crescimento vegetativo	18	21 a 24	32
Coleta de frutos (noite)	10	14 a 17	20
Coleta de frutos (dia)	18	19 a 24	30
Desenvolvimento da cor vermelha	10	20 a 24	30
Desenvolvimento da cor amarela	10	21 a 32	40

Fonte: GEISENBERG & STEWART (1986)

Esses e outros fatores, segundo Geisenberg & Stewart (1986), fazem com que o tomate seja um dos cultivos mais implementados no Brasil e no Mundo. Neste cenário, os agrotóxicos surgem como ferramenta aliada à proteção da cultura tomateira frente às adversidades e possibilitam a produção em grande escala para atender às demandas universais pelo fruto.

BECKER *et al.*, (2016) citam que o tomate pode ser cultivado sob tutoramento em sistema estaqueado ou indeterminado. O tutoramento estaqueado pode ser realizado de duas maneiras: a primeira é feita por meio de cerca cruzada: é um sistema relativamente simples, tradicional, que consiste na colocação de estacas de bambu com 1,80 a 2,20m de comprimento, apoiadas em uma madeira inclinada sobre um fio de arame bem esticado (Figura 5). A segunda forma é feita por estacas individuais em posição vertical: as estacas de bambu são cortadas com 2,30m e deverão ser fincadas no solo cerca de 0,50m (Figura 6).

Figura 5 - Tomate estaqueado (Estaca cruzada)



Fonte: Ailton Reis

Figura 6 - Estacas individuais em posição vertical



Fonte: Flávia Clemente

BECKER *at al.*, (2016) citam ainda o uso de fitilho e arame para cultivares de crescimento indeterminado: um dos métodos mais utilizados, este sistema de tutoramento é realizado com utilização de um arame estendido na horizontal sobre as fileiras de tomate, com altura de 1,80 a 2,00m. As plantas são presas ao fitilho que as mantêm amarradas ao arame, conforme o tomateiro cresce, regula-se o fitilho para que a planta seja mantida esticada, evitando assim, aplicações excessivas de agrotóxicos (Figura 7).

Figura 7 - Tomate tutorado com fitilho



Fonte: Flavia Clemente

1.4.3 Os Tipos de plantios do tomate estudados

1.4.3.1 Sistema convencional

Nascimento *et al.*, (2013) observam que devido à necessidade de produção em larga escala e à grande sensibilidade do tomate ao acometimento de pragas, doenças e ervas daninhas, a produção convencional desse fruto acaba sendo baseada na utilização em potencial de produtos químicos sintéticos (agrotóxicos, herbicidas, fertilizantes) para evitar perdas no cultivo do tomate. O autor cita que isso acarreta sério problema de saúde pública e de contaminação ambiental, sobretudo, dos recursos hídricos.

Payer (2011) realizou estudos sobre a traça do tomateiro - *Tuta absoluta* (*Meyrick*) (Lep.: *Gelechiidae*) e cita que a praga ataca vários gêneros de solanáceas, preferencialmente o tomateiro, sendo uma das principais pragas que acometem a cultura logo nos primeiros dias do plantio. O autor cita que o pico de infestação da praga coincide com os meses mais secos do ano e que, apesar de o tomateiro produzir o ano todo, o período mais chuvoso reduz as concentrações populacionais da praga.

Moreira *et al.*, (2013) ressalta que a traça do tomateiro tem seu ápice de infestação durante os meses de janeiro e fevereiro. Os autores acrescentam que o ciclo de vida da traça do tomateiro é de 38 dias e que a fase de ovo tem entre três e seis dias. Os autores comentam que os ovos são depositados nas hastes, flores, frutos e nas folhas da parte superior da planta.

Relatos de Silva (2019), citam que uma única fêmea pode pôr entre 50 e 140 ovos durante o período de três a seis dias, havendo preferência pelo terço superior (mais aerado) da planta cada fêmea pode pôr entre 50 e 130 ovos durante o período de três a seis dias. Os autores complementam, informando que durante os 14 dias posteriores a eclosão dos ovos, as lagartas destroem as folhas, perfuram haste, brotos, flores e frutos.

Santiago (2014), comparando a agricultura convencional com a orgânica comenta que o controle biológico da traça do tomateiro na agricultura orgânica é feito com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: *Trichogrammatidae*). Entretanto, na agricultura convencional, devido às necessidades de imediatismo e alta produtividade, a defesa puramente biológica não apresenta bom rendimento, sendo necessário recorrer à aplicação de agrotóxicos. Poucos agricultores consideraram o controle

biológico natural pela conservação de inimigos naturais na agricultura convencional (EHLERS, 2017).

Payer (2011) comenta que o controle biológico é mais eficaz quando adotado na fase ovo, pois, dessa forma a probabilidade de perdas ao plantio é atenuada.

Morón & Alayón (2017), comparando os dois tipos de plantio, acrescentou que, no sistema convencional, o manejo e preparo do solo consistem na calagem, aração, sulcagem*, aplicação de composto orgânico comercial e adubação mineral, enquanto no orgânico é feita uma subsolagem a cada dois ciclos, incorporação superficial de restos culturais e plantas daninhas com enxada rotativa, uso de cobertura morta (capim do próprio local), irrigação por aproximadamente duas horas e plantio da muda no dia seguinte e que, segundo esse autor, esse é um dos motivos pelos quais é quase inevitável a aplicação de agrotóxicos para exercer controle, no cultivo convencional.

1.4.3.2 Sistema orgânico de produção de tomate

Relatos de Alvarenga (2013) citam que a agricultura orgânica é o sistema de plantio do tomate que não emprega agrotóxicos e vem se expandido por todo o mundo. O Brasil ocupa a segunda posição da América Latina na produção orgânica. Entretanto, a produção orgânica não tem capacidade instalada para atender às necessidades da população. Pois, doenças e pragas limitam a expansão do cultivo em sistemas orgânicos.

Segundo, Alves *et al.*, (2012), a agricultura orgânica consiste em um conjunto de processos de produção agrícola que parte da premissa de que a fertilidade é função direta da matéria orgânica presente no solo.

A ação de microrganismos nas substâncias presentes ou adicionadas ao solo fornece o suprimento de elementos minerais e químicos fundamentais ao desenvolvimento dos vegetais cultivados. Como complemento, a presença de uma população microbiana atenua as interferências provenientes da intervenção humana no ambiente. Assim, segundo Nascimento (2013), a agricultura orgânica é uma forma de cultivo que estabelece boas práticas para a formação de sistemas agrícolas

* Abertura de sulcos para semeadura, plantio ou transplante de diversas culturas.

ambientalmente equilibrados e amigáveis, economicamente produtivos e de elevada eficiência. No sistema orgânico, a alimentação adequada e o ambiente saudável resultam em plantas mais vigorosas e mais resistentes a pragas e doenças, dispensando a utilização de outros recursos, como utilização de agrotóxicos e fertilizantes químicos (SANTIAGO, 2014).

Segundo Wives *et al.*, (2015), a agricultura orgânica visa trabalhar de forma que as interações ecológicas e a sinergia entre si atuem na produção da fertilidade, junto aos componentes naturais do solo, realizando a proteção das culturas. Segundo esse autor, as condições de umidade e aeração, unidas ao equilíbrio do meio ambiente são os fatores que determinarão a sobrevivência e manutenção desses microrganismos e sua utilização como agentes de proteção e preservação do solo. Por esse motivo, um dos principais aspectos considerados nos cultivos orgânicos é a introdução e manutenção de microrganismos no solo, a fim de manter as condições propícias para a transformação biológica. A aplicação de compostos produzidos como base em recursos não-renováveis ou sintéticos não é compatível com a agricultura essencialmente orgânica, uma vez que insere intervenção nas propriedades naturais do solo, das plantas e dos animais.

A Instrução Normativa 007/2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em seu item 1.1, considera “sistema orgânico de produção agropecuária e industrial todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso dos recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não-renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados (OGM) / transgênicos ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, e entre os mesmos privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação, visando:

- a oferta de produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a saúde do consumidor, do agricultor e do meio ambiente;
- a preservação e a ampliação da biodiversidade dos ecossistemas, natural ou transformado, em que se insere o sistema produtivo;

- A conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água e do ar;
- O fomento da integração efetiva entre agricultor e consumidor final de produtos orgânicos e o incentivo à regionalização da produção desses produtos orgânicos para os mercados locais”.

Todo produto obtido em sistema orgânico de produção agropecuária ou industrial, seja in natura ou processado, é considerado orgânico. O conceito abrange os processos atualmente conhecidos como “ecológico, biodinâmico, natural, sustentável, regenerativo, biológico, agroecológico e permacultura”.

De acordo com essa Normativa, produtor orgânico, será considerado tanto o produtor de matérias-primas como seus processadores.

Bastian (2018) sugere que para ser considerado orgânico, o plantio deve ter início delimitado à utilização de solos nunca explorados e em novas instalações. Entretanto, a sugestão vai de encontro com os próprios princípios postulados pela produção orgânica, uma vez que o plantio em terras novas promoveria desmatamentos e, acarretaria desequilíbrios ambientais. Dessa forma, a conversão das agriculturas convencionais para o manejo orgânico é o processo recomendado, ainda que necessite de mais tempo para se consolidar e seja mais oneroso.

Segundo Vieira *et al.*, (2014), ainda não surgiu um sistema de plantio para o tomate que contemple a produção ambientalmente amigável e que atenda às necessidades de mercado pelo fruto. Nesse contexto, pesquisas de Macedo (2005), propõem o Sistema Sustentável de plantio para o tomate, que mescla as melhores características dos plantios, convencional e orgânico, em busca de um método que atenda às demandas mundiais pelo tomate que seja ambientalmente amigável.

1.4.3.3 Inovação: Sistema sustentável - SPD (TOMATEC)

Macedo *et al.*, (2005 e 2016), propõem o conceito de sustentabilidade ambiental ao sistema de produção com base nas Boas Práticas Agrícolas (BPA), agregando a conservação do solo e da água ao conceito do sistema de plantio direto de grãos (SPD). Segundo o autor, fatores como: o uso eficiente de insumos, adubos químicos via irrigação por gotejamento (fertirrigação) e no Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura do tomate, incluindo a proteção física dos frutos por ensacamento

com papel glassyne ou granapel, propiciam a obtenção de frutos isentos saudáveis e isentos de resíduos de agrotóxicos. Esse sistema será denominado de sustentável (Tomatec) neste trabalho. Segundo o autor, esses fatores aliados, promovem redução significativa no número de aplicações de agrotóxicos na plantação e possibilitam obter um fruto sem resíduos de agrotóxico e, assim, agregar valor ao produto. Este sistema já teve seus frutos validados quanto ao Limite de Quantificação (<LQ) pelo laboratório do INCQS/FIOCRUZ e satisfazem aos índices preconizados pelas monografias da ANVISA. Entretanto, os solos onde são realizados os plantios neste sistema ainda necessitam de validação.

Laforet *et al.*, (2020) citam que dentre os pré-requisitos para desenvolvimento da agricultura sustentável está a produção de alimentos que entreguem qualidade e preços acessíveis aos consumidores, e que propicie renda suficiente aos plantadores, a fim de tornar sua atividade competitiva frente à agricultura convencional.

1.5 Os Agrotóxicos

1.5.1 Definição e breve histórico

Segundo a *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC, 2018), agrotóxico é considerado qualquer composto ou mistura de compostos destinada a prevenção ou controle de pragas, vetores de doenças humanas e animais, espécies não desejáveis em plantas e vegetais que possam interferir na produção, processamento ou na comercialização de alimentos, *commodities*, madeira e derivados. O termo agrotóxico ainda inclui os reguladores de crescimento de plantas, agentes desfolhantes, dessecantes e preventivos de queda dos frutos e produtos utilizados antes e após a colheita para proteção no momento do armazenamento e do transporte. A Lei no. 7802 de 1989 define os agrotóxicos como:

produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos.

1.5.1.1 Posição da nova legislação de agrotóxicos

A legislação brasileira regulamenta procedimentos para fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências:

Comissão Especial destinada a proferir parecer ao Projeto de Lei nº 6299, de 2002, do Senado Federal, que "altera os arts 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências e apensados". Recebimento pela PL629902, apensado ao PL-1687/2015.

A prevenção de pragas em plantações é utilizada há muitos anos. O enxofre foi o primeiro composto empregado com a finalidade de proteção frente à infestação de pragas. A partir do século XV, o controle de pragas passou a ser realizado com substâncias à base de arsênio e mercúrio e, no século XVII, começou-se a extrair o sulfato de nicotina das folhas do fumo com o objetivo de ser aplicado como defensivo agrícola, (STOYTCHIVA, 2011).

Em 1939, o Químico Paul Hermann Muller sintetizou o dicloro-difenil-cloroetano (DDT), que, além do emprego como inseticida na agricultura, servia como controlador de vetores de doenças, como tifo, malária, entre outras, (D'Amato *et al*, 2002). O DDT acabou tornando-se o inseticida mais propagado durante a Segunda Guerra Mundial. Entretanto, no início dos anos 60 a comunidade científica identificou que inseticidas pertencentes à classe do DDT, como endrin e aldrin não se degradavam no meio ambiente, bioacumulando-se nos organismos vivos. Dessa forma, os compostos foram banidos dez anos depois. A proibição ocorreu primeiramente nos Estados Unidos e, posteriormente, estendeu-se para a Europa.

Flores *at al.*, (2013) comentam que a retirada do DDT do mercado brasileiro ocorreu tardiamente, e o ingrediente foi retirado do mercado em dois momentos: no primeiro momento (1985) foi retirada a autorização para fabricação e, no segundo momento (1998), foi proibida a veiculação em campanhas de saúde pública, segundo a Anvisa. Somente em 2009 a lei que proíbe a produção, importação, armazenamento e comercialização foi sancionada.

Ainda assim, após a introdução do DDT no mercado, surgiram muitos outros

compostos com a mesma finalidade e diferentes formas de aplicação. Um cronograma sucinto do antes e depois do DDT pode ser observado no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Cronologia do desenvolvimento dos agrotóxicos

Período	Exemplo	Fonte	Características
1800-1900	Nitrofenóis, clorofenóis, creosoto, naftaleno, óleos derivados de petróleo	Química orgânica, subprodutos da produção de gás do carvão	Geralmente não eram específicos e apresentavam alta toxicidade para o agricultor ou outros organismos
1945-1955	Organoclorados, DDT e hexaclorocicloexano (HCCH)	Síntese orgânica	Persistentes, boa seletividade, bons resultados na agricultura e no combate de vetores de doenças (insetos), porém com grandes efeitos nocivos ao ambiente, podendo gerar resistência às pragas.
1955-1970	Inibidores de colinesterase, organofosforados e carbamatos	Síntese orgânica, uso da relação entre estrutura e atividade	Menor persistência no ambiente, menor toxicidade ao agricultor e redução dos problemas ambientais

1970-1985	Piretróides, abamectinas e agrotóxicos biológicos	Refinamento da relação entre a estrutura e a atividade, novos sistemas que direcionam para o alvo desejado	Não são tão seletivos e podem gerar resistência às pragas, alto custo e persistência variável
1985- Presente	Engenharia genética	Alteração genética em plantas para criar resistência a determinados agrotóxicos.	Pode ocasionar problemas como mutação dos genes e ruptura do sistema microbiológico.

Fonte: RATHORE & NOLLET, 2012.

Estudos de Carvalho (2017) citam que a produção agrária no Brasil evolui sob uso massivo de agrotóxicos. O país aumentou seu consumo em cerca de 240% entre os anos de 2000 a 2016 (BRASIL, 2019), tornando-se o principal importador mundial.

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG), a cultura de soja está em primeiro lugar como destino do agrotóxico importado, com o consumo de 52,2% do total de importação, seguida pela cana (11,7%) e o milho (10,6%) (SINDIVEG, 2018). Esses dados reforçam a característica monocultora de exportação do Brasil, em que cerca de 75% do total de agrotóxicos importados são destinados à apenas três culturas agrícolas.

A situação de mercado brasileira conta com um grande incremento de importação de grandes quantidades de produtos técnicos e produtos formulados, como se observa na Tabela 2.

Tabela 2 Produção, Importação, exportação e vendas de ingredientes ativos (IA) – 2014

Unidade de medida : Toneladas de IA

Atividade	Produtos Técnicos (PT)	Produtos Formulados (PF)
Produção Nacional	81.681,33	409.260,90
Importação	227.777,21	139.323,22
Exportação	10.308,67	5.822,66
Vendas internas	169.689,41	508.556,84

Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2016

1.5.2 Classificação e propriedades físico-químicas

De acordo com Garcia (2001), os agrotóxicos podem ser classificados em função da praga a qual são empregados e podem ser distribuídos sob quatro diferentes aspectos que são brevemente apresentados a seguir:

1.5.2.1 Quanto à finalidade

Os três mais importantes são os fungicidas, os herbicidas e os inseticidas.

Os fungicidas funcionam como inibidores ou eliminadores de fungos que atacam a lavoura. Os mais empregados na agricultura tradicional são os fungicidas sintéticos, porém são tóxicos e perigosos, apresentando risco elevado ao homem e ao meio ambiente (CARVALHO, 2017).

Os herbicidas são empregados no controle e na eliminação das ervas daninhas oportunistas; acometem as plantações, concorrendo por água, luz e nutrientes, provocando queda na eficiência da produção e funcionando como hospedeiros naturais para algumas pragas. São muito eficientes ao que se propõem, apresentando boa relação custo-benefício para a ação que se deseja realizar, porém são tóxicos para os seres humanos mesmo em baixas concentrações (BRAIBANTE, 2012).

Os inseticidas são utilizados com o objetivo de controlar ou eliminar insetos em geral, apresentando considerável eficácia também para larvas e ovos, sendo o tipo mais comum, empregado em residências e até nas indústrias (VILARINHO, 2011).

1.5.2.2 Quanto à origem

1.5.2.2.1 Agrotóxicos Orgânicos

Segundo Vilarinho (2011), as informações referentes aos sais inorgânicos que foram utilizados no passado forneceram a base para a introdução dos compostos orgânicos e, assim, surgiram os principais ingredientes ativos à base de formulação orgânica citados a seguir:

Sintético: à base de carbamatos (nitrogenados), clorados, fosforados, e clorofosforados - Compõem a maior classe de agrotóxicos utilizados na atividade fisiológica do inseto.

Vegetal: à base de nicotina, piretrina, sabadina e rotenona - Compõem a maior classe de agrotóxicos utilizados na atividade botânica (CARVALHO, 2017).

1.5.2.2 Agrotóxicos Inorgânicos

Formados basicamente por arsênio, tálio, bário, nitrogênio, fósforo, cádmio, ferro, selênio, chumbo, cobre, mercúrio e zinco.

Segundo Baird (2002): “A maioria dos agrotóxicos inorgânicos e organometálicos são extremamente tóxicos aos seres humanos e mamíferos, na dosagem que precisam ser aplicados para obter resultados na agricultura”.

1.5.2.3 Quanto à Estrutura Química

Os compostos podem ser classificados da seguinte forma:

1.5.2.3.1 Organoclorados

Por serem formados por moléculas apolares são compostos pouco solúveis em água, porém muito solúveis em compostos orgânicos e em gorduras (lipossolúveis). Normalmente possuem baixa pressão de vapor e alta estabilidade química. Dessa forma, apresentam lenta biodegradação no ambiente. Em sua grande maioria, são poluentes orgânicos persistentes que se caracterizam por longos ciclos de vida no ambiente e por serem carregados a longas distâncias (Braibante, 2012).

Segundo Neto (2012), os organoclorados podem ainda ser classificados estruturalmente em cinco tipos: Hexaclorocta-hidronaftalenos (aldrin, dieldrin e endrin); Canfenos clorados (endossulfan, clordano, heptaclor, toxafeno); Difenil etano clorados (DDT, DDD, dicofol emetoxiclor); Ciclodienos e Hexaclorociclohexano (HCH).

1.5.2.3.2 Organofosforados

São substâncias derivadas de reações com ácido fosfórico, tiofosfórico ou ditiofosfórico utilizadas no controle de praga com a função de acaricida, fungicida, inseticida e nematicida. Os organofosforados mais utilizados com esse objetivo são: glifosato, diclorvós (DDVP), temefós e clorpirifós, segundo DANIELE (2016).

Segundo Valente *at al.*, (2014), os organofosforados são compostos que apresentam efeito lacrimojante e, nos mamíferos, podem causar salivação, sudorese,

diarreia, tremores e distúrbios cardiorrespiratórios. A bronco-constricção* causada pelos compostos é o causador de muitos desses efeitos.

1.5.2.3.3 Carbamatos

São produtos de reação e/ou degradação do ácido carbâmico que passaram a ser aplicados com finalidade inseticida na agricultura nos anos 50. Resíduos industriais ou até mesmo derramamentos acidentais desses compostos podem contaminar águas superficiais e lençol freático, embora seu nível de agressividade ambiental seja limitado (DHANANJAYAN, 2016).

Os carbamatos geram toxicidade aguda, agindo no ser humano como inibidor da enzima acetilcolinesterase, enzima que quebra a acetilcolina, neurotransmissor encontrado no cérebro. No sistema nervoso, interferem nas transmissões dos impulsos. Os principais produtos à base desses ingredientes ativos são: aldicarb, carbaril, carbofuram, metomil e *propoxur*. Entretanto, pelo fato de degradarem-se rapidamente, não são bioacumulativos (DHANANJAYAN, 2016)..

1.5.2.3.4 Triazinas

As triazinas são herbicidas largamente utilizados. Apresentam grande toxicidade e persistentes no ambiente, principalmente nos corpos d'água e leitos de rios. Possuem grande potencial carcinogênico para o homem, segundo pesquisas de (PATUSSI e BÜNDCHEN, 2013).

A atrazina é a triazina mais empregada na agricultura mundial devido ao grande espectro de ação em grandes agriculturas e pelo fato de prevenir o surgimento de muitos tipos de ervas daninhas. Foi descoberta no começo da década de 50, pela empresa Ciba - Geigy Química, porém sua grande arrecadação mercadológica ocorreu dez anos mais tarde, segundo KUSSUMI (2007).

1.5.2.3.5 Piretroides

Santos, Areas e Reyes (2007) comentam que, por causa da baixa toxicidade os piretroides constituem a classe dos inseticidas mais utilizados nas plantações, sendo a melhor alternativa frente ao uso dos organoclorados, proibidos no Brasil na

* Aumento das secreções brônquicas e bradicardia.

década de 80, e ao uso dos carbamatos e organofosforados, que são mais tóxicos. Os piretroides apresentam menor impacto ambiental e um amplo espectro de ação contra diversos tipos de insetos. Ainda assim, sua aplicação deve ser monitorada com bastante cuidado, porque existem casos comprovados de efeitos tóxicos que podem acometer invertebrados como peixes, segundo PIMPÃO (2012).

1.5.2.3.6 Cloroacetamidas

São agrotóxicos que compõem a classe dos herbicidas organoclorados, são utilizados principalmente nas plantações de milho e soja. Os produtos de maior destaque dessa classe são o alaclor, metolaclor e o propalaclor, MARASCHIN (2003).

Segundo Karam *at al.*, (2003): “As cloroacetamidas funcionam como inibidores da evolução do meristema apical* e da raiz das ervas daninhas, que não conseguem evoluir e morrem antes de emergirem, devido à sua fragilidade frente aos herbicidas”.

1.5.2.4 Quanto às classes toxicológicas e toxicidade

Os agrotóxicos podem ser classificados com base nos resultados de ensaios realizados em laboratório, a fim de estabelecer o limite conhecido como DL-50 (Dose Letal-50)** BRAIBANTE E ZAPPE (2012).

A interpretação dos critérios estabelecidos pela Farmacopeia Brasileira para a aceitação da DL50 foi instituída pelo Instituto Nacional de Controle da Saúde (INCQS – FIOCRUZ), com a colaboração da ANVISA. Dessa maneira, os agrotóxicos podem ser classificados em quatro classes distintas, de acordo com as cores dos rótulos:

Classe I: Rótulo Vermelho – Compostos químicos extremamente tóxicos, de grande risco à saúde humana e ao meio ambiente. Como exemplos, têm-se o grupo dos clorados e os clorofosforados.

Classe II: Rótulo Amarelo – Compostos de toxicidade alta para os seres humanos. Por exemplo, os Carbamatos.

Classe III: Rótulo Azul – Compostos considerados de toxicidade mediana para a

* Tecidos formadores do corpo primário ou estrutura primária do vegetal.

** Que expressa a dose de um produto capaz de matar 50% dos indivíduos de uma mesma espécie.

saúde humana. Por exemplo, os organofosforados.

Classe IV: Rótulo Verde – Compostos pouco tóxicos para os seres humanos. Por exemplo, os piretroides.

O Quadro 2 apresenta a classificação toxicológica e a forma de aplicação dos agrotóxicos:

Quadro 2 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos

Agrotóxico	Forma de Aplicação	Classificação organismo alvo	Grupo Químico	Classificação toxicológica
Atrazina	Foliar	Herbicida	Triazina	III
Azoxistrobina	Foliar	Fungicida	Estrobilurina	III
α -Cipermetrina	Foliar	Inseticida	Piretróide	II
Ciromazina	Foliar	Inseticida	Triazina	IV
Clorantraniliprole	Foliar	Inseticida	Antranilamida	III
Clorpirifós	Foliar	Inseticida	Organofosforado	I
Diafentiurom	Foliar	Inseticida	Feniltiouréia	III
Difenoconazol	Foliar	Fungicida	Triazol	I
Fenarimol	Foliar	Fungicida	Pirimidina	III
Fipronil	Foliar	Inseticida	Fenilpirazol	I
Fluopicolida	Foliar	Fungicida	Benzamida	III
Imidacloprido	Foliar	Inseticida	Neonicotinóide	II
Lufenurom	Foliar	Acaricida/Inseticida	Benzoiluréia	IV
Metribuzim	-	Herbicida	Triazinona	III
Mandipropamida	Foliar	Fungicida	Mandelamida	II
Napropamida	-	Herbicida	Alcanamida	III

Piraclostrobina	Foliar	Fungicida	Estrobilurina	II
Tebuconazol	Foliar	Fungicida	Triazol	I
Profenofós	Foliar	Acaricida/Inseticida	Organofosforado	III
Tiametoxam	Foliar e Solo	Inseticida	Neonicotinóide	III

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996, apud Peres, 1999.

Segundo dados de Ribeiro *et al.*, (2007), foram detectadas baixas concentrações de resíduos de agrotóxicos em amostras de água subterrânea em países como Brasil, Grã-Bretanha, Alemanha, Estados Unidos, Grécia, Bulgária, Espanha e Portugal. Esses autores citam que, de uma forma geral, a contaminação por agrotóxicos dos corpos hídricos no Brasil ainda pode ser considerada como moderada e menor, se comparada aos países do hemisfério norte. No solo, o maior problema é a interferência da contaminação dos princípios ativos em processos biológicos relacionados à oferta de nutrientes. Há significativas alterações na degradação da matéria orgânica, como consequência exterminação de microrganismos e invertebrados que se desenvolvem no solo.

1.5.3 Os agrotóxicos e a saúde humana

De acordo com a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN) - Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006),

Constitui-se direito de todos o acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base as práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis.

Entretanto, essas boas práticas não são possíveis de serem aplicadas se a LOSAN for confrontada com os elevados números de produção demandados pela agricultura. A produção em larga escala conduz ao cultivo por caminhos mais curtos e mecanizados, uma vez que o mecanicismo preenche maior extensão de terras, com menor custo e boa eficiência na extinção dos insetos praga. Esses fatores são usados para justificar a utilização dos agrotóxicos. Porém, o custo menor imediato acarreta em custos sociais elevados a médio e longo prazo, se os agrotóxicos não forem

aplicados com base no uso consciente e seguindo os princípios da sustentabilidade.

O contato ocupacional ou indireto com os agrotóxicos propicia um alto impacto à saúde pública. Keifer e Mahurin (1997) citam que a exposição intensa de trabalhadores rurais aos agrotóxicos é causadora de doenças neurotóxicas associadas a problemas de função neurológica e anomalias na conduta nervosa. Os sintomas neurológicos vão desde simples dores de cabeça, tontura, náusea, vômito e excessivo suor, passando para os mais graves, que mostram o aparecimento de fraqueza muscular e bronco espasmos, progredindo, em alguns casos, para convulsões e coma.

Lundberg *et al.*, (1997), comentam que os trabalhadores rurais que têm contato com os agrotóxicos apresentam deficiência do sistema imunológico, impotência sexual masculina, cefaleia, insônia, alterações da pressão arterial, alterações do humor e distúrbios do comportamento, chegando a surtos psicóticos.

Estudos de Tadeo *et al.* (2004) detectaram a presença de resíduos de defensivos agrícolas como inseticidas organoclorados e fungicidas organofosforados em sucos de fruta e vinhos. Bogusz Junior *et al.* (2000) detectaram resíduos de organoclorados, como lindano, aldrin, hexaclorocicloexano (HCH) e bifenilas policloradas (PCB) em salsichas tipo *hot-dog*. Os teores detectados encontravam-se dentro do LMR preconizado pela legislação brasileira. Entretanto, não deixa de ser um aviso para a presença dos agrotóxicos na mesa da população.

Os efeitos sobre a saúde humana são divididos em duas classes:

1. efeitos agudos - aqueles que resultam da exposição a concentrações de um ou mais agentes tóxicos, capazes de causar dano efetivo aparente em um período de 24 horas;

2. efeitos crônicos - aqueles que resultam de uma exposição continuada a doses relativamente baixas de um ou mais produtos” (EPA, 2004).

O Quadro 3 apresenta os principais efeitos agudos e crônicos acarretados pela exposição aos agrotóxicos disponíveis relacionados à praga que são utilizados para controlar e ao grupo químico a que se enquadram na classificação.

Quadro 3 - Efeitos da exposição aos agrotóxicos

Praga Controlada	Grupo Químico	Sintomas de intoxicação aguda	Sintomas de intoxicação crônica	
Inseticidas	Organofosforados e carbamatos	Fraqueza	Efeitos neurológicos retardados	
		Cólicas abdominais	Alterações cromossomiais	
		Vômitos	Dermatites de contato	
		Espasmos musculares	Lesões hepáticas	
		Convulsões	Arritmias cardíacas	
	Organoclorados	Náuseas	Lesões renais	
		Vômitos	Neurpatias periféricas	
		Contrações Musculares Involuntárias	Alergias	
	Piretróides sintéticos	Irritações Conjuntivas	Asma brônquica	
		Espirros	Irritações nas mucosas	
		Excitação	Hipersensibilidade	
		Convulsões	Alergias respiratórias	
	Fungicidas	Ditiocarbamatos	Tonteiras	Dermatites
			Vômitos	
Tremores musculares			Doenças de Parkinson	
Fentalaminas		Dor de cabeça	Teratogênese	

Herbicidas	Dinitrofenóis e Pentaclorofenol	Dificuldade respiratória	Cânceres (PCP formação de dioximas)
		Hipertermia	Cloroacnes
		Convulsões	Indução da produção de enzimas hepáticas
	Fenoxiacéticos	Perda do apetite	Cânceres
		Enjôo	Teratogênese
		Vômitos	Lesões hepáticas
		Fasciculação muscular	Dermatites de contato
	Dipiridilos	Sangramento nasal	Fibrose Pulmonar
		Fraqueza	
		Desmaios	
		Conjuntivites	

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996, apud Peres, 1999.

A contaminação de águas e solo e os impactos diretos e indiretos na biodiversidade têm relação com a qualidade de vida humana. Os resíduos presentes nos alimentos e na água potável podem chegar a níveis carcinogênicos.

A ANVISA (2009) apresenta em seu relatório que no Brasil, a maior causa de intoxicação ocorre por medicamentos e a segunda maior causa são os agrotóxicos, sendo o maior número de mortes em indivíduos que tiveram contato com agrotóxicos. Produtores e aplicadores estão expostos diretamente a essa contaminação.

É comum a exposição acidental aos agrotóxicos e o número real de casos supera os números relatados, uma vez que muitos dos acidentes não são registrados ou comunicados aos órgãos competentes. Segundo Edwards (1993), acidentes de grandes proporções como o de Bhopal (Índia) com cerca de 2000 a 5000 óbitos e 50 mil feridos aconteceu em decorrência da utilização do isocianato. Entretanto, o número de registros não chega sequer à metade.

Araújo, Nogueira e Augusto (2000), em suas entrevistas há 20 anos, já apresentavam casos de contaminação de aplicadores que não tinham as informações necessárias sobre o uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) na plantação do tomate de mesa, na região de resistente do São Francisco e no município de Camocim de São Felix, localizados no agreste de Pernambuco.

Ferreira *et al.*, (2006) mostraram que 58,6% das amostras provenientes da produção de tomate de mesa em de Paty do Alferes, município do Rio de Janeiro eram impróprias, contendo resíduos de metamidofós (organofosforados) e de endosulfan (organoclorado), com valores acima do LMR postulado pela legislação brasileira de resíduos tóxicos.

Apontamentos de Ferrari (1986) indicam que os agrotóxicos são altamente nocivos à saúde da população: “através das intoxicações dos agricultores durante a aplicação desses produtos ou através do consumo de alimentos contaminados com resíduos de veneno”.

Outra obra importante que aponta no mesmo sentido é “O futuro roubado”, de Colborn (2002), onde é apresentado um detalhamento sobre espécies animais que se reproduziam na região dos Grandes Lagos, comprovando a diminuição da população de águias na América do Norte e da quantidade das águias pescadoras de rabo branco no pós-guerra. O estudo constatou as mudanças comportamentais de animais silvestres e mostrou sinais de lesões físicas.

Mateo (1991) comenta que esses são alguns dos inúmeros impactos causados pelos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana. Entretanto, o uso dos agrotóxicos é vendido como “o escudo que defende a vida”, utilizado para o controle de vetores de doenças como a malária, a cólera, a doença de chagas, o tifo e a febre amarela, entre outras. É um consumo vendido como a salvação da agricultura mundial, e que, sem o controle das pragas, a produção de alimentos diminuiria, provocando situação de calamidade no quadro da fome mundial. Esses dois aspectos já são suficientes para a defesa do uso de agrotóxicos e inclusive para mascarar os seus efeitos colaterais.

1.5.4 Os agrotóxicos e a cultura do tomate

Dados históricos indicam que 500 A.C. o tomate foi domesticado e cultivado pelos incas e astecas em regiões elevadas do Peru e do México. Além desses países,

os primeiros países a cultivarem o produto foram Bolívia, Equador e Chile, segundo Currence (1963).

Segundo dados da FAO (2017), a produção mundial do tomate industrial é de 38 milhões de toneladas. Os Estados Unidos são os maiores produtores mundiais, seguidos por China e Itália. O Brasil é o 7º colocado, com produção de 1,4 milhões de toneladas. O maior produtor brasileiro é o estado de Goiás, que responde por cerca de 70% da produção nacional, segundo CAMARGO & CAMARGO (2017).

Dados do IBGE (EPAG, 2019), mostram que o Brasil produziu 4.084.910 toneladas em 2018 e que, em janeiro de 2019, a produção foi de 4.333.609 toneladas do fruto. As regiões de maior produção em 2018 foram: sudeste com 1.689.558 toneladas (São Paulo produziu 811.100 ton) e centro-oeste, com 1.369.014 toneladas (Goiás produziu 1.334.500 ton).

Para Junior (2019), não existe tomateiro resistente à maioria das pragas e doenças. Por conta disso, a maneira mais comum de controlar essas infestações continua sendo a aplicação de fungicidas e de inseticidas, o que provoca risco de contaminação dos trabalhadores envolvidos, resíduos de agrotóxicos nos frutos, impactos no meio ambiente e elevação dos custos. Por conta disso, a maneira mais comum de controlar essas infestações continua sendo a aplicação de fungicidas e de inseticidas, o que provoca risco de contaminação dos trabalhadores envolvidos, resíduos de agrotóxicos nos frutos, impactos no meio ambiente e elevação dos custos.

No Brasil, as referências da ANVISA autorizam cerca de 500 princípios ativos com finalidades de uso agrícola, domissanitário, não agrícola, ambientes aquáticos e conservantes de madeira. Desse quantitativo, 119 agrotóxicos são autorizados para aplicação na plantação do tomate. Um mesmo princípio ativo pode ser comercializado sob a rotulação de muitas formulações e nomes comerciais, sendo comum a mistura contendo mais de um princípio em um mesmo produto.

Carvalho (2017) relata que os produtores informam que os agrotóxicos são utilizados na plantação do tomate com o objetivo de combater prioritariamente a mosca branca, fungos da requeima*, talo oco, murcha bacteriana, minador das folhas,

* A requeima, causada por *Phytophthora infestans*, é uma doença altamente agressiva na cultura do tomate, capaz de dizimar lavouras inteiras em curto espaço de tempo.

broca grande dos frutos, pinta preta, pinta bacteriana e broca pequena dos frutos. Segundo essa pesquisa, para combater tais pragas e doenças são necessárias diversas aplicações de agrotóxicos. Os autores citam que, os produtores fizeram referência a 53 produtos marcas comerciais diferentes, e uma média de 12 tipos de agrotóxicos por lavoura. Os inseticidas e fungicidas são os produtos mais empregados pelo agricultor na plantação do tomate, devido a doença denominada requeima.

Segundo Fiorini *et al.*, (2010), a principal doença é a requeima, causada por *Phytophthora infestans*, que é nociva para o cultivo do tomate, por esta razão o controle químico constitui cerca de 30% dos custos de produção da cultura. Apesar de ser uma doença muito pesquisada, seu controle ainda é complicado, sendo uma doença de difícil controle, mesmo com o uso de fungicidas de grande espectro de ação.

Dados da pesquisa de Carvalho (2017), onde foram entrevistados tomate cultores do Município de Cambuci (Rio de Janeiro), informam que cerca de 60% dos plantadores realizam até duas aplicações de agrotóxicos semanalmente. Esses plantadores descrevem que se surgirem doenças ou o tempo estiver chuvoso, há necessidade de maior número de aplicações, podendo chegar a três vezes por semana, em torno de 2% dos casos. Segundo o pesquisador, as marcas de inseticidas mais citadas foram: Verimec (89,47%), Actara (82,46%) e Karate (75,44%), Quadro 4. Os dois primeiros são classificados como moderadamente tóxico e o terceiro como altamente tóxico.

Segundo o Ministério da Agricultura (DOU, 2019), o Governo brasileiro autorizou a liberação de mais 63 agrotóxicos no mês de setembro de 2019, sendo 7 novos e o total de registros nesse ano chega a 474 agrotóxicos, num incremento de liberação que já é o mais alto da história.

Dados da EMBRAPA mostram que o intervalo de segurança ou período de carência refere-se ao número de dias que deve ser respeitado entre a última aplicação do produto e a colheita dos frutos. O intervalo de segurança é discriminado na bula do produto e é fundamental para garantir que o produto colhido não contenha resíduos de agrotóxicos acima do limite máximo permitido. Uma vez que a produção de agros com resíduo acima do limite máximo permitido pelo Ministério da Saúde, é ilegal. Nesses casos é passível de a colheita ser apreendida e destruída, além de ser

imputada multa e/ou processo jurídico ao agricultor. A tabela localizada no Anexo 15 deste trabalho apresenta as monografias autorizadas para aplicação no plantio do tomate com base na ANVISA com os seus respectivos intervalos de segurança e LMR`s. Nem todos os ingredientes ativos aprovados pela Anvisa são utilizados no plantio do tomate, o que não é problema para o meio ambiente. O problema se encontra no fato de serem utilizados agrotóxicos não autorizados para essa finalidade.

Dados da ANVISA (2018) mostram que a marca comercial Lorsban, empregada por 47,37%, dos tomate cultores apresenta o princípio ativo Clorpirifós, da classe dos organofosforados, em sua formulação. O composto apresenta TH (Toxicidade Humana) = I, TA (Toxicidade Ambiental) = II, sendo classificado como altamente tóxico à saúde e ao ambiente, recomendado somente para o cultivo do tomate industrial. O produto não é autorizado para utilização no plantio do tomate de mesa ou estaqueado. As marcas comerciais de fungicidas mais empregadas pelos tomate cultores no estudo foram: Bravonil (82,46%), Cercobim (80,7%) e Manzate (80,7%). O Bravonil e Manzate apresentam toxicidade extrema e uma toxicidade também ambiental alta, como pode-se observar no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4 - Principais fungicidas e bactericidas verificados na cultura do tomate no município de Cambuci, 2013

Nome Comercial	Ingrediente ativo	Grupo Químico	Ctg	TH	TA	IS Tomate	FR
Vertimec18 EC	Abamectina	Avermectina	1,2,3	III	II	3 dias	89,47
Actara 250 WG	Tiametoxam	Neonicotinóide	1	III	III	7 dias	82,46
Karate 50 EC	Lambda-cialotrina	-	1	II	I	7 dias	75,44
Premio	Clorantraniliprole	Antranilamida- Diamida Antranílica	1	III	II	1 dia	66,67
Fastac 100	Alfa-cipermetrina	Piretróide	1	II	I	7 dias	61,40
Decis 25 EC	Deltametrina	Piretróide	1	III	I	3 dias	52,63
Lannate BR	Metomil	metilcarbamato de oxima	1	I	II	3 dias	50,88
Lorsban*480BR	Clorpirifos	Organofosforado	1,2	I	II	*	47,37
Ampligo	Lambda-cialotrina.	Piretróide e	1	II	I	3 dias	43,86

	chlorontraniliprole	Antranilamida					
Orthene 750 BR	Acefato	Organofosforado	1,2	IV	III	7 dias	42,11
Engeo Pleno	Tiametoxam	Neonicotinóide e piretróide	1	III	I	5 dias	29,82
Evidence	Imidacloprido	Neonicotinóide	1	IV	III	*	10,53
Pirate	Clorfenapir	Análogo de pirazol	1,2	III	I	7 dias	8,77
Trigard 750 WP	Ciromazina	Triazinamina	1	IV	III	4 dias	7,02
Turbo	Beta- cifutrina	Piretróide	1	II	III	4 dias	3,51
Safety	Etofenproxi	Éter Piretróide	1	III	II	3 DIASS	3,51
Rumo WG	Indoxacarbe	Oxadiazina	1	I	III	1 DIA	3,51

Legenda: Ctg – Categoria, TH – Toxicidade Humana, TA – Toxicidade Ambiental, IS- Intervalo de Segurança (período de carência), FR – Frequência Relativa (% de produtores usuários), 1 - Fungicida, 2- Bactericidas - Fonte: ANVISA.

O Quadro 4 apresenta uma situação preocupante, pois segundo Barbosa (2012), a alta frequência e dosagens da aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate é um problema devido às consequências aos meios bióticos e abióticos do ambiente. Sem contar com uma série de efeitos à saúde dos trabalhadores envolvidos no processo, como: fraqueza, náuseas, tonteira, câncer, lesões hepáticas, alergias, entre outros. Em síntese, a utilização inadequada de agrotóxicos pode afetar a qualidade dos frutos, a saúde do trabalhador e a equilíbrio do meio ambiente, sobretudo o solo, que pode ser o veículo transportador para as águas.

Todos os estudos citados anteriormente mostram que se os agrotóxicos são necessários para atender às demandas da população mundial, é também preciso que sua aplicação seja feita de forma mais consciente, obedecendo aos limites máximos de resíduos aprovados pela ANVISA e seguindo aos parâmetros preconizados pelos princípios sustentáveis do meio ambiente.

1.5.5 Agrotóxicos: propriedades químicas x persistência.

As propriedades físico-químicas dos agrotóxicos que podem influenciar a sua persistência no solo são: estrutura química, solubilidade em água, pressão de vapor, polaridade, concentração e formulação do agrotóxico (HIMEL *et al*, 1990).

Nos agrotóxicos organoclorados as propriedades químicas que acarretam problemas ambientais são: estrutura química, polaridade da molécula, caráter

hidrofóbico*, alto coeficiente de partição, baixa pressão de vapor, pois esses compostos podem bioacumula-se, gerando magnificação trófica e acarretando de resistência em insetos (CHENG, 1990).

A solubilidade de um agrotóxico tem relação direta com a sua persistência no meio ambiente. Os agrotóxicos menos solúveis em água são os mais persistentes, pois não são facilmente adsorvidos nem lixiviados (PASCHOAL,1979). O DDT, é o composto de maior persistência no solo entre os organoclorados, sendo também o menos solúvel em água (0,0002 mg/kg), seguido pelo Lindano (10 mg/kg). Esse comportamento foi um dos fatores que fizeram com que os organoclorados tivessem seu uso sob restrição no Brasil e fossem banidos para utilização em todo o mundo. (EDWARDS, 1975)

1.5.6 Contaminação de solos por agrotóxicos

O solo funciona como filtro, retendo muitas das impurezas que nele são despejadas. Dessa forma, o solo pode ter sua qualidade alterada pelo acúmulo de poluentes atmosféricos, uso de agrotóxicos e fertilizantes e rejeitos sólidos, materiais tóxicos e até radioativos. Quando um poluente chega à superfície do solo, ele poderá ser adsorvido, carregado pelo vento ou pelas águas de escoamento ou até mesmo ser lixiviado por águas de infiltração, chegando aos horizontes inferiores e atingindo as águas do lençol freático. Uma vez que as águas subterrâneas são atingidas, esse contaminante pode ser levado a outras regiões (CETESB, 2020).

De acordo com os estudos de Veiga (2017), mesmo com maior controle de aplicação dos agrotóxicos, o solo é o destino final dos produtos químicos usados na agricultura, sejam eles aplicados diretamente no solo, na parte aérea das plantas ou até mesmo nos frutos ensacados. Ao entrar em contato com o solo, os agrotóxicos e herbicidas estão sujeitos a processos físico-químicos que propiciam a sua metabolização, agravando sua ação no ambiente.

Devido à necessidade de uso racional dos insumos agrícolas para minimizar os impactos ambientais da agricultura, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de compreender o comportamento desses produtos no solo. No entanto, pouco se

* Baixa solubilidade em água.

sabe sobre o comportamento desses agrotóxicos em solos tropicais. Entre qualquer forma de aplicação dos agrotóxicos, o solo é o destino final da maior quantidade desses compostos (AZEVEDO, 2018).

O caminho dos agrotóxicos no solo é regido pelas propriedades químicas, biológicas e físicas dessa matriz. Após atingir o solo, o destino do agrotóxico no meio ambiente é governado pelos mecanismos de retenção, degradação, processo de transporte e pela interação dos processos, anteriormente citados (EHLERS, 2017).

A retenção baseia-se na capacidade intrínseca de o solo reter um agrotóxico ou outra molécula orgânica, impedindo a sua movimentação intra ou extra-solo. O primeiro estágio do processo de retenção é o processo adsorção, que é definida como a acumulação do agrotóxico na interface solo-água, ou solo-ar. Esse processo é reversível, e ocorre por interações atrativas do agrotóxico com a superfície das partículas que compõem o solo, por um intervalo de tempo determinado e pela afinidade química do composto com o solo. O termo adsorção pode ser substituído por outro mais geral, sorção (OLIVEIRA E BRIGHENTI, 2011; SCORZA JR E REGITANO, 2012).

1.5.7 Características físicas e químicas do solo e persistência dos agrotóxicos

As características físicas e químicas do solo como: teor de argila, acidez, quantidade de matéria orgânica presente, textura, quantidade de plantações, pH, capacidade de troca iônica e fatores climáticos, quando em contato com as propriedades físicas e químicas dos agrotóxicos, interagirão, determinando a maior ou menor persistência do agrotóxico no solo e, conseqüentemente, poderá facilitar ou dificultar o carreamento dessas substâncias para o meio ambiente (OLIVEIRA & REGITANO, 2009).

Segundo Alloway (2013), os tipos de solo e suas texturas exercem forte influência na a degradação dos agrotóxicos. Solos argilosos, por exemplo, têm maior retenção do agrotóxico que solos arenosos. Isso se deve ao fato de a estrutura do solo apresentar porosidade e, assim, facilitar a retenção de resíduos. A circulação da água é mais lenta em solos com textura muito fina, acarretando em retardamento no processo de volatilização e, conseqüentemente, na movimentação dos agrotóxicos. A textura do solo é dependente dos seus teores de areia, silt e argila. Assim, tipos diferentes de textura em solos conferirão diferentes taxas de decomposição.

A acidez do solo influencia na estabilidade dos minerais de argila e na capacidade de trocas iônicas, podendo influenciar também na estabilidade e na persistência dos agrotóxicos. Segundo o mesmo autor, esta afirmativa foi comprovada para herbicidas, porém não está definida para os compostos organoclorados (ALLOWAY, 2013).

A geração de gases tóxicos ocasionada pelos agrotóxicos organoclorados no solo foi estudada por Avanzi *et al.*, (2015), que concluíram que os produtos gasosos mais prováveis encontrados nesta degradação eram compostos de cloro, como ácido clorídrico, fosgênio* e cianocloro. Segundo esse autor, a acidez do solo é o fator mais determinante para liberação dos gases. Em seus estudos, foi observado que a maior decomposição ocorreu na faixa de pH entre 7,2 e 8,3. O autor concluiu ainda que em solos com temperaturas entre 30 e 32 °C houve liberação mais acelerada de ácido clorídrico e fosgênio. Dessa forma, a temperatura do solo é um fator importante a ser estudado. Uma vez que o seu incremento no solo acelerará o processo de degradação dos agrotóxicos neste solo. Os principais mecanismos envolvidos são volatilização e decomposição química e bacteriológica.

1.5.8 Degradação de agrotóxicos no solo e meio ambiente.

Segundo Goring *et al.*, existem diversas formas de degradação dos agrotóxicos no meio ambiente, por exemplo através da ação de microrganismos do solo, da ação fotoquímica da luz solar na atmosfera e até mesmo, através da ação metabólica de insetos e vertebrados. A pressão de vapor dos organoclorados diminui e, conseqüentemente, a volatilidade aumenta com o aumento da temperatura, aumento da concentração dos agrotóxicos no solo, aumento da umidade relativa, com a movimentação do ar sobre o solo.

Segundo Ventura *et al.*, (2016), o transporte dos agrotóxicos para as águas subterrâneas depende das propriedades físicas e químicas dos agrotóxicos e do solo. Por isso é muito importante o conhecimento das propriedades físico-químicas de algumas substâncias.

* Gás tóxico e corrosivo e sufocante de fórmula COCl_2 .

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Otimizar um método para análise quantitativa de resíduos de agrotóxicos em solos baseado no método de extração QuEChERS, com posterior determinação por Cromatografia Líquida de Ultrapresolução acoplada à espectrometria de massas sequencial.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar amostras de solo provenientes dos plantios de tomate convencional, orgânico e sustentável para comparar seus níveis de contaminação por agrotóxico;
- Estender a utilização do método otimizado para outros agrotóxicos autorizados e não autorizados pela ANVISA para uso no Brasil.

3. REGULAMENTO

Seção 7 DA CONCESSÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS

Art. 63º A tese poderá seguir dois formatos, a saber:

23 I - texto composto por introdução, objetivos, metodologia e/ou materiais e métodos, resultados e conclusões. Neste formato, a tese deverá ser acompanhada da publicação de dois trabalhos científicos originais extraídos de sua tese, sendo pelo menos um em periódico internacional que faça avaliação explícita dos textos submetidos e que seja indexada em compêndios próprios definidos pelo Comissão Deliberativa do PEA-UFRJ;

23 II – texto composto de introdução e objetivos, seguida de um mínimo de três capítulos, cada qual correspondente a um artigo publicado em periódico internacional que faça avaliação explícita dos textos submetidos e que seja indexada em compêndios próprios definidos pela Comissão Deliberativa do PEA-UFRJ. Neste formato, os capítulos referentes aos artigos publicados em idioma estrangeiro não precisarão ser traduzidos. O discente deverá necessariamente ser o primeiro autor de pelo 2 (dois) dos artigos.

3 ARTIGOS PUBLICADOS

3.11º Artigo

3.1.1 Carta de aceite

REGISTRATION CDA: 218DF8F2E9FEC



Declaramos que o artigo:

PESQUISA DE CAMPO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS DE PLANTIO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E SUSTENTÁVEL DA PRODUÇÃO DE TOMATES

DO (S) AUTOR (ES): JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI, ESTEVÃO FREIRE (ORIENTADOR), EDUARDO GONÇALVES SERRA (ORIENTADOR), JOSÉ RONALDO DE MACEDO (ORIENTADOR), ANGÉLICA CASTANHEIRA DE OLIVEIRA, LUCIA HELENA PINTO BASTOS, MARIA HELENA WOHLERS MORELLI CARDOSO

FOI ACEITO PELA REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO, ISSN. 2448-0959, PARA PUBLICAÇÃO EM FEVEREIRO DE 2021. Ed. 02, ANO 06, (PORTUGUÊS). VERSÕES EM: ESPANHOL, INGLÊS, FRANCÊS, ITALIANO, ALEMÃO E RUSSO.

Emissão do documento em:

16/02/2021 10:53:05

Prof. Dra. Carla V. Dendasck



COD:0003

www.nucleodoconhecimento.com.br

contato@nucleodoconhecimento.com.br

Telefone Brasil: +55 (011) 3136-0919

REGISTRATION CDA: 218DF8F2E9FEC

REGISTRATION CODE: 218DF8F2E9FEC05EWF0ER51ER50ER51340T818TWETWE1E9FE0MGF18FD51G8SG18DG18DGS01G8DGD08SG0S1G8SDGSD1GS8DER1E8T1G81G81G8SG18DG18DER18ER1D8RG1

ARTIGO ORIGINAL

MAZZEI, João Roberto Fortes ^[1], FREIRE, Estevão ^[2], SERRA, Eduardo Gonçalves ^[3], MACEDO, José Ronaldo de ^[4], OLIVEIRA, Angélica Castanheira de ^[5], BASTOS, Lucia Helena Pinto ^[6], CARDOSO, Maria Helena Wohlers Morelli ^[7]

MAZZEI, João Roberto Fortes. Et al. Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 02, Vol. 05, pp. 125-146. Fevereiro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/producao-de-tomates>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/producao-de-tomates

Contents

- RESUMO
- INTRODUÇÃO
- A CULTURA DO TOMATE
- OS SISTEMAS DE PLANTIO ESTUDADOS
- SISTEMA CONVENCIONAL DE PLANTIO DE TOMATE
- SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO DE TOMATE
- INOVAÇÃO - SISTEMA SUSTENTÁVEL - SPD (TOMATEC)
- RESULTADOS E DISCUSSÃO
- TRATAMENTO DAS MUDAS
- SUBSTRATO UTILIZADO
- MÉTODOS DE CONTROLE DE PRAGAS
- MÉTODOS DE CONTROLE DE DOENÇAS
- MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS
- TRATOS CULTURAIS
- MÃO DE OBRA UTILIZADA
- ADUBAÇÃO
- PRODUTIVIDADE
- PREÇO ALCANÇADO
- MERCADO
- ASPECTOS ECONÔMICOS
- CONCLUSÃO
- REFERÊNCIAS

RESUMO

A agricultura representa um dos principais pilares da economia brasileira, sendo sua importância relacionada à segurança alimentar e à geração de oportunidades de trabalho. Entretanto, é necessário que haja uma reflexão crítica sobre a sustentabilidade do plantio. Entre os diversos tipos de culturas, o tomate destacou-se como um dos frutos mais plantados e consumidos do mundo. O presente artigo traz uma avaliação comparativa entre três tipos de plantio do tomate: convencional, orgânico e sustentável (TOMATEC®), desde o preparo do solo à comercialização no mercado. O trabalho foi realizado no norte fluminense do estado do Rio de Janeiro, junto a grupos que produzem o fruto nesses três tipos de plantio. A

metodologia foi alicerçada em um questionário não estruturado, com respostas livres, aplicado aos agricultores da região. Acreditamos que este estudo contribuirá para a orientação da sociedade através de dados obtidos a partir de sérios critérios de processamento de informações. Os principais resultados mostraram, através do sistema sustentável de plantio da EMBRAPA (inovação), que é possível utilizar agrotóxicos com consciência ambiental e produzir frutos livres de resíduos. As doenças, no sistema convencional, são controladas pela aplicação de fungicidas e bactericidas. No plantio sustentável, utiliza-se uma mistura de detergente caseiro com óleo de soja, calda bordalesa, leite de vaca, fungicidas de contato e fungicidas sistêmico, e, no sistema de produção orgânica, é comum não deixar a doença se instalar na planta, através do controle preventivo do preparo e da proteção do solo. No controle de pragas, o sistema convencional realiza a aplicação inseticidas compostos por variados princípios ativos. No sistema orgânico, privilegia-se o controle de insetos através do equilíbrio do solo, com isso, as plantas adquirem maior resistência às doenças e pragas. No sistema sustentável, não há tratamento preventivo, e sim curativo. Os preços do fruto no mercado para o plantio convencional sofrem flutuações e dependem da oferta, enquanto os tomates dos sistemas orgânico e sustentável não apresentam flutuações. A produção orgânica não tem capacidade instalada para atender às demandas de mercado. Com isso, o sistema sustentável vem ganhando espaço no mercado e se expandindo pelos Sudeste e Sul do país.

Palavras-chave: Agricultura, tomate, competitividade, sistemas de plantio.

INTRODUÇÃO

A crise ambiental no mundo atual caracteriza-se, dentre outros fatores, pelo crescente processo de aquecimento global, gerado pelo enorme e crescente volume de emissões de CO₂ e outros gases do efeito estufa, pela degradação dos sistemas bióticos e abióticos, pelo desmatamento, pelo elevado volume de efluentes líquidos nocivos lançados nas águas e pelo esgotamento dos recursos naturais renováveis e não renováveis (WHATELY, 2016).

A população mundial atingiu 7,7 bilhões em meados de 2019, constatando crescimento de um bilhão de pessoas desde 2007 e, segundo estimativas, deverá atingir 9,7 bilhões em 2050 (ONU, 2020).

As elevadas perdas sofridas pela agricultura por conta da infestação de pragas e ervas daninhas, além das doenças e desgaste do solo, fazem com que haja necessidade da utilização de agrotóxicos na produção. Por esses e outros fatores, a utilização dos agrotóxicos deve ser realizada de forma racional, uma vez que o uso indiscriminado desses produtos pode causar impactos negativos ao ambiente, prejudicando a saúde dos trabalhadores e consumidores que manuseiam, direta e/ou indiretamente, tais substâncias (CARNEIRO, 2015).

A produção agrícola no Brasil é dominada pelo modelo da produção em grande escala, com intensa mecanização nas propriedades e que utilizam elevados volumes de defensivos agrícolas. O uso da agricultura sustentável, conforme exposto neste trabalho, é uma proposta de solução para a degradação dos solos que pode vir a ser sistemática, se adotada em larga escala, seja pela ação dos mercados, seja pela regulação estatal (BACCARIN, 2020).

Segundo Araujo (2018), o tomate é um dos principais produtos plantados e comercializados pela agricultura mundial. O autor comenta que, devido à fácil adaptação aos diversos tipos de solo e ao clima, a cultura do tomate é uma das mais difundidas no mundo.

Em 2017, a produção mundial de tomate totalizou 170,8 milhões de toneladas, sendo que a China, principal produtora mundial de tomates, respondeu por 31% da produção total, seguida pela Índia e pelos Estados Unidos (NAG, 2017).

Para atender às demandas dos mercados, o uso dos agrotóxicos na plantação de tomate torna-se cada vez maior e os resíduos desses produtos químicos um dos maiores problemas desse alimento na mesa do consumidor final e dos plantadores (ESALQ, 2017).

No Brasil, as referências da ANVISA (2018) autorizam 500 ingredientes ativos para aplicação na agricultura. Desse quantitativo, 119 agrotóxicos são empregados na plantação do tomate, sendo que um mesmo princípio ativo pode ser comercializado sob a rotulação de muitas formulações e nomes comerciais, além de misturas contendo mais de um princípio ativo em um mesmo produto (BRAIBANTE, 2012).

De acordo com o SEMACE (2014), o Brasil tem à disposição 1.454 marcas de agrotóxicos, entre inseticidas, herbicidas, fungicidas, nematicidas, fumigantes e outros compostos

orgânicos, além de reguladores de crescimento, desfolhantes e dissecantes.

Segundo o Ministério da Agricultura (MAPA, 2019), o governo brasileiro autorizou a liberação de mais 63 agrotóxicos no mês de setembro de 2019, sendo sete novos e o total de registros em 2019 chega a 325 agrotóxicos, num incremento de liberação no ano que já é o mais alto da história dos agrotóxicos no país.

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG), em 2019, foram financiados aproximadamente R\$ 21 bilhões para compras de defensivos agrícolas, em linhas de crédito para o produtor rural. O órgão cita que foram gerados 5.000 empregos diretos e, em torno de 15.000 beneficiários indiretos. Foram investidos R\$ 354 milhões em ativos fixos, pesquisa e desenvolvimento, além do recolhimento de R\$ 548 milhões entre impostos federais, estaduais, municipais e taxas regulatórias. Esses dados reforçam a característica monocultora de exportação do Brasil, em que cerca de 75% do total dos agrotóxicos importados pelo país são destinados a apenas três culturas agrícolas.

Segundo Mazzei (2021), o uso de agrotóxicos pode gerar impactos à saúde humana e ao meio ambiente, podendo acarretar a possível contaminação do solo. O autor cita o sistema sustentável (TOMATEC® - produção não convencional da EMBRAPA), como alternativa de grande êxito na redução dos impactos socioambientais gerados pelo atual modelo de produção do tomate. Entretanto, de acordo com a pesquisa, por tratar-se de um sistema relativamente novo, não há ainda estudos que comparem os três sistemas. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo tecer tais comparações e partiu das seguintes premissas:

- O plantio convencional com o uso intensivo de agrotóxicos pode não ser ambientalmente amigável;
- Em comparação com o sistema orgânico, o sistema sustentável propicia maior volume de produção, maior flexibilidade de uso e atende à legislação.

A metodologia de pesquisa para a validação das hipóteses foi do tipo descritiva-exploratória com aplicação de um questionário para agricultores de tomate de cada região onde foram realizadas as coletas das amostras de solo.

Carvalho (2016) realizou estudo semelhante, comparando a utilização de agrotóxicos e o manejo na cultura do tomateiro no município de Cambuci para os plantios convencional e

orgânico. O objetivo do estudo foi conhecer detalhes sobre o plantio nos dois sistemas, desde a semeadura à colheita dos frutos. O autor aplicou um questionário do tipo não estruturado, com respostas livres.

O presente trabalho resgatou dados da pesquisa de Carvalho (2016), porém com a inclusão do plantio sustentável. A pesquisa foi realizada aplicando-se um questionário do tipo não estruturado, com respostas livres, e foi executado entre os dias 17 e 22 de janeiro de 2020.

A pesquisa foi aplicada em sete plantações das regiões metropolitana (município de Tanguá – distrito de Mutuapira e São Gonçalo – distrito de Monjolos); Serrana (Município de Trajano de Moraes – distrito de Tirol) e Nova Friburgo (Três Picos – 3º Distrito), regiões representativas dos três tipos de cultivo do tomate (sistema convencional, sustentável e orgânico) no estado do Rio de Janeiro.

A CULTURA DO TOMATE

O tomate é uma hortaliça bastante consumida “*in natura*”, normalmente em saladas, molhos e sanduíches. A plantação de tomates está sujeita ao ataque de pragas e doenças.

A mosca-branca é uma das principais pragas que acometem esse fruto, sendo a *Bemisia argentifolii* e a *Bemisia tabaci*, as duas principais espécies de mosca-branca responsáveis por prejuízos para o cultivo do tomate. Morfologicamente, não há diferença entre as duas espécies. Porém, a primeira é significativamente mais agressiva, uma vez que apresenta maior índice de reprodução, acomete maior número de plantas hospedeiras e consegue completar todo o seu ciclo de vida no tomateiro, além apresentar grande resistência às condições adversas do ambiente e a alguns agrotóxicos convencionais (ESALQ, 2017).

Os inseticidas e fungicidas são os produtos mais empregados pelo agricultor na plantação do tomate, devido à doença denominada requeima, causada pelo inseto, *Phytophthora infestans*, nociva para esse cultivo. Por essa razão, o controle químico constitui cerca de 30% dos custos de produção da cultura. A requeima ainda é uma doença de difícil controle, mesmo com o uso de fungicidas de grande espectro de ação (FIORINI, 2010).

Payer (2010) realizou estudos sobre a traça do tomateiro – Tuta absoluta (*Meyrick*) (Lep.:

Gelechiidae) e cita que a praga ataca vários gêneros de solanáceas, preferencialmente o tomateiro. O autor comenta que o pico de infestação da praga ocorre logo nos primeiros dias após o plantio e coincide com os meses mais secos do ano, ressaltando que, apesar de o tomateiro produzir o ano todo, o período mais chuvoso reduz as concentrações populacionais da praga.

Moreira (2013) reforça a informação de que a traça do tomateiro tem seu ápice de infestação durante os meses de janeiro e fevereiro. O autor acrescenta que o ciclo de vida da traça do tomateiro é de 38 dias e que a fase de ovo tem entre três e seis dias, sendo os ovos depositados nas hastes, flores, frutos e folhas da parte superior da planta.

Em suas pesquisas, Carvalho (2016), informa que cerca de 60% dos agricultores realizam até duas aplicações de agrotóxicos semanalmente. Segundo o trabalho, os agricultores descrevem que se surgirem doenças ou o tempo estiver chuvoso, há necessidade de maior número de aplicações, podendo chegar a três vezes por semana. Ainda segundo esse trabalho, as marcas de inseticidas mais citadas foram: Verimec (89,47%), Actara (82,46%) e Karate (75,44%). Os dois primeiros são classificados como moderadamente tóxico e o terceiro como altamente tóxico.

OS SISTEMAS DE PLANTIO ESTUDADOS

SISTEMA CONVENCIONAL DE PLANTIO DE TOMATE

Nascimento (2013) observa que devido à grande demanda pelo fruto, à necessidade de produção em larga escala e à grande sensibilidade do tomate ao acometimento de pragas, doenças e ervas daninhas, para evitar perdas no cultivo, a produção convencional do tomate acaba sendo baseada na utilização de produtos químicos sintéticos (agrotóxicos, herbicidas, fertilizantes). O autor cita que isso acarreta sérios problemas de saúde pública e de contaminação ambiental, sobretudo, dos recursos hídricos.

Santiago (2014), comparando a agricultura convencional com a orgânica, resalta que o controle biológico da traça do tomateiro na agricultura orgânica é feito com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: *Trichogrammatidae*). Entretanto, na agricultura

convencional, devido às necessidades de imediatismo e alta produtividade, a defesa puramente biológica não apresenta bom rendimento, sendo necessário recorrer à aplicação de agrotóxicos.

Poucos agricultores consideraram o controle biológico natural pela conservação de inimigos naturais na agricultura convencional (EHLERS, 2017).

Payer (2011) comenta que o controle biológico é mais eficaz quando adotado na fase ovo, pois, dessa forma, a probabilidade de perdas no plantio é atenuada.

SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO DE TOMATE

Segundo Alves (2012), a agricultura orgânica consiste em um conjunto de processos de produção agrícola que parte da premissa de que a fertilidade é função direta da matéria orgânica presente no solo. É um sistema de plantio que não emprega agrotóxicos e vem se expandido por todo o mundo, sendo que o Brasil ocupa a segunda posição da América Latina na produção orgânica. Entretanto, para Alvarenga (2013), a produção orgânica não tem capacidade instalada para atender às demandas de produção e às necessidades da população, uma vez que, doenças e pragas limitam a expansão do cultivo nesse sistema.

A ação de micro-organismos nas substâncias presentes ou adicionadas ao solo do plantio orgânico fornece o suprimento de elementos minerais e químicos fundamentais ao desenvolvimento dos vegetais cultivados. Como complemento, a presença de uma população microbiana atenua as interferências provenientes da intervenção humana no ambiente. Assim, a agricultura orgânica é uma forma de cultivo que estabelece boas práticas para a formação de sistemas agrícolas ambientalmente equilibrados e amigáveis, economicamente produtivos e de elevada eficiência. No sistema orgânico, a alimentação adequada e o ambiente saudável resultam em plantas mais vigorosas e mais resistentes a pragas e doenças, dispensando a utilização de outros recursos, como utilização de agrotóxicos e fertilizantes químicos (NASCIMENTO, 2013).

Wives (2015) comenta que a agricultura orgânica visa trabalhar de forma que as interações ecológicas e a sinergia entre si atuem na fertilidade do solo. Segundo o autor, as condições de umidade e aeração, unidas ao equilíbrio do meio ambiente são os fatores que determinam

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates

a sobrevivência e manutenção desses micro-organismos, permitindo sua utilização como agentes de proteção e preservação do solo. Por esse motivo, um dos principais aspectos considerados nos cultivos orgânicos é a introdução e a manutenção de micro-organismos no solo, a fim de manter as condições propícias à transformação biológica.

Bastian (2018) sugere que para ser considerado orgânico, o plantio deve ter início em novas instalações e ser delimitado à utilização de solos nunca explorados anteriormente. Entretanto, a sugestão vai de encontro aos próprios princípios postulados pela produção orgânica, uma vez que o plantio em terras novas promoveria desmatamentos e acarretaria desequilíbrios ambientais. Dessa forma, a conversão das agriculturas convencionais para o manejo orgânico é o processo recomendado, ainda que necessite de mais tempo para se consolidar e seja mais oneroso.

A Instrução Normativa 007/2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016), em seu item 1.1, considera como

sistema orgânico de produção agropecuária e industrial todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso dos recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a autossustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados (OGM) / transgênicos ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação.

INOVAÇÃO – SISTEMA SUSTENTÁVEL – SPD (TOMATEC)

Segundo Vieira (2014), ainda não surgiu um sistema de plantio que contemple a produção ambientalmente amigável e que atenda às necessidades de mercado pelo tomate.

Uma forma de cultivo alternativo para o plantio do tomate surgiu após pesquisas da Embrapa Solos e consiste na produção do tomate em cultivo sustentável. O sistema é baseado na

implementação de técnicas de conservação do solo e da água, com sistema de plantio direto na palha (SPD – sistema de plantio direto), que é o plantio sem o revolvimento do solo (MACEDO, 2016).

O SPD tem por objetivo a manutenção do solo, ao longo do ano, aproveitando a biodiversidade, das plantas em desenvolvimento (gramíneas), que são responsáveis pela cobertura do solo, ou com parte aérea e/ou com os seus resíduos (palhas mortas) e raízes vivas.

Nesse sistema de plantio, Macedo (2016) ressalta os diferenciais que permitem a produção do tomate de forma sustentável e em escalas muito superiores que à oferecida pela produção orgânica, que são: o planejamento conservacionista do solo, a irrigação por gotejamento e adubação através da própria água de irrigação (fertirrigação), além do emprego de fitilhos para a orientação vertical do crescimento das plantas, promovendo a circulação do ar e que facilita a desbrota; o manejo integrado de pragas (MIP), como forma de monitoramento das pragas e doenças das lavouras. O SPD adota a proteção física dos frutos, realizada através do ensacamento das pencas de tomate com papel *glassyne* ou granapel (Figuras 1 e 2), o que permite significativa redução no uso de agrotóxicos nas lavouras do tomate. Segundo o autor, esses fatores aliados promovem redução significativa no número de aplicações de agrotóxicos na plantação e possibilitam obter um fruto sem resíduos de agrotóxico e, assim, agregar valor ao produto.

A filosofia desse método de plantio baseia-se na mudança de postura e conscientização ambiental dos agricultores, em que as rotinas exclusivamente braçais são substituídas pelas atividades técnicas de observação e de acompanhamento do crescimento das plantas. Dessa forma, o gasto de energia nas etapas de coveamento e no estaqueamento durante a condução da lavoura é substituído pelo ganho de qualidade de controle da plantação com o manejo integrado de pragas e o ensacamento dos frutos. Segundo o autor, o resultado são frutos de alto nível de qualidade e produção que podem concorrer com os resultados da plantação convencional.

Figura 1 – Ensacamento das pencas de tomate com papel *glassyne* ou granapel – Momento certo para o ensacamento



Foto: Adoildo da Silva Melo

Figura 2 - Técnica de ensacamento da flor do tomateiro

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates



Foto: Adoildo da Silva Melo

O sistema já teve seus frutos validados pelo laboratório do INCQS/FIOCRUZ quanto ao limite máximo de resíduos preconizado pela ANVISA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no questionário respondido pelos agricultores, pôde-se conhecer detalhes sobre o plantio nos três sistemas, desde a semeadura à situação mercadológica dos frutos. As respostas obtidas ao questionário aplicado são discutidas a seguir e, dependendo do caso, contrapostas à literatura.

TRATAMENTO DAS MUDAS

No plantio do tomate convencional, é realizada a aplicação de agrotóxicos com frequência de três a quatro vezes por semana nas estações mais quentes do ano (primavera e verão) e, nas

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates

estações mais frias (outono e inverno), entre uma a duas vezes. No sistema orgânico, são feitas pulverizações com calda bordalesa somente quando necessário. Já o sistema sustentável utiliza um misto de controle biológico, calda bordalesa, ensacamento, inseticidas e fungicidas, em quantidades até dez vezes menores do que aquelas utilizadas no plantio convencional.

SUBSTRATO UTILIZADO

No sistema convencional, são utilizados substratos, sobretudo produtos à base de resíduos orgânicos reciclados. No sistema orgânico, é aplicado um substrato comercial próprio para o plantio orgânico certificado e adicionam-se ainda 20% de húmus de minhoca. No sistema sustentável, emprega-se o substrato de coco, adubação com resíduos orgânicos (esterco) e adubação química.

MÉTODOS DE CONTROLE DE PRAGAS

No sistema convencional, é realizada a aplicação preventiva de inseticidas formulados a partir de princípios ativos diferentes (Permetrina, Fenpropatrin, Fosforado Acefato, Fosforado Paration Metílico, Biológico, Fisiológico Clorfluazuron), com frequência que, dependendo do período do ano, pode atingir até uma aplicação por semana, no inverno, chegando a três, no verão. No sistema orgânico, privilegia-se o controle de insetos através do equilíbrio do solo, que permite com que as plantas tenham nutrição balanceada e, com isso, adquirindo maior resistência às pragas. Também são aplicados no sistema orgânico métodos de controle biológico baseados em *Trichogramma pretiosum*, inseticidas biológicos à base de extratos do *Bacillus thuringiensis* (bactéria nociva aos insetos); enxofre, para controle de ácaros; feromônios de atração sexual que confundem os insetos e impedem que eles acasalem com seus parceiros e extrato de Nim (planta que repele insetos). Os dois últimos somente são aplicados em caso de elevada infestação no sistema orgânico.

No sistema orgânico, são cultivadas plantas que atraem os insetos-praga e seus predadores. Essas plantas são estrategicamente colocadas ao lado de fora da estufa. No sistema sustentável, não há tratamento preventivo e sim curativo, como: extrato de Nim, detergente

com óleo de soja para tratar a mosca-branca e inseticidas (somente em casos extremos), uma vez que a planta é protegida pelo ensacamento desde a florada e o acometimento de pragas é menor.

MÉTODOS DE CONTROLE DE DOENÇAS

No sistema convencional, o controle de doenças é realizado através de fungicidas e bactericidas. No sistema de produção orgânica, é comum não deixar a doença se instalar na planta e, para isso, é feito o controle preventivo através do preparo e da proteção do solo. Segundo os plantadores desse sistema, somente em raros casos, o controle das doenças é feito com aplicação de calda bordalesa. No plantio sustentável, utiliza-se uma mistura de detergente caseiro com óleo de soja, calda bordalesa, leite de vaca, fungicidas de contato e fungicidas de uso sistêmico.

MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Muitos são os herbicidas registrados e utilizados no plantio do tomate através do sistema convencional. No sistema orgânico, as plantas chamadas de ervas daninhas são aproveitadas, dependendo do caso, como plantas parceiras e convivem entre os tomateiros, auxiliando na proteção do solo ante a erosão e o impacto das gotas de água. As plantas daninhas ainda funcionam como indicadores das condições do solo, como pH, deficiências nutricionais, entre outras, apoiando no fornecimento de matéria orgânica. Dessa forma, o sistema orgânico emprega apenas a capina manual, a fim de evitar a concorrência por luz. No sistema convencional, a palhada distribuída pela plantação tem objetivo de inibir as ervas daninhas e controlar a umidade.

TRATOS CULTURAIS

Tanto no sistema orgânico quanto no convencional, os tratos da cultura envolvem a eliminação dos brotos provenientes dos enxertos, diminuição do número excessivo de frutos por penca (criação de espaço que permita o maior crescimento, aumentando o tamanho dos frutos), orientação do crescimento das plantas através de estacas (cruzadas ou paralelas),

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates

poda das extremidades para fortalecer o crescimento e a robustez das plantas e retirada das hastes de proteção dos tubérculos.

No sistema orgânico, a condução com duas hastes produziu mais frutos, quando comparada com a condução com uma haste, com maior número de frutos e com melhor qualidade por planta. Já no sistema sustentável, são empregados fitilhos de condução com uma planta e duas hastes, o que permite maior aeração do sistema e menos necessidade de aplicação de agrotóxicos.

No sistema sustentável, o trato da cultura é realizado com um *mix* das técnicas adotadas no plantio convencional e no orgânico, isto é, à base de desbrota; raleamento de penca, amontoa, capina e cobertura morta com capim do próprio local. Entretanto, o sistema traz como grande diferencial o tutoramento com fitilhos para condução da planta, manejo integrado de pragas (MIP), que serve como indicador de controle diferencial; ensacamento das pencas com papel *glassyne* e granapel e fertirrigação.

MÃO DE OBRA UTILIZADA

O cultivo convencional necessita de menor número de trabalhadores por hectare do que os outros dois sistemas de cultivos. Um único trabalhador consegue gerenciar 3000 plantas nesse sistema. No sistema orgânico, há necessidade de um trabalhador para cada 1000 plantas e no sistema sustentável, um trabalhador para 2000 mil plantas. O número mais elevado de pessoas envolvidas nos sistemas orgânico e sustentável deve-se às etapas de tratamento, como preparo das caldas, do composto orgânico, da cobertura morta e da capina (realizada manualmente), que, de maneira geral, não são adotadas pelo sistema convencional.

ADUBAÇÃO

A adubação no sistema convencional é realizada com adubos químicos de alta solubilidade (nitrogênio-fósforo e potássio), superfosfatos e fertilizantes organominerais. Na produção orgânica, são empregados adubos de menor solubilidade e com altas concentrações de matéria orgânica produzidos através de vermiculitas, trituração de arroz, trigo e carbonato

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates

de cálcio, dentre outros micronutrientes. Segundo os agricultores, a adubação orgânica, preparada por compostagem de excrementos bovinos sólidos, proporciona a produção de plantas com crescimento determinado e com produtividade de frutos comparável à obtida com adição de adubo mineral.

De acordo com as respostas dos agricultores, os tomateiros cultivados no sistema orgânico desenvolveram-se mais do que as plantas em que adubação convencional foi aplicada. Já a adubação do sistema sustentável à base de ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônico (MAP) possibilitou a produção de frutos comparáveis àquela produzida pelo sistema orgânico e com maior número de frutos por planta.

PRODUTIVIDADE

O plantio convencional tem sua produção influenciada pelas estações climáticas. Segundo os agricultores, no verão, a produção média é de 3 a 4 kg por planta, enquanto, no inverno, a produtividade é de aproximadamente 5 kg por planta. No sistema orgânico, a produtividade é 4 kg por planta (em estufa) e não chega a 2 kg por planta (em plantação aberta). Na pesquisa percebeu-se que o plantio sustentável consegue maiores números de frutos por planta e com maior constância de produção dentre os três cultivos, girando em torno de 6 a 8 kg por planta o ano todo e com a mesma frequência semanal de colheitas.

PREÇO ALCANÇADO

O tomate originário do sistema convencional tem flutuação de preço de acordo com a oferta: no inverno, período de maior produção, os preços são mais baixos, devido à maior oferta, que no verão, com preço médio em torno de R\$ 2,00 a 3,00 por kg. Os preços do tomate orgânico não apresentam grandes flutuações no mercado, mantendo-se em torno de R\$ 9,00, no verão, e R\$ 10,00, no inverno. Entretanto, o mercado para esse fruto é bem menor. Já o plantio sustentável apresenta preço estável por todo o ano, como consequência de sua colheita constante por todo o período, com valores em torno de R\$ 5,00 a 7,00/kg.

MERCADO

Os plantadores do sistema convencional responderam que há muitas possibilidades de escoamento de seus produtos. Além do CEASA, redes de supermercados, quitandas, armazéns entre outros que absorvem toda a produção. No sistema orgânico, os plantadores comentaram que é mais difícil o escoamento dos produtos e que, em geral, os próprios plantadores estabelecem uma pequena “vendinha” (quitanda), onde comercializam parte da produção e contam com o auxílio de distribuidores de produtos do gênero, que são seus maiores clientes. O sistema sustentável vem ganhando espaço no mercado, expandindo-se pelos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná, em parceria com redes de supermercados.

ASPECTOS ECONÔMICOS

Segundo a pesquisa, os gastos com tomate são altos e ultrapassam R\$ 120 mil por hectare, o que corresponde a cerca de R\$ 40,00 por caixa contendo 23 kg.

No Brasil, o custo de produção dos frutos está diretamente ligado ao custo investido em insumos, mão de obra e qualidade da terra, de modo que a análise econômica deve ser ajustada de acordo com os custos em cada estado. A média de gastos aponta para elevadas quantidades de insumos, que giram em torno de 17 toneladas de fertilizantes por hectare, o que corresponde a 12% do custo de produção que, juntamente, com o custo dos agrotóxicos somam 21% do custo de produção do tomate convencional.

A partir da pesquisa realizada com os agricultores e com base nos estudos de Carvalho, 2016, foi possível elaborar a tabela 1, que apresenta o estudo comparativo entre os três sistemas.

Tabela 1 – Comparativo dos aspectos agronômicos dos sistemas de produção convencional, orgânico e sustentável do tomate, fevereiro de 2020

Fonte: Aspectos Agronômicos	Sistema de Cultivo		
	Convencional	Orgânico	Sustentável

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates

Rotação de Culturas	Sim	Eventualmente	Sim
Manejo e preparação do solo	<ul style="list-style-type: none"> · Aração · Gradagem · Sulcagem 	<ul style="list-style-type: none"> · Restrição de raízes a cada dois ciclos · Incorporação superficial · Cobertura morta 	Preparo do solo para incorporação Calcário Aração Gradagem
Tempo de preparo de um plantio	Imediato	Imediato	Imediato
Cultivares utilizados	Colorado, Sta. Clara, Carmem, Olimpus, Séculos, Débora, Letícia	Jane, Letícia, Raíssa, Débora, Delta, Kada, Grupo Sta. Cruz, Cerejinha	Aleka 1, Aleka 2, Onofre, Lucineia, Margareth, Alexandre e Hiran
Sementes utilizadas	Peliculada	Peliculada	Peliculada
Obtenção das mudas	Própria	Própria	Recomendável que sejam feitas mudas em estufas especializadas
Época de plantio	Ano Todo	Ano Todo	Ano Todo
Tempo para Transplântio	20-35 dias	20-35 dias	20-30 dias
Tratamento na muda	<ul style="list-style-type: none"> · Inseticidas · Fungicidas 	Calda Bordalesa	Misto (Controle Biológico + Calda Bordalesa + Ensacamento+ Inseticidas e Fungicidas)
Substrato utilizado	Comercial	<ul style="list-style-type: none"> · Comercial, própria para orgânico · 20% Húmus de minhoca 	<ul style="list-style-type: none"> · Substrato de Coco · Adubação com resíduos orgânicos (esterco) · Adubo Químico
Controle de plantas infestadas	Herbicidas	Capina Manual	<ul style="list-style-type: none"> · Capina Manual · Herbicida · Roçadeira no final do ciclo
Controle de doenças	<ul style="list-style-type: none"> · Fungicida Mancozeb · Fungicida Estrubirulinas · Fungicida Dimetomorfe · Bactericida Kasugamicida <ul style="list-style-type: none"> · Bactericida · Terramicina 	<ul style="list-style-type: none"> · Equilíbrio do solo · Calda Bordalesa 	<ul style="list-style-type: none"> · Produtos curativos · Calda Bordalesa · Detergente com óleo de soja <ul style="list-style-type: none"> · Leite de Vaca · Fungicida de Contato · Fungicida Sistemico

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates

Controle de pragas	<p>Inseticidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Permetrina · Piretroide Fenpropatrin · Fosforado Acefato · Fosforado Paration Metílico · Biológico 	<ul style="list-style-type: none"> · Equilíbrio do solo · Inimigos naturais · Inseticida Biológico · Feromônios · Extrato de Nim · Enxofre 	<p>Produtos curativos</p> <ul style="list-style-type: none"> · Extrato de Nim · Detergente com óleo de soja · Inseticidas
Épocas de maiores problemas	Dezembro a fevereiro	Dezembro a fevereiro	<ul style="list-style-type: none"> · No Inverno: Requeima · No Verão: Antracnose · Pinta Preta
Tratos culturais	<ul style="list-style-type: none"> · Desbrota · Raleamento de penca · Tutoramento · Amontoa 	<ul style="list-style-type: none"> · Desbrota · Raleamento de penca · Tutoramento · Amontoa · Capina · Cobertura do solo (gramíneas locais) 	<ul style="list-style-type: none"> · Desbrota · Raleamento de penca · Tutoramento · Amontoa · Capina · Cobertura do solo (gramíneas locais) · MIP (indicação de controle diferencial) · Ensacamento das pencas com Glassyne e Granapel · Fertirrigação
Mão de obra utilizada	1 pessoa/3000 plantas	1 pessoa/1000 plantas	1 pessoa/2000 plantas
Sistema de condução	duas hastes por planta	duas hastes por planta	<ul style="list-style-type: none"> · Fitolhos de condução · duas hastes por planta
Adubação	<ul style="list-style-type: none"> · N-P-K 4-14-8 · Superfosfato simples · Composto orgânico comercial 	<ul style="list-style-type: none"> · Torta de mamona · Farelo de trigo ou arroz · MB 4 (sílica) · Calcário de Concha · Farinha de Peixe · Micronutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> · Ureia · Cloreto de Potássio · MAP (Fosfato Monoamônico)
Início da Colheita	100-115 dias	100-115 dias	110-115 dias
Frequência da colheita	<ul style="list-style-type: none"> · Verão: 3 vezes / semana · Inverno: 2 vezes / semana 	<ul style="list-style-type: none"> · Verão: 3 vezes/ semana · Inverno: 2 vezes/ semana 	<ul style="list-style-type: none"> · Verão: 3 vezes/ semana · Inverno: 2 vezes/ semana
Produtividade	<ul style="list-style-type: none"> · Verão 3,4 kg por planta · Inverno: 4 kg por planta 	<p>Em estufa: 4 kg por planta</p> <p>Aberta: < 2 kg por planta</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Verão 6 a 8 kg por planta · Inverno: 6 a 8 kg por planta

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates

Preço alcançado	· Verão: R\$ 9,00 /kg · Inverno: R\$ 10,00 /kg	R\$ 2,00 a 3,00 / kg	R\$ 4,5 a 6,00 / kg
Mercado	· CEASA · Grandes Supermercados	· Distribuidores de Prod. Orgânicos · Quitanda própria	· Zona Sul Supermercados · Supermercados Mufatto · Rede de Mercados Sandra Honda

Fonte: Adaptada de Carvalho (2016) – Pesquisa realizada em campo pelos autores, 2020

CONCLUSÃO

O estudo comparativo entre os três tipos de plantio, permitiu observar que a produção orgânica, para garantir frutos isentos de agrotóxicos, é muito trabalhosa e dispendiosa para o produtor e, por isso mesmo, apresenta maiores preços de mercado. Segundo seus agricultores, “dá para viver”, traz lucros normais. Quando perguntados sobre o que é “dar para viver”, quase que a unanimidade respondeu: “garantir a próxima safra e a comida do dia a dia”.

Os agricultores citaram que uma boa vantagem do sistema orgânico é que, mesmo com maiores preços, o consumidor que compra os tomates orgânicos não deixa de fazê-lo. Os consumidores do tomate orgânico não contestam sequer os frutos com formatos e cores diferentes dos comumente vistos no mercado e, normalmente, estão dispostos até a pagar mais pelos frutos.

A participação do preço final da produção do tomate convencional ficou distribuída da seguinte maneira: 23% para o produtor, 5%, para o atacado e 73%, para o varejo. Segundo o relatório, uma vez que a participação do produtor no preço final em 2014 e 2015 representava 30%, o restante (70%) era distribuído entre o atacado (5%) e o varejo (65%).

No sistema convencional, os frutos apresentam níveis de agrotóxicos mais elevados que no orgânico e no sustentável, entretanto, as concentrações situam-se dentro do preconizado pelas monografias autorizadas pela ANVISA. No que tange ao preço, sobre os tomates produzidos pelo sistema convencional, há o peso da desconfiança da sociedade relativa aos níveis dos agrotóxicos, o que torna os preços mais baixos no mercado. Com os gastos entre insumos e agrotóxicos beirando 21%, o lucro também é prejudicado nesse sistema. Os

agricultores do sistema sustentável (TOMATEC) com a menor utilização de insumos (sobretudo agrotóxicos), as orientações técnicas fornecidas pela EMBRAPA e os frutos isentos de agrotóxicos com certificação laboratorial pelo Instituto Nacional da qualidade da Saúde (FIOCRUZ) conquistaram melhores preços (intermediários entre os plantios anteriores), possibilitando maior lucro agregado e aceitação em expansão no mercado.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, Luis Reynaldo Ferracciú; CAMARGO, Otávio Antônio de; CASAGRANDE, José Carlos; SOARES, Marcio Roberto - Química dos Solos Altamente Intemperizados - ESALQ - Editora: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 2016.

ALVARENGA, Ângelo Albérico; SOUZA, Filipe Bittencourt Machado de; PIO Rafael; GONÇALVES, Emerson Dias; PATTO, Leonardo Silva - Produção e qualidade dos frutos de cultivares e seleções de pessegueiro na Serra da Mantiqueira - Bragantia vol.72 no.2; Campinas Apr./June 2013 - Epub July 23, 2013.

ALVES, Alda Cristiane de Oliveira; SANTOS, André Luis de Sousa dos; AZEVEDO, Rose Mary Maduro Camboim de - *Organic agriculture in Brazil: a path to for the compulsory certification* - Revista Brasileira de Agroecologia, 7(2): 19-27, 2012.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Reavaliação dos agrotóxicos: 10 anos de proteção a população. Brasília, DF. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2009/150409_1.htm. Acesso em: 21/11/2019.

ARAUJO, Daiane Lopes de; LAZZARI, Mauriel Pedro; DUTRA, Rafael; KLEIN, Claudia - Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel, Universidade do Oeste de Santa Catarina. Joaçaba, SC: Ed. Unoesc, 2018. <https://unoesc.emnuvens.com.br/apeusmo/article/view/17537/9182>

BACCARIN, J.G. - Sistema de Produção Agrícola do Brasil: Características e Desempenho - UNESP - Jaboticabal, São Paulo, 2020.

BASTIAN, Lillian - Transição no Regime Sociotécnico Alimentício Dominante: O Processo de Convencionalização dos Mercados de Orgânicos, UFRS, Rio Grande do Sul, 2018.

CARNEIRO, Fernando Ferreira (Org.) Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde - Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso em: 23/11/2018.

CARVALHO, Carla Roberta Ferraz; PONCIANO, Niraldo José; SOUZA, Cláudio Luis Melo de - Levantamento dos agrotóxicos e manejo na cultura do tomateiro no município de Cambuci - RJ. *Ciência Agrícola*, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 15-28, 2016.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU) - Ministério da Agricultura (M.A.), Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária/Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas/Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins - ATO Nº 62, DE 13 DE SETEMBRO, 2019. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/ato-n-62-de-13-de-setembro-de-2019-216556339> - Acesso em: 27/02/2020.

ESALQ - Simpósio de defensivos agrícolas: tópicos relevantes e principais desafios, 2017.

FIORINI, Cibelle VA; SILVA, Derly José H da; MIZUBUTI, Eduardo SG; BARROS, Jordão de S.; SILVA, Laércio J; MILAGRES, Carla; ZAPAROLI, Murilo R. - *Characterization of tomato lines originated of the interspecific cross with relationship to late blight resistance* - *Hortic.*, 2010.

MACEDO, José Ronaldo - Bases tecnológicas para o cultivo de tomate no sistema de produção TOMATEC® - Dados eletrônicos - Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 45 p.: il. Color. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 189), 2016.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - Liberação de Ingredientes ativos para utilização da agricultura. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/> Acesso em: 18/09/2020.

MAZZEI, JOÃO ROBERTO F.; FREIRE, Estevão; SERRA, Eduardo G.; MACEDO, José Ronaldo de; OLIVEIRA, Angélica C. de; BASTOS, Lúcia Helena P.; Cardoso, MARIA HELENA W. M. - Método multirresíduos para análise de 240 agrotóxicos em solos do plantio de tomate por cromatografia líquida de ultra desempenho acoplada à espectrometria de massa - *Revista Científica Multidisciplinar núcleo do conhecimento* - ed. 01, ano 06, 2021.

MORÓN Ríos, ALAYÓN, Alejandro; GAMBOA, José Armando - *Productividad del cultivo de chile jalapeño (Capsicum annum L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México Avances en Investigación Agropecuaria*, vol. 18, núm. 3. pp. 35-40 - Universidad de Colima, México, 2014.

MOREIRA, Gisele R; SILVA, Derly José H da; CARNEIRO, Pedro C.S.; PICANÇO, Marcelo C.; VASCONCELOS, Aline de; PINTO, Cleide Maria F. - Herança de caracteres de resistência por antixenose de *Solanum pennellii* à traça-do-tomateiro em cruzamento com 'Santa Clara' - *Hortic. Bras.* vol. 31 no. 4 - Vitória da Conquista Oct./Dec, 2013.

NAG, Oishimaya Sen - *The World's Leading Producers of Tomatoes*, 2017. Disponível em: <https://www.worldatlas.com/articles/which-are-the-world-s-leading-tomato-producing-countries.html> Acesso em 04/09/2020.

NASCIMENTO, Abadia dos R.; JÚNIOR, Manoel S. Soares; CALIARI, Márcio; FERNANDES, Paulo M.; RODRIGUES, Janaína P.M.; CARVALHO, Webber T. de - *Quality of tomatoes for fresh consumption grown in organic and conventional systems in the state of Goias* - *Hortic. Bras.* vol.31 no.4 Vitória da Conquista Oct./Dec, Brazil, 2013.

ONU - Relatório do Crescimento Demográfico, 2020. Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/populacao-mundial>. Acesso em: 13/12/2020.

PAYER, R. - *Protecção biológica e monitorização de traça-do-tomateiro Tuta absoluta (Meyrick)*. Lisboa: ISA, 77 p, 2010.

SANTIAGO, Odineia - *Comparative study of organic and conventional vegetable trading in Manaus, Amazonas* - *Revista Brasileira de Agroecologia*. 9(3):124-139, 2014.

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará. Registro das empresas que comercializam agrotóxicos no estado, 2014. Disponível em: http://www.semace.ce.gov.br/registro-de-das-empresas-que-comercializam-agrotoxicos-no-estado/agrototoxicos/consulta-de-agrototoxicos-2/?nome_comercial=rimo&fabricante=&tipo_agrotoxico=&status_produto=>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

SINDIVEG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal - O que você precisa saber sobre defensivos agrícolas, 2020. Disponível em:

https://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2020/08/SINDIVEG_Paper_REV_FINAL_2020_bxresolucao.pdf Acesso em: 20/12/2020.

VIEIRA, Darlene Ana de Paula; CARDOSO, Karla Cristina Rodrigues, DOURADO; Kassia Kiss F.; CALIARI, Márcio; JÚNIOR, Manoel Soares – Qualidade física e química de minitomates *Sweet Grape* produzidos em cultivo orgânico e convencional. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável- Pombal – PB – Brasil), v 9. n. 3, p. 100 -108, 2014.

WIVES, Daniela Garcez; CASTILHO, Carolina Braz de e Silva; MACHADO, João Armando Dessimon – Resiliência social na Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul: o uso dos sistemas ecológicos na produção de banana – Revista do Desenvolvimento Regional – Faccat – Taquara/RS – v. 12, n. 1, jan/jun, 2015.

WHATELY, Marussia – O século da escassez: uma nova cultura de cuidado com a água: impasses e desafios / Marussia Whately e Maura Campanili – 1ª ed – São Paulo; Claro Enigma – Coleção agenda brasileira, 2016.

[1] Mestrado em Engenharia Ambiental (UFRJ/PEA), Especialização Metodologia do Ensino de Química (FIJ), Graduação Química (UERJ).

[2] Orientador. Doutor em Engenharia pelo Programa de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

[3] Orientador. Doutor em Engenharia Oceânica pela Coppe/UFRJ; Professor Associado da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Pró-Reitor de Graduação da UFRJ.

[4] Orientador. Doutor em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura/CENA – Universidade de São Paulo (USP).

[5] Mestre em vigilância sanitária em saúde (FIOCRUZ/INCQS).

[6] Doutora em Vigilância Sanitária em Saúde (FIOCRUZ/INCQS).

[7] Doutora em vigilância sanitária em saúde (FIOCRUZ/INCQS).

Pesquisa de campo: Uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates

Enviado: Janeiro, 2021.

Aprovado: Fevereiro, 2021.

3.2 2º Artigo

Este artigo foi divulgado em alemão, espanhol, francês, inglês, italiano, português e russo.

Início > Engenharia Ambiental > Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de...

Engenharia Ambiental

MÉTODO MULTIRRESÍDUOS PARA ANÁLISE DE 240 AGROTÓXICOS EM SOLOS DO PLANTIO DE TOMATE POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ULTRA DESEMPENHO ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSA

Por **João Roberto Fortes Mazzei** - RC: 73524 - 26/01/2021

65 0

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/metodo-multirresiduos

PDF

★★★★★ 5 / 5 (1 vote)

ARTIGO ORIGINAL

MAZZEI, João Roberto Fortes ^[1], FREIRE, Estevão ^[2], SERRA, Eduardo Gonçalves ^[3], MACEDO, José Ronaldo de ^[4], OLIVEIRA, Angélica Castanheira de ^[5], BASTOS, Lucia Helena Pinto ^[6], CARDOSO, Maria Helena Wohlers Morelli ^[7]

MAZZEI, João Roberto Fortes. Et al. **Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 01, Vol. 08, pp. 34-67. Janeiro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/metodo-multirresiduos>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/metodo-multirresiduos

Search

ESCOLHA O IDIOMA DO ARTIGO:

 English

 Español

 Français

 Italiano

 Deutsch

 Русский

CONSULTE POR CATEGORIA:

Selecionar categoria

Este anúncio ajuda a manter a educação gratuita

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do
Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho
Acoplada à Espectrometria de Massa

ARTIGO ORIGINAL

MAZZEI, João Roberto Fortes ^[1], FREIRE, Estevão ^[2], SERRA, Eduardo Gonçalves ^[3], MACEDO, José Ronaldo de ^[4], OLIVEIRA, Angélica Castanheira de ^[5], BASTOS, Lucia Helena Pinto ^[6], CARDOSO, Maria Helena Wohlers Morelli ^[7]

MAZZEI, João Roberto Fortes. Et al. Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 01, Vol. 08, pp. 34-67. Janeiro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/metodo-multirresiduos>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/metodo-multirresiduos

Contents

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

- RESUMO
- INTRODUÇÃO
- CONTAMINAÇÃO DE SOLOS POR AGROTÓXICOS
- OS AGROTÓXICOS E A CULTURA DO TOMATE
- DESTINO DOS AGROTÓXICOS NO MEIO AMBIENTE
- DESENVOLVIMENTO
- METODOLOGIA - PREMISSAS, HIPÓTESES E ETAPAS DO TRABALHO
- PREMISSAS
- HIPÓTESES
- ETAPAS DO TRABALHO
- AGROTÓXICOS SELECIONADOS PARA O ESTUDO
- O MÉTODO DE EXTRAÇÃO (QUECHERS)
- LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE O MÉTODO QUECHERS ALIADO À CROMATOGRAFIA PARA DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS - EVOLUÇÃO CRONOLÓGICA
- ESCOLHA DAS AMOSTRAS PARA A ETAPA DE VALIDAÇÃO
- REAGENTES, SOLVENTES E GASES
- EQUIPAMENTOS
- OTIMIZAÇÃO DO MÉTODO - CONDIÇÕES CROMATOGRÁFICAS E DO ESPECTRÔMETRO DE MASSA
- PADRÕES ANALÍTICOS
- VALIDAÇÃO DO MÉTODO
- DETERMINAÇÃO DO SOLO BRANCO DE REFERÊNCIA
- TRATAMENTO 01
- TRATAMENTO 02
- ENSAIOS DE FORTIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO DO MÉTODO
- OTIMIZAÇÃO DO MÉTODO
- EXATIDÃO (TAXA DE RECUPERAÇÃO) E PRECISÃO (REPETIBILIDADE)
- CONSIDERAÇÕES FINAIS
- REFERÊNCIAS
- APÊNDICE - REFERÊNCIAS DE NOTA DE RODAPÉ

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

RESUMO

Neste trabalho, otimizou-se um método analítico para a determinação de resíduos para os agrotóxicos-foco: Azoxistrobina, Boscalida, Carbendazim, Clorantraniliprole, Clotianidina, Diafentiuron, Difenconazol, Dimetomorfe, Espinetoram, Espinosade A, Espinosade D, Fenuron, Imidacloprido, Indoxacarbe, Metalaxil M, Metoxifenoazida, Tiametoxan em solo derivado do plantio do tomate, com o objetivo de comparar os níveis de contaminação desses compostos em amostras de solo. Foi utilizado o método de extração QuEChERS modificado e Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial, com fonte de ionização por Eletronebulização no modo ESI (+/-). O método consistiu na extração de 15,0 g de solo com 15 mL de solução saturada de hidróxido de cálcio pH 12,3 e 15 mL de acetonitrila, com consequente partição em efeito “salting out” através de 6,0 g de sulfato de magnésio anidro e 1,5 g de cloreto de sódio. As fases foram separadas por centrifugação a 3700 rpm por 7 min. Os extratos foram diluídos com MeOH grau licrossolv® e injetados em cromatógrafo. O método foi validado com base nos parâmetros de linearidade, LOD, LOQ, precisão e exatidão. Linearidade entre 0,2 e 20,0 $\mu\text{g L}^{-1}$, coeficientes de determinação maiores que 0,99. Os valores de LOQ para o método foram 13 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para Espinosade e 7,0 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para os demais pesticidas. O método apresentou boa precisão, com valores de RSD < 20%, e exatidão, com recuperações entre 70 e 120% para a grande maioria dos compostos analisados. As curvas analíticas foram preparadas com extratos de solo branco de referência, de forma a minimizar o Efeito Matriz. O método foi considerado adequado para a análise de resíduos de agrotóxicos em solo, uma vez que satisfaz aos parâmetros de validação de métodos cromatográficos (*European Commission, 2018*). Depois da validação, o método foi utilizado para análise de resíduos destes agrotóxicos em amostras de solo provenientes dos plantios de tomate convencional, orgânico e sustentável. Tornando possível comparar os níveis de impactos ambientais gerados. Além de validar o método analítico para os agrotóxicos-foco do estudo conseguiu-se também a validação para mais 240 compostos, entre autorizados e não autorizados para a utilização no plantio do tomate.

Palavras-chave: Contaminantes em solos, resíduos de agrotóxicos, QuEChERS, UPLC-MS/MS.

INTRODUÇÃO

O cultivo do tomate é suscetível ao surgimento de insetos-praga e doenças. Dados da pesquisa de Carvalho (2017) citam que o cultivo do tomate é vulnerável ao acometimento de doenças causadas por insetos-praga, sendo a mosca branca (*Bemisia*), uma das principais pragas que acometem o tomate. A *Bemisia argentifolii* e a *Bemisia tabaci*, são as duas principais espécies de mosca-branca responsáveis por causar prejuízos para o cultivo do fruto. No trabalho do autor, foram entrevistados tomatecultores do Município de Cambuci (Rio de Janeiro), em que foi observado que cerca de 60% dos plantadores realizam até duas aplicações de agrotóxicos semanalmente. Em 2% dos casos, os plantadores descreveram que, dependendo da situação, como por exemplo: se surgirem doenças ou o tempo estiver chuvoso, há necessidade de maior número de aplicações, podendo chegar a três vezes por semana.

Morfologicamente não há diferença entre as duas espécies. Porém, a primeira é mais agressiva, uma vez que, além de apresentar maior resistência às condições adversas do ambiente e a alguns agrotóxicos convencionais, apresenta maior índice de reprodução, acomete maior número de plantas hospedeiras e consegue completar todo o seu ciclo de vida no tomateiro. Por esse motivo, é necessária a utilização de variados agrotóxicos para o controle dessas e outras pragas que acometem a plantação do tomate (ESALQ, 2017).

Neste trabalho, optou-se por utilizar a terminologia orientada pela legislação brasileira – agrotóxicos – por considerar que esse termo, apesar de não cobrir na essência todos os produtos utilizados, engloba o maior número de atributos necessários à descrição das substâncias que compõem esse universo e agrega mais transparência e ética para o leitor, o usuário e o consumidor dos produtos em que tais compostos são utilizados (SOBER, 2018).

Segundo a revisão da legislação brasileira sobre agrotóxicos publicada em 28/06/2018 (MAPA, 2018):

O termo agrotóxico não é utilizado por nenhum outro país ou organização internacional que trata do tema. A Comissão do Codex Alimentarius, organização internacional de referência para alimentos no Acordo sobre a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da Organização Mundial do Comércio (OMC),

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

utiliza o termo em inglês e francês “agrotóxico” e em espanhol “plaguicida”. Dessa forma, é preciso alterar o termo pesticida para agrotóxico, a fim de alinhar a legislação brasileira às práticas internacionais.

O tomate foi escolhido como objeto desse estudo por conta das características específicas que apresenta, isto é, plantações como a do tomate (*Solanum lycopersicum* L.=*Lycopersicon esculentum* Mill), requerem frequente atenção quanto à infestação de pragas e ervas daninhas, o que implica na necessidade de aplicação de agrotóxicos com grande frequência.

Ao entrar em contato com o solo, os agrotóxicos estão sujeitos aos processos físico-químicos que propiciam agravamento de sua ação no ambiente. Devido à necessidade de uso racional dos insumos agrícolas para minimizar os impactos ambientais da agricultura, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de compreender o comportamento desses produtos no solo. No entanto, pouco se sabe sobre o comportamento desses agrotóxicos em solos tropicais.

CONTAMINAÇÃO DE SOLOS POR AGROTÓXICOS

De acordo com os estudos de Azevedo (2018), mesmo com maior controle de aplicação dos agrotóxicos, o solo é o destino final dos produtos químicos usados na agricultura, sejam eles aplicados diretamente no solo, na parte aérea das plantas ou até mesmo nos frutos ensacados. Ao entrar em contato com o solo, os agrotóxicos e herbicidas estão sujeitos a processos físico-químicos que propiciam agravamento de sua ação no ambiente. Segundo o autor, devido à necessidade de uso racional dos insumos agrícolas para minimizar os impactos ambientais da agricultura, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de compreender o comportamento desses produtos no solo.

O solo funciona como filtro, retendo muitas das impurezas que nele são despejadas. Desta forma, sua qualidade pode ser alterada pelo acúmulo de poluentes atmosféricos, uso de agrotóxicos/fertilizantes, rejeitos sólidos, materiais tóxicos e até radioativos. Quando o poluente chega à superfície do solo, ele poderá ser adsorvido; carregado pelo vento ou pelas águas de escoamento ou, até mesmo, ser lixiviado por águas de infiltração, chegando aos horizontes inferiores e atingindo o lençol freático. Uma vez que as águas subterrâneas são

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

atingidas, esses contaminantes podem ser levados a outras regiões (CETESB, 2020).

A disposição do CONAMA (2009) informa que as propriedades químicas do solo, como pH, teor de nutrientes, capacidade de troca iônica, condutividade elétrica e matéria orgânica, concomitantemente às atividades biológicas, são responsáveis pela adsorção, fixação química, oxidação e neutralização desses poluentes.

OS AGROTÓXICOS E A CULTURA DO TOMATE

O tomate é um fruto nativo da América do Sul. Dados históricos indicam que há mais de 100 anos o tomate já era cultivado pelos incas e astecas em regiões elevadas do Peru e do México. Os primeiros países a cultivarem o produto foram Peru, México, Bolívia, Equador e Chile, segundo (CURRENCE, 2013). Os maiores produtores mundiais de tomate da atualidade são: China, Brasil Estados Unidos, Índia, Turquia, Egito, Itália, Irã, Espanha e México, segundo o relatório FAOSTAT (2018).

Dados do IBGE (EPAG, 2019), mostram que o Brasil produziu 4.084.910 toneladas em 2018 e que, em janeiro de 2019, a produção foi de 4.333.609 toneladas do fruto. As regiões de maior produção em 2018 foram: sudeste com 1.689.558 toneladas (São Paulo produziu 811.100 ton) e centro-oeste, com 1.369.014 toneladas (Goiás produziu 1.334.500 ton).

Para Junior (2019), não existe tomateiro resistente à maioria das pragas e doenças. Por isso, a maneira mais comum de controlar essas infestações continua sendo a aplicação de fungicidas e de inseticidas, o que provoca risco de contaminação dos trabalhadores envolvidos, resíduos de agrotóxicos nos frutos, impactos no meio ambiente e elevação dos custos.

No Brasil, as referências da ANVISA (2018) autorizam cerca de 500 princípios ativos com finalidades de uso agrícola, domissanitário, não agrícola, ambientes aquáticos e conservantes de madeira. Desse quantitativo, 119 agrotóxicos são autorizados para aplicação na plantação do tomate. Um mesmo princípio ativo pode ser comercializado sob a rotulação de muitas formulações e nomes comerciais, sendo comum a mistura contendo mais de um princípio em um mesmo produto.

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

Carvalho (2017) em sua pesquisa, cita que os agrotóxicos são utilizados na plantação do tomate com o objetivo de combater prioritariamente a mosca branca, fungos da requeima[8], talo oco, murcha bacteriana, minador das folhas, broca grande dos frutos, pinta preta, pinta bacteriana e broca pequena dos frutos. Segundo essa pesquisa, para combater tais pragas e doenças são necessárias diversas aplicações de agrotóxicos. O autor cita que os produtores fizeram referência a 53 produtos marcas comerciais diferentes e uma média de 12 tipos de agrotóxicos por lavoura. Os inseticidas e fungicidas são os produtos mais empregados pelo agricultor na plantação do tomate, devido a doença denominada requeima, segundo a esta pesquisa.

DESTINO DOS AGROTÓXICOS NO MEIO AMBIENTE

O emprego de agrotóxicos na cultura convencional do tomate traz constantes preocupações devido aos danos gerados ao meio ambiente, sobretudo nos meios bióticos e abióticos. Além disso, uma série de efeitos é observada entre os trabalhadores do campo: fraqueza, náuseas, tonteira, cânceres, lesões hepáticas, alergias, entre outros. Desta forma torna-se muito importante a análise dos frutos, solo e água com a finalidade de quantificação para verificar se estes se encontram dentro dos limites máximos de resíduos (LMR^[9]) autorizados pela Anvisa, segundo (RIBAS e MATSUMURA, 2009).

DESENVOLVIMENTO

METODOLOGIA - PREMISSAS, HIPÓTESES E ETAPAS DO TRABALHO

PREMISSAS

Este trabalho partiu das seguintes premissas:

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

- Não existe tomateiro resistente à maioria das pragas e doenças;
- O solo é o destino final de grande parte dos resíduos da aplicação de agrotóxicos nos métodos de plantio em que esses são aplicados;
- Há provável contaminação dos solos pela aplicação de agrotóxicos nas plantações agrícolas que pode gerar impactos ambientais nos meios bióticos e abióticos;

HIPÓTESES

- Os agrotóxicos em uso na agricultura brasileira não são ambientalmente amigáveis no que diz respeito à contaminação do fruto e do solo;
- O plantio convencional com o uso intensivo de agrotóxicos, pode não ser ambientalmente amigável;
- Existe uma lacuna na agricultura, que é a ausência de um método validado e confiável para determinação e quantificação de agrotóxicos em solo, segundo os limites máximos de resíduos (LMR) especificados pela Anvisa;
- É possível utilizar agrotóxico no plantio e manter os frutos em níveis de concentração que atendam às exigências da legislação vigente no país;

O conhecimento de resíduos e contaminantes no solo é importante para o desenvolvimento de ações para melhorar o manuseio e o controle na produção agrícola para reduzir tais contaminantes.

ETAPAS DO TRABALHO

a) Realização de pesquisa: aplicação de questionário mix de respostas abertas e múltiplas escolhas. Essa pesquisa foi aplicada junto aos plantadores das áreas em que as amostras seriam coletadas e possibilitou o levantamento dos principais produtos utilizados em suas plantações. Estes agrotóxicos foram identificados como “Agrotóxicos-Foco” do trabalho.

b) Coleta das amostras de solo em áreas de três tipos de cultivo: convencional; orgânico e sustentável;

c) Coleta das amostras de ensaio em branco de referência - Amostras dos solos que não foram submetidos a nenhum tratamento com os agrotóxicos de interesse neste trabalho;

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

- d) Caracterização do solo quanto à textura, fertilidade e composição química - Etapa realizada em parceria nos laboratórios da EMBRAPA SOLOS-RJ;
- e) Preparo das amostras para a extração - as amostras precisam estar com granulometria de 30 mesh (terra fina), adequada à extração química - etapa realizada nos laboratórios da EMBRAPA SOLOS-RJ;
- f) Análise das amostras reais de solos coletadas no campo.

Esta etapa dividiu-se em:

- Caracterização do Solo - Realizada nos Laboratórios da EMBRAPA SOLOS;
 - Determinação de matéria orgânica - Etapa realizada nos Laboratórios da EMBRAPA SOLOS;
 - Análise Química para determinação de micro-nutrientes dos solos - Etapa realizada no Laboratório FERTIMOVEL (EMBRAPA SOLOS);
 - Extração, *Clean-up*, adequação e otimização do Método *QuEChERS* para determinação de resíduos de agrotóxicos em amostras de solos, através da Cromatografia Líquida de Ultrarresolução acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial - Etapa Realizada nos laboratórios do INCQS - FIOCRUZ.
- g) Cálculos, avaliação estatística e plotagem dos resultados obtidos.

AGROTÓXICOS SELECIONADOS PARA O ESTUDO

Na pesquisa realizada com os plantadores observou-se que os principais produtos utilizados em suas plantações foram: Abamectina, Acibenzolar-S-Metílico, Azoxistrobina, Ciromazina, Diafenturon, Mandipropamida, Pimetrozina, Tiametoxan. Desta forma, optou-se por adaptar o método analítico, inicialmente, para a determinação de resíduos desses “agrotóxicos-foco” em solo proveniente do cultivo do tomate. A pesquisa foi realizada com os plantadores da região norte fluminense (Rio de Janeiro), grande produtora de tomate distribuído pelos três sistemas de cultivo estudados neste trabalho (convencional, orgânico e sustentável).

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

O MÉTODO DE EXTRAÇÃO (QUECHERS)

O método de extração QuEChERS (do inglês *Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe*) pesquisado e levado à comunidade científica por ANASTASSIADES *et al.* (2003), tem por objetivo suprimir as limitações práticas dos métodos de extração multirresíduos existentes até então. O método apresenta como principais diferenciais, o fato de ser um rápido, fácil, econômico, efetivo, robusto e seguro, como o próprio nome QuEChERS abrevia. Diéz *et al.* (2006) ressaltam que esse método foi desenvolvido para amostras que apresentam mais de 75% de água.

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE O MÉTODO QUECHERS ALIADO À CROMATOGRAFIA PARA DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS - EVOLUÇÃO CRONOLÓGICA

Lesueur *et al.* (2008) pesquisaram alterações para QuEChERS em análise de 105 agrotóxicos por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM) e 46 agrotóxicos por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial (CLUE-EM/EM) após extração pelo método QuEChERS em quatro matrizes (uva, limão, cebola e tomate).

Drożdżyński *et al.* (2009) pesquisaram 3 inseticidas ecológicos (azadiractina, espinosade e rotenona) em amostras de solo, repolho e tomate utilizando o método QuEChERS modificado, com posterior determinação dos teores por CLUE-EM/EM.

Chen *et al.* (2010) realizaram modificação do método QuEChERS para determinação de procimidona em amostras de solo e alho-poró complementando o trabalho através da quantificação por GC-MS.

Rashid *et al.* (2010) analisaram 19 agrotóxicos do grupo dos organoclorados em solos, aplicando um método QuEChERS modificado e *clean-up* constituído por partição líquido-líquido com n-hexano. O procedimento foi validado para a determinação de 19 pesticidas organoclorados, hexaclorobenzeno (HCB), α -HCH, β -HCH, γ -HCH, heptacloro, epóxido de heptacloro (trans), aldrin, dieldrin, clordano (trans), clordano (cis), oxiclordano, α -

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

endossulfano, β -endossulfano, sulfato de endossulfano, endrin, p, p'-DDT, o, p'-DDT, p, p'-DDD e p, p'-DDE.

Shi *et al.* (2010) propuseram um método QuEChERS modificado para a análise de resíduos de oxadiargil em amostras de solo, água, arroz e palha de arroz, com quantificação por GC-ECD.

Pinto *et al.*, (2010) pesquisaram uma versão ainda mais simplificada do método QuEChERS com objetivo de analisar três compostos organo-clorados (hexaclorobenzeno; 1,2-diclorobenzeno e clorofórmio) em amostras de solos, seguido de quantificação por GC- μ ECD. No trabalho, os autores utilizaram três tipos diferentes de solos: solo de jardim, com elevado grau de matéria orgânica; um Vertisol, com elevado teor de argila; e um material sedimentoso de referência certificado (solo argiloso).

Martins (2010) utilizou o método QuEChERS - determinação de resíduos de pesticidas em solo de lavoura de arroz irrigado, empregando quechers modificado com solução saturada de hidróxido de cálcio e LC-MS/MS para a determinação de resíduos de Clomazona, Fipronil, Imazapique, Imazetapir, Propiconazol, Tiametoxam e Trifloxistrobina.

Ramos *et al.* (2010) desenvolveram um método QuEChERS modificado para determinação de 11 agrotóxicos em três tipos de solos (florestal, ornamental e agrícola). Uma versão modificada do método QuEChERS foi desenvolvida para a determinação dos pesticidas organofosforados (etoprofós, dimetoato, diazinon, malaoxon, clorpirifós-metil, fenitron, malation, clorpirifós, fenamifós e fosmet) e de um pesticida da classe das tiadiazinas (buprofezina), determinando os teores por GC-NPD.

Drożdżyński *et al.* (2011), determinaram 160 pesticidas em vinhos empregando extração dispersa em fase sólida em modo misto e CG-EM.

Costa (2012) realizou estudo do método QuEChERS para determinação multirresíduo de agrotóxicos em pêssego em calda. Os LOQs dos agrotóxicos neste estudo variaram entre 1,0 e 10,0 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ e baseou-se na curva para monitorar o desempenho do método e a linearidade. Segundo o autor, as curvas analíticas apresentaram valores de r maiores que 0,99; com valores de recuperação para o pêssego em calda drenado entre 83,4 a 120,4% com RSD inferiores a 14,9% para a maioria dos analitos, e de 68,6 a 124,6% com RSD inferiores a

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

19,8%.

Estudos de Tsipi et al., (2015) abordam a quantificação de resíduos dos metabólitos de 2,4-D, por cromatografias líquida e gasosa acopladas ao espectrômetro de massas.

Ramos *et al.* (2016) citam que o método QuEChERS foi utilizado apenas 8 vezes na extração de agrotóxicos em solos, e que na maioria dos casos, foi aplicada a cromatografia gasosa com detecção por Espectrometria de Massas (CG-EM), exceto em três casos, onde foram aplicados cromatografia gasosa com detectores por Captura de Elétrons (CG-DCE); Nitrogênio e Fósforo (CG-DNF) e Micro Detecção por Captura de Elétrons (CG-D μ CE).

Dong *et al.* (2017) determinaram resíduos de metaflumizona em amostras de solo e repolho, aplicando o método QuEChERS. Os autores relatam que foram obtidos valores de recuperação entre 77,6 e 87,9% para metaflumizona em solos e repolho, com desvio padrão relativo (RSD) de 3,5 e 7,9%. Os valores de LOD e LOQ do método para as mesmas amostras foram de 0,001 mg.kg⁻¹ e 0,004 mg.kg⁻¹ respectivamente.

Segundo Iglesias (2016), o processo de acoplamento da Cromatografia Líquida à Espectrometria de Massas ocorreu muito lentamente, em função da incompatibilidade entre as altas vazões utilizadas peça HPLC que tornava difícil o carregamento do eluente da coluna cromatográfica diretamente para o interior da fonte do espectrômetro, que funciona em alto vácuo. Resolvidas essas dificuldades, a Cromatografia Líquida com interface de acoplamento à Espectrometria de Massas (LC-MS) tem se difundido cada vez mais como uma excelente técnica para determinação de resíduos de analitos diversos.

Ogihara (2018), empregou o método QuEChERS e a cromatografia líquida de ultra eficiência acoplada à espectrometria de massas sequencial na determinação de multirresíduos de agrotóxicos em solo. Em seu trabalho foram avaliadas as três versões do método QuEChERS, "Original", tampão "Acetato" e tampão "Citrato", na ausência e na presença da etapa clean up na extração de agrotóxicos do solo e a UHPLC-MS/MS com adição de padrão interno de Trifenilfosfato na quantificação e confirmação dos mesmos. O método desenvolvido teve por objetivo correlacionar determinadas propriedades físico-químicas de 20 agrotóxicos selecionados pela autora com seus respectivos tempos de dissipação dos mesmos no ambiente em presença e ausência de luz.

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

Todas essas pesquisas acabaram por resultar na conclusão de que os métodos clássicos para a determinação de agrotóxicos em solos não apresentam boa relação custo-benefício, pois são procedimentos que exigem muitos passos, geralmente, baseados na extração exaustiva da matriz, com etapas posteriores de *clean-up* para a remoção dos materiais co-extraídos, antes da análise instrumental.

ESCOLHA DAS AMOSTRAS PARA A ETAPA DE VALIDAÇÃO

As amostras utilizadas para etapa de validação foram as do solo branco que não foram submetidas a nenhum tratamento com agrotóxicos antes e durante a plantação. Após a determinação cromatográfica estas amostras apresentaram-se isentas dos agrotóxicos, não manifestando sinal cromatográfico em tempos de retenção semelhante aos dos compostos de interesse analítico.

O solo utilizado nos estudos foi classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico Arênico, pertencente à unidade de mapeamento do município de Tanguá, no município do Rio de Janeiro. A região apresenta relevo plano a suavemente ondulado com substrato de sedimentos aluviais recentes.

As propriedades físico-químicas deste solo são: pH água (1:1) = 4,8; P = 6,0 mg L⁻¹; K = 120 mg L⁻¹; argila = 26%; M.O. = 2,3%; Ca = 5,0 cmolc L⁻¹; Mg = 2,0 cmolc L⁻¹; Al = 1,7 cmolc L⁻¹ e índice SMP 5,1

REAGENTES, SOLVENTES E GASES

Acetona P.A.; Acetonitrila - UHPLC; Sulfato de Magnésio Anidro; Cloreto de sódio P.A.; PSA - UHPLC; Água destilada; Água ultrapura, purificada em sistema Milli-Q-Plus; Ar sintético 99,9% de pureza; C18 - Cartuchos para SPE; Cloreto de sódio; Diclorometano - Ultra Resi-Analyzed; Etanol- UV-IR-HPLC; Extran neutro; gás argônio, analítico, utilizado como gás de colisão no sistema CLUE-MS/MS; Gás nitrogênio, utilizado como gás de dessolvatação na fonte de *electrospray*; Metanol- UV-IR-HPLC; Sorvente Bondesil PSA, com tamanho de partícula de 50 µm;

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

EQUIPAMENTOS

Agitador Marconi Modelo M227; Estufa Fanem Modelo F 330; Agitador Vortex IKA Modelo MS 3 Digital; Balança analítica de precisão; Metler Toledo; Modelo XP205; nº de série B018030980; Balança analítica de precisão; SARTORIUS Modelo SARTORIUS - nº de série 71205517; Centrífuga; Eppendorf, Modelo 5810R; Micropipetadores automáticos Eppendorf com capacidade variável; pH metro Metler Toledo S 220; Sistema de purificação de água Milli-Q fabricado pela MilliPore; Cromatógrafo líquido Waters Acquity Ultraperformance LC; Espectrômetro de Massas Sequencial Quatro Premier Modelo XE.

OTIMIZAÇÃO DO MÉTODO - CONDIÇÕES CROMATOGRÁFICAS E DO ESPECTRÔMETRO DE MASSA

A análise foi realizada utilizando um sistema Acquity UPLC® acoplado ao Quattro Premier XE® (Waters Corp., Ma, EUA).

Sistema Acquity UPLC® composto por uma bomba binária, amostrador automático e forno de coluna.

A separação cromatográfica foi realizada na coluna Waters Acquity BEH UPLC® C18 (100 x 2,1 mm ID, 1,7 µm). Composições da fase móvel A (formato de amônio 5 mM + ácido fórmico a 0,01%, pH 4,00) e fase móvel B (acetonitrila: fase móvel A, 95: 5), gradiente: 0-1 min (10% B); 1 a 5,5 min (55% B); 5,5 a 10,5 min (100% B); 12 min (10% de B). A vazão utilizada foi de 0,3 mL min⁻¹, a temperatura do forno da coluna foi de 30 ° C, a temperatura do amostrador automático foi de 25 ° C. O injetor foi ajustado para injeção de loop completo de 10 µL e o tempo total de execução foi de 12 min.

O espectrômetro de massa Quattro Premier XE® foi operado com uma fonte de ionização por eletropulverização no modo positivo (ESI⁺). Os parâmetros operacionais foram ajustados para as seguintes condições: tensão capilar: 3,5 kV; temperatura da fonte de íons: 120 °C, temperatura de dessolvatação: 450 °C; fluxo de gás cone (N₂): 20 L.h⁻¹; fluxo de gás de dessolvatação (N₂): 500 L.h⁻¹; fluxo de gás de colisão (Ar): 0,15 mL.min⁻¹. As tensões do cone, as energias de colisão e as transições de quantificação e confirmação para cada analito foram estabelecidas a partir da infusão direta de solução de 1 µg.mL⁻¹. A infusão de analitos

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

foi realizada com as fases móveis A e B (1: 1), com vazão de $0,1 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ no modo de varredura completa. Após o ajuste desses parâmetros, foi estabelecido o método de monitoramento de múltiplas reações (MRM), utilizado para identificação e quantificação de analitos.

A escolha da fase móvel, modo de ionização (ESI positivo), transições de quantificação e confirmação foram feitas de acordo com a literatura (Aguilera-Luiz et al., 2011; Rubensam et al., 2011) e as características químicas dos analitos. Alguns dos parâmetros usados no sistema Quattro Premier XE[®], como a tensão capilar; temperatura da fonte de íons; temperatura de dessolvatação, entre outras, foram estabelecidas durante a calibração do instrumento pelo fabricante. Os íons precursores de cada analito foram observados por infusão direta. Na maioria dos casos, o íon protonado $[M^+ H]^+$ foi observado.

PADRÕES ANALÍTICOS

Os Padrões analíticos dos agrotóxicos estudados e Preparo das soluções de trabalho (soluções estoque de fortificação)

Os padrões analíticos dos agrotóxicos utilizados foram adquiridos da Empresa AccuStandart. A Tabela 1 apresenta o grau de pureza (%) e a classe dos padrões analíticos sólidos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

Tabela 1 - Padrões analíticos sólidos utilizados no trabalho

AGROTÓXICO	PUREZA (%)
Azoxistrobina	99,4
Boscalida	95,5
Carbendazim	98,7
Clorantraniliprole	98,4
Clotianidina	96,5
Diafenturon	99,9
Difenoconazol	100
Dimetomorfe	98

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

Espinetoram	96,8
Espinosade	96,6
Fenuron	98
Imidacloprido	99,5
Indoxacarbe	97,3
Metalaxil M	98
Metoxifenoazida	99,5
Tiametoxan	100

Fonte: AccuStandart in New Haven, Connecticut, USA - 2018

Com esses padrões foi preparada a solução estoque de fortificação contendo os analitos. Esta solução tem validade de apenas um mês e deve ser cuidadosamente armazenada em frasco âmbar, com batoque e tampa de teflon à temperatura de -18°C , em ultra-cold.

Toda a vidraria utilizada no preparo das soluções e análises, como pipetas, balões volumétricos, provetas, etc, foi devidamente calibrada e identificada para evitar erros volumétricos nas determinações.

Inicialmente foram preparados 10 mL de solução analítica estoque 1000 mg.L^{-1} de cada agrotóxico. Os padrões foram dissolvidos em Metanol 0,02% em ácido acético glacial que são os mesmos componentes da fase móvel adotada na cromatografia líquida que analisará os compostos e as soluções- estoque foram armazenadas em frascos âmbar a temperatura de -18°C .

Pelo método das diluições sucessivas foram preparadas soluções analíticas individuais de cada agrotóxico em estudo, na concentração de 100 mg.L^{-1} , com os mesmos solventes. A partir destas soluções, preparou-se uma mistura na concentração 10 mg.L^{-1} contendo todos os agrotóxicos. A partir da solução padrão 10 mg.L^{-1} , finalmente, preparou-se uma mistura na concentração $0,200 \text{ mg.L}^{-1}$ contendo todos os agrotóxicos.

Partindo-se da mistura intermediária $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, foram preparadas as soluções analíticas de trabalho nas concentrações de 0,4; 2,0; 4,0; 10,0; 20,0 e $40,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ contendo todos os agrotóxicos em cada concentração para a confecção da curva de calibração do cromatógrafo líquido. Para injeção no sistema UHPLC-MS/MS, foram realizadas diluições na proporção 1:1

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

(v/v) destas soluções em fase móvel Metanol/água, de modo que as concentrações finais das soluções de trabalho avaliadas foram 0,2; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 e 20,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ para todos os agrotóxicos constituintes da solução-estoque de fortificação. As diluições das soluções analíticas em fase móvel acidificada têm como objetivo melhorar a eficiência de ionização dos analitos, melhorando o sinal cromatográfico, a forma e simetria dos picos. Estas soluções de trabalho foram utilizadas para o estudo da linearidade do método. Todas as soluções foram armazenadas em frascos âmbar e estocadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

VALIDAÇÃO DO MÉTODO

A parametrização adotada para a validação do método analítico consistiu na verificação do desempenho. Desta forma, parâmetros como: curva analítica e linearidade, limite de detecção, limite de quantificação, exatidão (recuperação) e precisão (repetitividade e precisão intermediária) tornaram-se referência para a obtenção de resultados confiáveis.

DETERMINAÇÃO DO SOLO BRANCO DE REFERÊNCIA

Devido à complexidade da matriz e aos baixos níveis de concentração em que os agrotóxicos se encontram no solo (ordem de ppm a ppb), o preparo da amostra foi fundamental para a obtenção de resultados confiáveis.

O passo mais difícil foi conseguir uma amostra de solo branco, isento de agrotóxicos e que pudesse servir de referência zero para os estudos. A este solo é que se pretendia fazer as contaminações com os agrotóxicos para seguir a otimização através do método *QuEChERS*.

Para a verificação do solo branco foi utilizada a amostra de solo codificada como A1BR05 em dois tratamentos:

TRATAMENTO 01

Em 5 tubos de centrífuga tipo Falcon de 50 mL foram pesados 15g do solo e procedeu-se o tratamento 01, baseado no Método *QuEChERS original*: 15g solo + 5 mL H_2O ; vortex 30 seg,

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

1 mL Surrogate (Propoxur 1.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$); vortex 30 seg; 15 min espera; 15 mL ACN grau UHPLC; Vortex 30 seg; 6g MgSO_4 + 1,5g NaCl; Centrifugação (7 min); extração do sobrenadante e diluição com metanol RP 1:1 para injeção no cromatógrafo líquido.

A solução de Propoxur 1,0 $\mu\text{g}.\text{mL}^{-1}$ (Surrogate) foi utilizada como marcador. Caso o cromatograma do branco aparecesse sem picos, era preciso assegurar que o sistema manifestava sensibilidade aos compostos, e o propoxur foi o composto que trouxe essa certeza.

TRATAMENTO 02

Foi testado ainda um tratamento com o método modificado com solução de Hidróxido de Cálcio com pH = 12,6, a fim de obter melhor *background* das amostras com relação à matriz solo da seguinte forma:

Em 5 tubos de centrífuga tipo Falcon de 50 mL foram pesados 15g do solo e procedeu-se o tratamento 02 - 15g solo + 5 mL H_2O ; vortex 30 seg; 1 mL Surrogate; vortex 30 seg; 5 mL de Solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pH 12,6; 5 min espera; 15 mL ACN grau UHPLC; vortex 30 seg; 6g MgSO_4 + 1,5g NaCl; centrifugação (7 min); extração do sobrenadante e diluição com metanol RP 1;1 para injeção no cromatógrafo líquido.

As amostras do solo A1BR05 mostraram-se isentas de agrotóxicos nos dois tratamentos. A partir desta etapa, a amostra A1BR05 passou a ser o solo branco de referência deste trabalho.

Os dois tratamentos anteriores foram empregados às amostras de solo batizadas com a solução de fortificação contendo os analitos de interesse.

O método foi inicialmente otimizado para extração dos agrotóxicos-foco: Azoxistrobina, Boscalida, Carbendazim, Clorantraniliprole, Clotianidina, Diafentiuron, Difenconazol, Dimetomorfe, Espinetoram, Espinosade A, Espinosade D, Fenuron, Imidacloprido, Indoxacarbe, Metalaxil M, Metoxifenoza, Tiametoxan proveniente de amostras de solo do cultivo do tomate, seguido de determinação por UHPLC-MS/MS (Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho), que exige que a matriz esteja limpa, minimizando ao máximo as

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

interferências de fundo (efeito matriz - *background*). Sendo assim, os tratamentos 1 e 2 foram os pontos de partida para extração desses agrotóxicos da matriz do solo.

Nos dois tratamentos os extratos ficaram bastante claros. Mesmo assim, frações de cada um dos ensaios citados anteriormente foram testadas em uma etapa de clean-up dispersivo. Nessa etapa, foi testada uma extração dispersiva em fase sólida da limpeza do PSA, gerando mais 4 tratamentos, totalizando 8 ensaios diferentes.

O extrato foi filtrado através de uma membrana de PTFE e, em seguida, 1 mL de extrato foi transferido para um balão volumétrico, dissolvido com 1 mL de Metanol e esta solução final foi transferida para um frasco vial cromatográfico. A partir deste ponto, 5 microlitros de cada amostra foram injetados em duplicata no cromatógrafo líquido de ultra Desempenho acoplada ao espectrômetro de massas. Os ensaios foram feitos em duplicata e os resultados estão plotados na tabela 2

Tabela 2 - Resultados dos tratamentos 1 e 2 das análises dos agrotóxicos-foco por cromatografia líquida de ultra desempenho

Princípio Ativo	Fator de Recuperação sem clean-up (%)		Fator de Recuperação Pós Clean-up (%)	
	Tratamento 01	Tratamento 02	Tratamento 01	Tratamento 02
Abamectina	88/115	65/70	97,5	115
Diafentiuon	43/37	67/72	53	81,2
Azoxistrobina	101/100	93/94	162,5	160
Pimetrozina	30/28	81/75	30	120
Acibenzolar-S-Metílico	138/131	36/38	162	47,5
Mandipropamida	108/109	110/102	180	162
Ciromazina	60/61	81/80	95	125
Metomil	108/116	107/105	177	225
Pimetrozina	30/28	81/75	45	120
Acetamiprido	103/104	99/103	167	155
Buprofezina	98/97	96/96	167	166
Lucifenuron	68/67	64/63	-	-
Tiametoxan	104/98	70/69	165	112

Fonte: Elaboração dos autores

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

O tratamento com solução de hidróxido de cálcio (pH=12,3) apresentou melhores fatores de recuperação para a maioria dos analitos, exceto para o Acibenzolar-S-Metílico que não teve boa recuperação em nenhum dos tratamentos. Possivelmente isso se deva a metilação da estrutura do composto sulfurado, que dificulta a sua extração em acetonitrila. Desta forma, a validação seguiu tomando por base o tratamento 02.

ENSAIOS DE FORTIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO DO MÉTODO

Para o estudo da exatidão deste método analítico, foram realizados ensaios de fortificação e com o objetivo de verificar o fator de recuperação dos compostos em estudo. Assim, foram realizadas cinco fortificações das amostras “branco de referência” em dois níveis diferentes de concentração, totalizando 10 ensaios.

Cada nível de fortificação foi injetado duas vezes, totalizando um $n = 10$ (5 extrações x 2 injeções).

Para o procedimento de extração do método QuEChERS modificado, pesou-se 15,00 g de solo homogêneo em tubos de polipropileno (tipo Falcon), com tampa rosqueada (capacidade 50 mL). Em seguida, umectou-se cada amostra com 5 mL de água Milli-Q e agitou-se, vigorosamente, por 30 segundos em Vortex. Adicionou a fortificação nos dois níveis, empregando-se pipetas calibradas de 0,5 mL e 1,0 mL, nas concentrações: de $0,200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ para todos os agrotóxicos contidos na solução de fortificação.

Após fortificação, as amostras foram homogeneizadas por meio de agitação em vortex por 30 segundos e mantidas a 20°C por 15 minutos. Pesquisas de PINTO et al. (2010), indicam que é fundamental que haja tempo suficiente da amostra com os analitos para que o solvente evapore e, desta forma, haja maior interação entre os compostos e a matriz. Segundo o autor, essa etapa aproxima o ensaio da realidade de interação que ocorre com as amostras em campo.

Em seguida, com auxílio de uma pipeta volumétrica, 5 mL de solução saturada de hidróxido de cálcio pH 12,3, em cada tubo, e após fechá-los efetuou-se agitação em vortex por 30 segundos. Deixando-se reagir por 10 minutos, em repouso. Depois, processou-se a adição de 15 mL de acetonitrila grau Lichrosolv (para análise de resíduos) em cada tudo e agitou-se

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

novamente por 30 segundos.

Adicionou-se 1,5 de cloreto de sódio (NaCl) e 6,0 g de MgSO₄ (sulfato de magnésio anidro) em cada tudo e agitou-se por mais 30 segundos em vortex, para que se obtivesse maior interação possível entre o extrato líquido e os reagentes sólidos. Por fim, os tubos foram levados à centrifugação por 7 minutos a 3000 rpm.

Em *vial* com capacidade para 2 mL, realizou-se uma diluição na proporção 1:1 (v/v), no qual foram adicionados 1,0 mL do extrato obtido após a extração e 1,0 mL de fase móvel, seguido de análise por LC-MS/MS.

Por fim, foram realizadas diluições dos extratos finais na proporção 1:1 (v/v) em fase móvel (água ultrapura). A recuperação dos compostos foi avaliada nas concentrações de 1 e 2 µg.kg⁻¹ de solo para todos os agrotóxicos constantes da solução de fortificação.

Os resultados de recuperação foram interessantes nos dois tratamentos. Entretanto, o tratamento 02 mostrou-se mais eficaz na extração de maior número dos agrotóxicos, com recuperações na faixa de 64 a 110%, excetuando-se o Acibenzolar-S-Metílico, cujas recuperações foram mais expressivas no tratamento 1.

Os resultados das experiências para avaliar o melhor método de extração e limpeza são mostrados na Tabela 1 - Ensaio realizado para a otimização da etapa de extração.

A etapa de clean-up não demonstrou melhoras significativas nos resultados. Desta forma, optou-se por seguir para etapa de validação utilizando o tratamento 02 sem a etapa de clean-up.

OTIMIZAÇÃO DO MÉTODO

O método de extração foi otimizado de acordo com o Guia de Garantia da Qualidade Analítica. Os valores estabelecidos neste manual atendem aos requisitos da Decisão 2018/657 (*European Commission/SANTE*, 2018).

Os seguintes parâmetros foram avaliados: seletividade; efeito matriz; linearidade;

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

recuperação; limite de detecção (LOD); limite de quantificação (LOQ) e repetibilidade. Os cálculos foram realizados pelos softwares MassLynx® e Microsoft Excel®. No método proposto, a seletividade foi avaliada através da análise de cinco repetições dos extratos amostrais de solos de tomateiro. A avaliação da linearidade envolveu a plotagem de uma curva analítica de solvente a partir da solução de trabalho MIX 1 contendo os 295 analitos, com cinco pontos correspondentes a 0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 vezes o LMR estabelecido para cada analito. O teste de Cochran foi utilizado para avaliar a homogeneidade das variações obtidas para cada nível de concentração. Os dados de calibração foram avaliados por regressão linear comum em caso de homoscedasticidade ou regressão linear ponderada em caso de heterocedasticidade.

Para a extração das amostras foi utilizado o mesmo solo de referência dos ensaios iniciais. No método proposto, a seletividade foi avaliada através da análise de cinco repetições dos extratos amostrais do solo da plantação de tomate. Em 10 tubos de centrífuga, tipo Falcon, foram pesados 15 g e foi adicionado 1mL da solução de trabalho. Nos tubos numerados de 1 e 5 adicionou-se 1mL da solução de fortificação com soluções de trabalho de nível 1 em cada tubo, e nos tubos numerados de 6 a 10, adicionou-se 1mL da solução de fortificação com soluções de trabalho de nível 2 em cada tubo, além de um tubo com ensaio em branco, sem fortificação, com controle de qualidade propoxur. Os 11 tubos receberam todas as etapas que foram utilizadas no tratamento 2, e posteriormente, 1 mL do extrato foi transferido para um frasco e aplicou-se 1mL de MeOH (componente da fase móvel). Depois, foi realizada a injeção de 5µL no Cromatógrafo Líquido de Ultra Desempenho acoplado ao espectrômetro de massas sequencial, nas mesmas condições adotadas para os ensaios 3 e 4 do tratamento 2. Cada amostra foi injetada em quintuplicata, conforme preconizado no Guia Sante (2018) para validação de métodos cromatográficos.

O efeito da matriz foi avaliado comparando a inclinação da curva analítica no extrato da matriz com a inclinação da curva analítica no solvente, através do teste F (Fisher Snedecor). Em seguida, o teste t de Student foi aplicado para determinar a equivalência estatística entre as inclinações das curvas analíticas no solvente e na matriz.

O LOD e LOQ foram calculados pela relação sinal / ruído do equipamento. LOD foi a concentração equivalente a três vezes o ruído e LOQ foi a concentração equivalente a seis vezes o ruído. A recuperação e repetibilidade do método foram realizadas com amostras de

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

solos com picos de dois níveis: 0,5 a 1,0 equivalente a 5 vezes o LMR de cada analito, com cinco repetições para cada nível. A recuperação média e o desvio padrão relativo (RSD) foram calculados para cada nível. Análise de amostras. As amostras de campo foram gentilmente fornecidas pelos produtores do estado do Rio de Janeiro, Brasil, foram analisadas pelo método validado.

O método QuEChERS modificado com hidróxido de cálcio apresentou melhores resultados de recuperação que o método QuEChERS original para a maioria dos analitos, principalmente para Abamectina, Acetamiprido, Azoxistrobina, Buprofezina, Diafentiuuron, Mandipropamida, Pimetrozina, Ciromazina, Metomil, Pimetrozina, Lucifenuron e Tiametoxan. Com o método modificado (método QuEChERS com $\text{Ca}(\text{OH})_2$), os valores de recuperação obtidos situaram-se dentro da faixa aceitável de 70-120% (ANVISA, 2018). O tratamento 2 teve apenas um resultado de recuperação fora da faixa aceitável de 80-110%, Acibenzolar-S-Metílico (37%). A etapa de *clean up* com SPE dispersivo não promoveu melhorias significativas nas recuperações. A etapa de limpeza da SPE acabou não sendo necessária porque o primeiro extrato obtido foi claro e apresentou recuperações aceitáveis para os compostos de interesse, como apresentado na Tabela 2.

Portanto, o método de extração escolhido para seguir no processo de validação foi o método baseado no tratamento 2 (QuEChERS com hidróxido de cálcio) sem a etapa de *clean up* por SPE, usando MgSO_4 , PSA e C18.

A exatidão foi calculada através da Equação a seguir e foi expressa em percentagem de recuperação (INMETRO, 2007):

$$R(\%) = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_3} \times 100$$

onde:

C_1 = Concentração determinada na amostra fortificada;

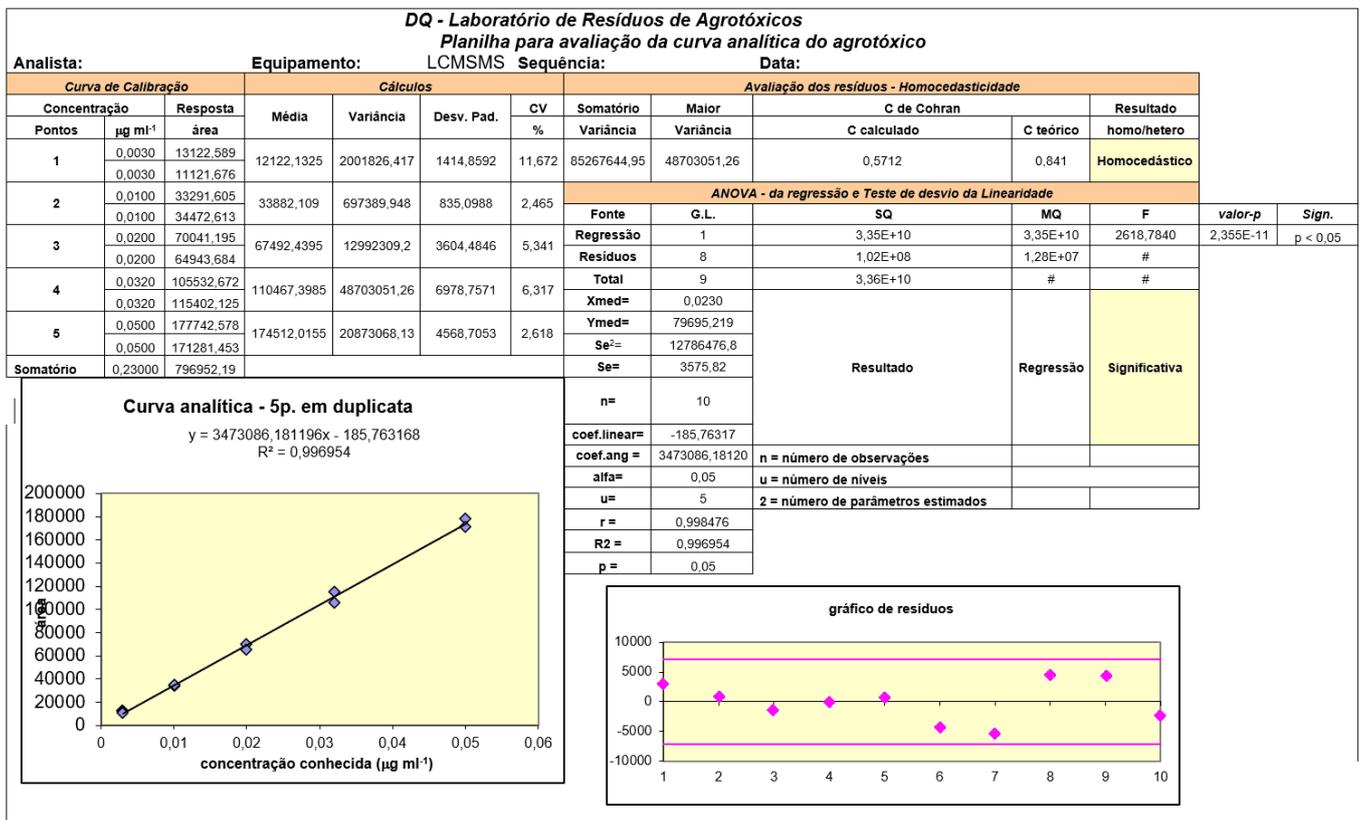
C_2 = Concentração determinada na amostra não fortificada;

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

C_3 = Concentração usada para fortificação.

Não houve interferência nos mesmos m/z e tempo de retenção dos analitos nas cinco repetições realizadas com o extrato de matriz. Assim, foi possível obter-se a seletividade do método. A Planilha para avaliação da curva analítica - Validação método multirresíduos por CLUE-EM/EM é apresentada na Figura 1.

Figura 3 - Dados sobre a avaliação da curva analítica - Validação método multirresíduos por CLUE-EM/EM



Fonte: CARDOSO et al (2010) - Software MassLynx®

As características de desempenho do método otimizado, a faixa de trabalho, os valores dos Coeficientes de correlação (r) e de determinação (R^2) para curvas analíticas obtidos para cada analito são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resumo dos resultados da avaliação - Coeficientes de correlação (r) e de

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

determinação (R^2)

Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA	
	r	R^2
Azoxistrobina	0,9995	0,9989
Boscalida	0,9982	0,9964
Carbendazim	0,9996	0,9993
Clorantraniliprole	0,9996	0,9991
Clotianidina	0,9963	0,9925
Diafentiuron	0,9993	0,9986
Difenoconazol	0,9988	0,9975
Dimetomorfe	0,9991	0,9982
Espinetoram	0,9973	0,9947
Espinosade	0,9987	0,9974
Fenuron	0,9986	0,9973
Imidacloprido	0,9995	0,9990
Indoxacarbe	0,9981	0,9961
Metalaxil M	0,9998	0,9997
Metoxifenoazida	0,9969	0,9939

Fonte: Elaboração dos autores

O efeito matriz não foi avaliado para a validação do solo, sendo considerado significativo para todos os agrotóxicos estudados.

Todas as substâncias analisadas apresentaram um comportamento homocedástico no intervalo de trabalho de 0,0032 a 0,0500 $\mu\text{g/mL}$.

Observa-se que para a maioria dos analitos, os coeficientes de determinação (r^2) foram próximos de um, mostrando boa linearidade, indicando um perfil de dispersão homoscedástica (variação constante de erros experimentais para diferentes observações) para a maioria dos analitos, permitindo que as curvas padrão fossem avaliadas por regressão linear usando o método dos mínimos quadrados ordinários. Os ajustes lineares ponderados ($1/x$) foram confeccionados através do software MassLynx®. Os valores de Student-t calculados para o efeito matriz situaram-se dentro dos valores exigidos pelo Guia SANTE para

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

a maioria dos analitos. Assim, a curva no extrato da matriz foi utilizada para quantificar as amostras, incluindo analitos em que não foi observado o efeito matriz. Os valores obtidos para LOD e LOQ, bem como a razão sinal/ruído (Tabela 4) satisfizeram aos critérios estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2018) para esses analitos, confirmando que o método otimizado é adequado para atender à legislação vigente no Brasil. Entretanto, para atender à legislação europeia, o LOD e o LOQ obtidos necessitam ser revistos, pois estão muito próximos do nível máximo estabelecido (*EUROPEAN COMMISSION*, 2018).

Tabela 4 – Substâncias validadas na matriz solo, com os respectivos limites de quantificação e a razão sinal/ruído correspondente

Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA	
	LOQ (mg/kg)	Razão Sinal/Ruído
Azoxistrobina	0,0066	538,39
Boscalida	0,0076	30,11
Carbendazim	0,0055	166,53
Clorantraniliprole	0,0075	276,84
Clotianidina	0,0064	496,4
Diafenturon	0,0038	72,37
Difenoconazol	0,0077	38,83
Dimetomorfe	0,0072	27,62
Espinetoram	0,0074	10729,08
Espinosade	0,0078	1757,72
Fenuron	0,0080	1630,64
Imidacloprido	0,0132	207,19
Indoxacarbe	0,0062	171,61
Metalaxil M	0,0072	1104,23
Metoxifenzida	0,0074	327,56

Fonte: Elaboração dos autores

Foi possível estabelecer o LOQ para as substâncias no nível de fortificação validado, pois elas apresentaram uma razão sinal/ruído maior que 10.

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

EXATIDÃO (TAXA DE RECUPERAÇÃO) E PRECISÃO (REPETIBILIDADE)

Para o estudo da taxa de recuperação e de repetibilidade a amostra de solo A1BR05, foi fortificada com diferentes volumes da solução estoque de fortificação, compondo uma mistura dos agrotóxicos de interesse, em cinco replicatas, sendo após a extração o volume de 1 mL retirado e diluído 1:1 com metanol (MeOH) para posterior análise cromatográfica por UHPLC-MS/MS. Essa concentração de fortificação corresponde a concentração teórica do LQ. Cada replicata foi injetada duas vezes.

Concentrações de injeção:

- Nível 1: 0,00323 µg/mL que corresponde a 0,0067 mg/kg,
- Nível 2: 0,00625 µg/mL que corresponde a 0,0133 mg/kg,

Os resultados obtidos da exatidão - recuperação encontram-se descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados obtidos da exatidão - Recuperação

Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA			
	Nível 1		Nível 2	
	Conc. (mg kg ⁻¹)	Rec. (%)	Conc. mg kg ⁻¹)	Rec. (%)
Azoxistrobina	0,0066	95,4	0,0142	106,3
Boscalida	0,0076	111,5	0,0149	110,5
Carbendazim	0,0055	80,4	0,0125	94,2
Clorantraniliprole	0,0075	109	0,0153	114
Clotianidina	0,0062	92,1	0,0146	109,9
Diafenturon	0,0038	53,7	0,0042	32,5
Difenoconazol	0,0077	112,2	0,0148	111
Dimetomorfe	0,0072	105,4	0,015	111,5
Espinetoram	0,0074	103,5	0,0149	111,5
Espinosade	0,0078	114,4	0,0159	118,9
Fenuron	0,008	115,9	0,016	119,4
Imidacloprido	0,0063	92,1	0,0143	106,4

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

Indoxacarbe	0,0062	90,3	0,0135	101
Metalaxil M	0,0072	105,1	0,0155	116,6
Metoxifenoazida	0,006	88,1	0,0146	109,6

Fonte: Elaboração dos autores

Os resultados da recuperação estão dentro da faixa aceitável (70-120%). O método mostrou boa repetibilidade para a maioria dos compostos pesquisados, com valores de RSD inferiores a 20%.

Todos os compostos estudados satisfizeram aos critérios preconizados pela *European Commission* (2018), exceto o agrotóxico Diafentiuron, porque não forneceu recuperação na faixa aceitável (70 % a 120 %) em nenhum dos dois níveis, impossibilitando a sua validação.

Após a validação o método foi utilizado para a determinação quantitativa do teor de agrotóxicos em amostras de solo colhidas nas regiões onde são plantados os tomates. Os resultados obtidos estão plotados na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 - Resumo dos resultados das amostras reais de solo colhidas nas áreas de plantio do tomate (mg/Kg de solo)

Agrotóxico	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1. Azoxistrobina	0,003			0,0025		0,009	0,06
3. Boscalida						Traços	
4. Carbendazim						0,0065	0,0085
5. Clomazona *							
6. Clorantraniliprole				0,036	X	0,071	0,223
7. Clotianidina				0,027		X	0,0185
8. Diafentiuron				0,0255		X	
9. Difenconazol	0,003			0,038			0,0285
10. Dimetomorfe		0,0105		0,48		0,096	0,0275
11. Espinetoram						X	X
12. Espinosade A						0,002	
13. Espinosade D						X	X
14. Fenuron	X		Traços	X	Traços	X	X

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

15. Imidacloprido	X	Traços			0,008	0,006
16. Indoxacarbe				0,0235	0,0015	
17. Metalaxil M	Traços	Traços		0,0085	0,024	0,001
18. Metoxifenoazida				0,1415	0,0105	
19. Tiametoxan				0,0315	0,0225	0,0255

Nota: A1 a A6 (Áreas de Plantio do Tomate) Fonte: Elaborada pelos autores.

Foram encontrados resíduos dos agrotóxicos apresentados na Tabela 6. O agrotóxico fenuron foi encontrado em todas as amostras de solo, exceto nas das áreas A1 e A2. Este agrotóxico é um dos excluído ou não registrados no Brasil, como mostrado na tabela 7. Entretanto, as concentrações desse composto encontradas nas amostras foram classificadas como traços, isto é, abaixo de limite de detecção do pelo método analítico.

Com relação aos agrotóxicos azoxitrobina e carbendazim, a situação das áreas 6 e 7 é preocupante, sobretudo porque esses agrotóxicos não são autorizados pela ANVISA para aplicação no plantio do tomate, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Concentrações dos agrotóxicos NÃO AUTORIZADOS para aplicação no tomate encontrados no solos analisados

Agrotóxico	A6			A7		
	5-10	10-20	10-20	0-5	5-10	10-20
1. Azoxitrobina	0,0090	0,0035	0,006	0,060	0,012	0,003
2. Carbendazim	0,0065	0,0065	0,0045	0,0085	0,003	0,002

Fonte: Elaboração dos autores

O método multirresíduos otimizado mostrou-se seletivo e preciso na faixa estudada, permitindo a análise simultânea das substâncias: Azoxitrobina, Boscalida, Carbendazim, Clorantranilprole, Clotianidina, Difenconazol, Dimetomorfe, Espinetoram, Espinosade A, Espinosade D, Fenuron, Imidacloprido, Indoxacarbe, Metalaxil M, Metoxifenoazida, Tiametoxan, com seus respectivos limites de quantificação (LOQ), incluídos no programa oficial de monitoramento de tomate brasileiro, conforme apresentado na Tabela 8

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

Tabela 8 – LOQS para os agrotóxicos-foco: $\mu\text{g kg}^{-1}$

Agotóxico	LOQ ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Azoxistrobina	7,0
Boscalida	7,0
Carbendazim	5,0
Clorantraniliprole	7,0
Clotianidina	7,0
Diafentiuron	7,0
Difenoconazol	7,0
Dimetomorfe	7,0
Espinetoram	7,0
Espinosade	7,0
Fenuron	7,0
Imidacloprido	13,0
Indoxacarbe	7,0
Metalaxil M	7,0
Metoxifenoazida	7,0

Fonte: Elaboração dos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método QuEChERS, com pequenas alterações, foi adequado para a extração multirresíduos dos analitos em solos provenientes do plantio do, com extratos claros e isentos de interferências. A cromatografia líquida de ultra resolução acoplada à espectrometria de massas sequencial (UPLC-MS / MS) foi adequada para a detecção e quantificação desses analitos na matriz, com valores de recuperação entre 70 e 120% desvio padrão inferior a 20%, limites de quantificação entre 7 e 13 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e limites de quantificação entre 2 e 4 $\mu\text{g.L}^{-1}$, apropriados para atender a legislação vigente. Os resultados do teste de campo mostraram que o método é adequado para análises quantitativas de agrotóxicos avaliados em solos derivados do plantio do tomate dentro da faixa de trabalho.

O método validado está de acordo com os valores sugeridos na literatura para a análise de

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

resíduos de pesticidas por métodos cromatográficos (*EUROPEAN COMMISSION*, 2018). A determinação dos agrotóxicos em estudo por UHPLC-MS/MS foi satisfatória, permitindo a realização de uma análise qualitativa, obtida a partir de fragmentos de massa característicos de cada analito, e quantitativa, através do modo de aquisição MRM. As condições cromatográficas otimizadas para determinação por UHPLC-MS/MS permitiram a identificação e quantificação dos compostos em estudo, em um tempo de análise menor que 15 min, o que contribui com um grande ganho como ferramenta analítica e para a sociedade como um todo.

Em aspectos gerais, todas as amostras apresentaram concentrações de agrotóxicos permitidas pelas monografias da ANVISA. Porém, os resultados obtidos para o plantio convencional, apesar de estarem dentro das conformidades exigidas, são mais elevados do que os valores obtidos para os plantios do sistema sustentável e orgânico. Entretanto, serve de alerta para a presença dos agrotóxicos na mesa da sociedade.

O emprego dos agrotóxicos Azoxistrobina e Carbendazim (agrotóxicos não autorizados) para aplicação no tomate trazem preocupação concreta com algo que normalmente já era esperado, uso deliberado dos agrotóxicos para aumento da produção, independente do que preconizam as Leis.

Se por um lado é preocupante encontrar agrotóxico não autorizado nas amostras, por outro, isso demonstra que o método validado por este trabalho apresenta elevada eficácia, devido à capacidade de quantificar até mesmo agrotóxicos não autorizados para uso.

Além de conseguir resultados bastante satisfatórios para os agrotóxicos-foco, este trabalho mostrou-se capaz de determinar resíduos para 240 agrotóxicos, entre autorizados e não autorizados pela ANVISA no Brasil, com valores de coeficiente de determinação maiores que 0,99; valores de LOQ de $13 \mu\text{g kg}^{-1}$ para Espinosade e $7,0 \mu\text{g kg}^{-1}$ para os demais pesticidas. O método apresentou boa precisão, com valores de RSD $< 20\%$, e exatidão, com recuperações entre 70 e 120% para a grande maioria dos compostos analisados.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, E. de - Alimentos Orgânicos: ampliando conceitos de saúde humana, ambiental e social, Livros G.Play, 2018.

ANASTASSIADES M, Lehothay S.J, Stajnbaher D, Schenck F.J. *Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residue in produce*. J. AOAC Int. 86: 412-431, 2003.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>> 2014. Acesso em: 11 de outubro de 2018.

ANVISA - NOTA TÉCNICA 02/2017 - Posicionamento da Anvisa referente à Recomendação 028/2016 aprovada em Reunião Plenária do Conselho, 2017

CARDOSO, Maria Helena Wohlers Morelli; GOUVÊA, Adherlene Vieira; NÓBREGA, Armi Wanderley da; ABRANTES, Shirley de Mello Pereira - Validação de método para determinação de resíduos de agrotóxicos em tomate: uma experiência laboratorial - Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 30 (Supl.1): 63-72, maio 2010.

CARVALHO, C.R.F., PONCIANO N.J.; SOUZA P.M. de. - Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, - Ciência Rural, Brasil, 2014.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) - Qualidade do solo, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/poluicao/> - Acessado em 09/2020.

COMMISSION DECISION No. 657/2002. *Implementing Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results*. Off. J. Eur. Commun. L 221: 8-36.

COMMISSION REGULATION (E.C). N°. 1881/2006. *Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs*. Off. J. Eur. Commun. L364: 5-24.

CONAMA - Resolução nº 420/2009 - Disposição sobre critérios e valores orientadores de

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do
Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho
Acoplada à Espectrometria de Massa

qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e suas providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>> Acesso em: 02 jan. 2019.

CURRENCE, T.M. Tomato breeding. I. Species, *origin and botanical characters*. Handbuch der Pflanzenzuchtung, p. 351-369, 2013.

DIEZ, C.; TRAAG, W. A.; ZOMMER, P.; MARINERO, P.; ATIENZA, J.; J. - Extraction and chromatographic analysis of the cadusafós nematicide, chromatography, 1131, 1135 - 2006.

DONG, H.; XIAO, K. - *Modified QuEChERS combined with ultra high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry to determine seven biogenic amines in Chinese traditional condiment soy sauce - Food Chemistry*, Volume 229, Pages 502-508 - Elsevier, 2017.

DROŹDŹYŃSKI, D.; KOWALSKA, J. - Rapid analysis of organic farming insecticides in soil and produce using ultra-performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry, Springer, Talanta, 2009.

DROŹDŹYŃSKI, D.; WALORCZYK, S.; GNUSOWSKI, B - *Multiresidue determination of 160 pesticides in wines employing mixed-mode dispersive-solid phase extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry*, Volume 85, Issue 4, Talanta - Elsevier, Pages 1856-1870, 2011.

ESALQ - Simpósio de defensivos agrícolas: tópicos relevantes e principais desafios, ESALQ / 2017

EUROPEAN COMMISSION - Directorate General for Health and Food Safety, 2017.

EUROPEAN COMMISSION - Directorate General for Health and Food Safety, 2018.

EMBRAPA - Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental: Solo, Água e Sedimentos, 2016.

EPA (*Environmental Protection Agency*) - *Pesticide safety for farmworkers*, 2017.

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do
Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho
Acoplada à Espectrometria de Massa

FAOSTAT - *Food and Agriculture Organization of the United Nations* - Produtividade Mundial, 2018. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>>. Acesso em. 28 de novembro de 2019.

FERNANDES V.C, LEHOTAY S.J, GEIS-ASTEGGIANTE L, KWON H, Mol H.G.J, van der Kamp H, MATEUS N, DOMINGUES V.F, DELERUE-Matos, C. *Analysis of pesticides residues in strawberries and soils by GC-MS/MS, LC-MS/MS and two dimensional GC-time-of-flight MS comparing organic and integrated pest management farming. Food Addit Contam.* 31: 262-270, 2014.

IARC. *INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. WHO. World Health Organization. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans.* 82: 183-193, 2002.

IBAMA-Ministério do Meio Ambiente: Avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) de Agrotóxicos e Afins. Disponível em: Acesso em: abr. 2020.

IBGE - Indicadores / Estatística da Produção Agrícola Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2017-2018, 2019.

IGLESIAS, Hoshi A. - Introdução ao Acoplamento Cromatografia Líquida - Espectrometria de Massas Waters Technologies do Brasil, Barueri, SP, 2016.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Orientação sobre Validação de Métodos Analíticos - DOQ-CGCRE-008. Rev. 07, 28 f, jul 2018.

JUNIOR, J.C.L, - Manejo integrado de pragas na cultura do tomate: uma estratégia para a redução do uso de agrotóxicos - Extensão em Foco (ISSN: 2317-9791), 2019.

LESUEUR, A. B; KNITTL P. A ; GARTNER, M. A; MENTLER A. C, FUERHACKER M.B.- *Analysis of 140 pesticides from conventional farming foodstuff samples after extraction with the modified QuEChERS method - Science Direct*, 2008.

MALDANER L, JARDIM ICSF. O estado da arte da cromatografia líquida de ultraeficiência [*The art state of ultra performance liquid chromatography*]. Quim Nova. 32: 214-222. Portuguese,

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do
Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho
Acoplada à Espectrometria de Massa

2009.

OGIHARA, Camila Honda - Desenvolvimento e validação de método para a determinação de multirresíduos de agrotóxicos em solo empregando o método quechers e a cromatografia líquida de ultra alta eficiência acoplada à espectrometria de massas sequencial - UNICAMP, 2018.

ORTELLI, D; COGNARD, E; JAN, P; EDDER, P. *Comprehensive fast multiresidue screening of 150 veterinary drugs in milk by ultra-performance liquid chromatography coupled to time of flight mass spectrometry and Chromatography*. 877: 2363-2374, 2009.

PINTO, C.G., Martín, S.H., PAVÓN, J.L.P., CORDERO, B.M., *A simplified Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe approach for the determination of trihalomethanes and benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes in soil matrices by fast gas chromatography with mass spectrometry detection*. Anal. Chim. Acta, 689, 129-136, 2011.

PRESTES, O.D. ; Friggi, C.A.; ADAIME M.B, ZANELLA, R. *QuEChERS - QuEChERS-a modern method of sample preparation for multiresidue determination of pesticides in food by chromatographic methods coupled to mass spectrometry*]. Quim Nova. 32: 1620-1634. Portuguese, 2009.

RAMOS, A. M. *et al. Evaluation of a modified QuEChERS method for the extraction of pesticides from agricultural, ornamental and forestal soils. Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 396, p. 2307-2319, 2016.

RASHID A., NAWAZ S., BARKER H., AHMAD I., AND ASHRAF M., *Development of a simple extraction and clean-up procedure for determination of organochlorine pesticides in soil using gas chromatography-tandem mass spectrometry*. J. Chromatogr. A, 2010, 1217, 2933-2939

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. *A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente*. Revista Liberato, 2009, 10, 14, 149-158.

RUBENSAM G, Barreto F, HOFF RB, KIST TL, PIZZOLATTO, TM. *A liquid-liquid extraction procedure followed by a low temperature purification step for the analysis of macrocyclic lactones in milk by liquid chromatography-tandem mass spectrometry and fluorescence*

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do
Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho
Acoplada à Espectrometria de Massa

detection. Anal Chim Acta. 705:24-29, 2011.

SOBER – Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR) – Relatório – 1º Trimestre 2019, MAPA, Brasil, 2019

TSIPI, D.; BOTITSI, H.; ECONOMOU, A. *Mass Spectrometry for the Analysis of Pesticide Residues and their Metabolites*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015.

VEIGA, Denise Piccirillo – O impacto do uso do solo na contaminação por agrotóxicos das águas superficiais de abastecimento público – USP, São Paulo, 2017

APÊNDICE – REFERÊNCIAS DE NOTA DE RODAPÉ

8. A *requeima*, causada por *Phytophthora infestans*, é uma doença altamente agressiva na cultura do *tomate*, capaz de dizimar lavouras inteiras em curto espaço de tempo.

9. Parâmetro agrônômico estabelecido pela ANVISA referente à recomendação 028/2016 aprovada pelo Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) – constitui um dos componentes para o cálculo da exposição e avaliação do risco que é pré-requisito para o registro ou a autorização de um agrotóxico em novas culturas.

[1] Doutorado em andamento em Engenharia Ambiental. Mestrado em Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental. Especialização em Metodologia do Ensino de Química. Graduação em Química.

[2] Orientador. Doutor em Engenharia pelo Programa de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

[3] Orientador. Doutor em Engenharia Oceânica pela Coppe/UFRJ; Professor Associado da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Pró-Reitor de Graduação da UFRJ.

[4] Orientador. Doutor em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura / CENA – da Universidade de São Paulo.

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do
Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho
Acoplada à Espectrometria de Massa

^[5] Mestre em vigilância sanitária em saúde (FIOCRUZ/INCQS).

^[6] Doutora em vigilância sanitária em saúde (FIOCRUZ/INCQS).

^[7] Doutora em vigilância sanitária em saúde (FIOCRUZ/INCQS).

Enviado: Dezembro, 2020.

Aprovado: Janeiro, 2021.

3.3 3ºArtigo

3.3.1 Carta de Aceite



**Brazilian Journal of
Development**

CARTA DE ACEITE

A revista Brazilian Journal of Development ISSN 2525-8761, Qualis B2, editada pelo brazilian publicações de periódicos e editora LTDA. (Cnpj 32.432.868/0001-57), declara que o artigo **“ESTUDO COMPARATIVO DAS CONCENTRAÇÕES DE AGROTÓXICOS NO SOLO PROVENIENTES DOS MÉTODOS DE PLANTIO DO TOMATE CONVENCIONAL, ORGÂNICO E SUSTENTÁVEL”** de autoria de João Roberto Fortes Mazzei, Estevão Freira, Eduardo Gonçalves Serra, José Ronaldo de Macedo, Angélica Castanheira de Oliveira, Lucia Helena Pinto Bastos, Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso, foi aceito para publicação.

Por ser a expressão da verdade, firmamos a presente declaração.

São José dos Pinhais, 08 de março de 2021.



Prof. Dr. Edilson Antonio Catapan
Editor Chefe

3.3.2 O artigo

Este artigo foi traduzido e divulgado em inglês e português.



Estudo comparativo das concentrações de agrotóxicos no solo provenientes dos métodos de plantio do tomate convencional, orgânico e sustentável

Comparative study of pesticide concentrations in soil from conventional, organic and sustainable tomato growing methods

DOI:10.34117/bjdv7n3-150

Recebimento dos originais: 08/02/2021
Aceitação para publicação: 01/03/2021

João Roberto Fortes Mazzei

Mestrado (UFRJ/PEA), Especialização (FIJ), Graduação (UERJ).
Doutorando em Engenharia do Meio Ambiente pela UFRJ; Coordenador e professor de Química no Colégio Santo Inácio e professor de Química nos Colégios Pedro II e Ponto de Ensino – Pensi; Pesquisador nos Grupos: Estudos da Sustentabilidade de Cadeias Produtivas da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ / Programa de Engenharia Ambiental (PEA) e Núcleo de Agricultura, Sustentabilidade e Saúde (NASS/UFRJ/FIOCRUZ/EMBARAPA SOLOS).
Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
UNIDADE: Escola Politécnica (POLI/UFRJ)
Departamento: Programa de Engenharia Ambiental (PEA)
Endereço: Rua Retiro dos Artistas, 1504/501 – Jacarepaguá – Rio de Janeiro – Brasil
E-mail: bymazzei@gmail.com

Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso

Estevão Freire
Doutor em Engenharia pelo Programa de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Professor adjunto na Universidade Federal do Rio de Janeiro, lotado no Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química.
Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, lotado no Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química.
UNIDADE: Escola Politécnica (POLI/UFRJ)
Departamento: Programa de Engenharia Ambiental (PEA/UFRJ)
Endereço: Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CT - Bloco A, 2º andar - sala DAPG
Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - CEP:21941-909
E-mail: estevao@eq.ufrj.br

Eduardo Gonçalves Serra

Doutor em Engenharia Oceânica pela Coppe/UFRJ; Professor Associado da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Pró-Reitor de Graduação da UFRJ
Professor Associado da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Pró-Reitor de Graduação da UFRJ. Atua no Curso de Graduação em Engenharia Naval e Oceânica e no Programa de Engenharia Ambiental da UFRJ.
Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, lotado no Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química.
UNIDADE: Escola Politécnica (POLI/UFRJ)

Estudo comparativo das concentrações de agrotóxicos no solo provenientes dos métodos de plantio do tomate convencional, orgânico e sustentável

Comparative study of pesticide concentrations in soil from conventional, organic and sustainable tomato growing methods

DOI:10.34117/bjdv7n3-150

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 01/03/2021

João Roberto Fortes Mazzei

Mestrado (UFRJ/PEA), Especialização (FIJ), Graduação (UERJ).

Doutorando em Engenharia do Meio Ambiente pela UFRJ; Coordenador e professor de Química no Colégio Santo Inácio e professor de Química nos Colégios Pedro II e Ponto de Ensino – Pensi; Pesquisador nos Grupos: Estudos da Sustentabilidade de Cadeias Produtivas da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ / Programa de Engenharia Ambiental (PEA) e Núcleo de Agricultura, Sustentabilidade e Saúde (NASS/UFRJ/FIOCRUZ/EMBARAPA SOLOS).

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

UNIDADE: Escola Politécnica (POLI/UFRJ)

Departamento: Programa de Engenharia Ambiental (PEA)

Endereço: Rua Retiro dos Artistas, 1504/501 – Jacarepaguá – Rio de Janeiro – Brasil

E-mail: bymazzei@gmail.com

Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso

Estevão Freire

Doutor em Engenharia pelo Programa de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Professor adjunto na Universidade Federal do Rio de Janeiro, lotado no Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química.

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, lotado no Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química.

UNIDADE: Escola Politécnica (POLI/UFRJ)

Departamento: Programa de Engenharia Ambiental (PEA/UFRJ)

Endereço: Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CT - Bloco A, 2º andar - sala DAPG
Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - CEP:21941-909

E-mail: estevao@eq.ufrj.br

Eduardo Gonçalves Serra

Doutor em Engenharia Oceânica pela Coppe/UFRJ; Professor Associado da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Pró-Reitor de Graduação da UFRJ

Professor Associado da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Pró-Reitor de Graduação da UFRJ. Atua no Curso de Graduação em Engenharia Naval e Oceânica e no Programa de Engenharia Ambiental da UFRJ.

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, lotado no Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química.

UNIDADE: Escola Politécnica (POLI/UFRJ)

Departamento: Programa de Engenharia Ambiental (PEA/UFRJ)
Endereço: Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CT - Bloco A, 2º andar - sala DAPG
Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ
E-mail: serra@poli.ufrj.br

José Ronaldo de Macedo

Doutor em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura / CENA - da
Universidade de São Paulo.
Pesquisador da Embrapa Solos.
Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/SOLOS)
UNIDADE: Escola Politécnica (POLI/UFRJ)
Departamento: Centro Nacional de Pesquisa do Solo (CNPS/EMBRAPA)
Endereço: R. Jardim Botânico, 1024 - Jardim Botânico, Rio de Janeiro - RJ, 22460-000
E-mail: jose.ronaldo@embrapa.br

Angélica Castanheira de Oliveira

Mestre em vigilância sanitária em saúde (FIOCRUZ/INCQS).
Tecnologista de Laboratório da Fundação Oswaldo Cruz INCQS/Fiocruz;
Professora do Instituto Federal de educação e Tecnologia.
Instituição: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)
UNIDADE: Laboratório de Resíduos
Departamento: Instituto Nacional da Qualidade da Saúde (INCQS)
Endereço: Av. Brasil, 4365 - *Manguinhos*, Rio de Janeiro - RJ - Brasil
E-mail: angelica.oliveira@incqs.fiocruz.br

Lucia Helena Pinto Bastos

Doutora em vigilância sanitária em saúde (FIOCRUZ/INCQS)
Tecnologista de Laboratório da Fundação Oswaldo Cruz INCQS/Fiocruz; Professora do
Instituto Federal de educação e Tecnologia.
Instituição: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)
Unidade: Laboratório de Resíduos
Departamento: Instituto Nacional da Qualidade da Saúde (INCQS)
Endereço: Av. Brasil, 4365 - *Manguinhos*, Rio de Janeiro - RJ - Brasil
E-mail: lucia.bastos@incqs.fiocruz.br

Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso

Doutora em vigilância sanitária em saúde (FIOCRUZ/INCQS)
Tecnologista de Laboratório da Fundação Oswaldo Cruz INCQS/Fiocruz; Professora do
Instituto Federal de educação e Tecnologia.
Instituição: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)
UNIDADE: Laboratório de Resíduos
Departamento: Instituto Nacional da Qualidade da Saúde (INCQS)
Endereço: Av. Brasil, 4365 - *Manguinhos*, Rio de Janeiro - RJ - Brasil
E-mail: helena.wohlers@incqs.fiocruz.br

RESUMO

Esta pesquisa comparou os níveis de contaminação por agrotóxicos nos solos provenientes de três sistemas de plantios do tomate: convencional, orgânico e sustentável. O trabalho foi realizado em uma parceria entre o Programa de Engenharia Ambiental da UFRJ (PEA); Instituto Nacional da Qualidade da Saúde (INCQS/FIOCRUZ) e o Instituto Nacional de

Pesquisa do Solo (INPS/EMBRAPA). O trabalho otimizou um método para determinação quantitativa de 241 agrotóxicos em solos provenientes da plantação de tomate nos três sistemas. Foi utilizado o método de extração QuEChERS e Cromatografia Líquida de Ultra Resolução acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial. A validação foi realizada com base nos parâmetros da curva analítica, linearidade, precisão e exatidão. A linearidade manteve-se entre 0,2 e 20,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ para os compostos pesquisados, com coeficiente de determinação maiores que 0,99. Os valores de Limite de Quantificação foram de 13 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para Espinosade e 7,0 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para os demais pesticidas. O método apresentou valores de RSD < 20%, e exatidão entre 70 e 120% para a maioria dos compostos, satisfazendo aos parâmetros propostos pela *European Commission*, 2018. Após otimizado, o método foi utilizado para análise de resíduos de agrotóxicos em 84 amostras de solo provenientes do plantio de tomate. Os resultados comprovaram que os solos onde são plantados os tomates pelos sistemas TOMATEC são isentos de resíduos de agrotóxicos, apresentando nível zero dos contaminantes estudados. Os solos do sistema convencional, apesar de apresentar maiores concentrações dos agrotóxicos, demonstrou resultados satisfatórios, se comparados aos valores de LMR preconizados pela ANVISA.

Palavras-chave: Solos, Tomate, Agrotóxicos, Sustentabilidade, Quechers.

ABSTRACT

This research compared the levels of pesticide contamination in soils from three tomato planting systems: conventional, organic and sustainable. The work was carried out in a partnership between the Environmental Engineering Program of UFRJ (PEA); National Institute of Health Quality (INCQS/FIOCRUZ) and the National Institute for Soil Research (INPS/EMBRAPA). The work optimized a method for quantitative determination of 241 pesticides in soils from tomato plantation in the three systems. The QuEChERS extraction method and Ultra Resolution Liquid Chromatography coupled to Sequential Mass Spectrometry were used. Validation was performed based on the analytical curve parameters, linearity, precision and accuracy. The linearity remained between 0.2 and 20.0 $\mu\text{g L}^{-1}$ for the compounds investigated, with a coefficient of determination greater than 0.99. The Quantitation Limit values were 13 $\mu\text{g kg}^{-1}$ for Spinosad and 7.0 $\mu\text{g kg}^{-1}$ for the other pesticides. The method showed RSD values < 20%, and accuracy between 70 and 120% for most compounds, satisfying the parameters proposed by the European Commission, 2018. After optimization, the method was used for pesticide residue analysis in 84 soil samples from tomato planting. The results proved that the soils where tomatoes are planted by the TOMATEC systems are free of pesticide residues, presenting zero level of the contaminants studied. The soils of the conventional system, despite presenting higher concentrations of pesticides, showed satisfactory results, if compared to the MRL values recommended by ANVISA.

Keywords: Soils, Tomato, Pesticides, Sustainability, Quechers.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do tomate é suscetível ao surgimento de insetos-praga e doenças. A mosca branca é uma das principais pragas que acometem esse fruto, sendo a *Bemisia argentifolii* e a *Bemisia tabaci*, as duas principais espécies de mosca-branca responsáveis por prejuízos

para o cultivo do tomate. Morfologicamente, não há diferença entre as duas espécies. Porém, a primeira é significativamente mais agressiva, uma vez que apresenta maior índice de reprodução, acomete maior número de plantas hospedeiras, e consegue completar todo o seu ciclo de vida no tomateiro, além apresentar grande resistência às condições adversas do ambiente e a alguns agrotóxicos convencionais (ESALQ - 2017).

Segundo Fiorini et al. (2010), a principal doença que acomete o tomate é a requeima, causada por *Phytophthora infestans*, que é nociva para o cultivo. Por esta razão, o controle químico constitui cerca de 30% dos custos de produção da cultura. Apesar de ser uma doença muito pesquisada, seu controle ainda é complicado.

Payer (2011) realizou estudos sobre a traça do tomateiro e cita que a praga ataca vários gêneros de solanáceas, preferencialmente o tomateiro, sendo uma das principais pragas que acometem a cultura, logo nos primeiros dias do plantio.

De acordo com os estudos de Alleoni e Camargo (2016), mesmo com maior controle de aplicação dos agrotóxicos, o solo é o destino final de grande parte dos produtos químicos aplicados na agricultura, sejam eles aplicados no solo, nas folhas ou até mesmo nos frutos ensacados. Ao entrar em contato com o solo, os agrotóxicos e herbicidas iniciam processos físico-químicos que propiciam potencialização de sua ação no ambiente.

2 OS TIPOS DE PLANTIOS DO TOMATE ESTUDADOS

2.1 SISTEMA CONVENCIONAL

Nascimento *et a.*, (2013) observam que devido grande demanda pelo fruto, à necessidade de produção em larga escala e à grande sensibilidade do tomate ao acometimento de pragas, doenças e ervas daninhas, a produção convencional desse fruto acaba sendo baseada na utilização em potencial de produtos químicos sintéticos (agrotóxicos, herbicidas, fungicidas e fertilizantes) para evitar perdas no cultivo do tomate. O autor cita que isso acarreta sério problema de saúde pública e de contaminação ambiental, sobretudo, dos recursos hídricos.

Estudos comparativos entre a agricultura convencional com a orgânica ressaltam que o controle biológico da traça do tomateiro na agricultura orgânica é feito com parasitas do tipo *Trichogrammatidae*. No sistema convencional, devido às demandas de produção, a defesa puramente biológica não apresenta bom rendimento, sendo necessário recorrer à aplicação de agrotóxicos. Poucos agricultores consideraram o controle biológico natural pela conservação de inimigos naturais na agricultura convencional (EHLERS, 2017).

Morón & Alayón (2017), comparando os tipos de plantio, acrescentaram que, no sistema convencional, o solo é preparado através da calagem, aração, sulcagem*, aplicação de composto orgânico comercial e adubação mineral, enquanto no orgânico é feita uma subsolagem a cada dois ciclos, incorporação superficial de restos culturais e plantas daninhas com enxada rotativa, uso de cobertura morta (capim do próprio local), irrigação por aproximadamente duas horas e plantio da muda no dia seguinte e que, segundo esse autor, esse é um dos motivos pelos quais é quase inevitável a aplicação de agrotóxicos para exercer controle, no cultivo convencional.

2.2 SISTEMA ORGÂNICO

Relatos de Alvarenga *et al.*, (2013) citam que a agricultura orgânica é o sistema de plantio do tomate que não emprega agrotóxicos e vem se expandido por todo o mundo. O Brasil ocupa a segunda posição da América Latina na produção orgânica. Entretanto, a produção orgânica não consegue atender às necessidades de produção e, conseqüentemente, da população. Pois, doenças e pragas limitam a expansão do cultivo em sistemas orgânicos.

Segundo, Alves *et al.* (2012), a agricultura orgânica consiste em um conjunto de processos de produção agrícola que parte da premissa de que a fertilidade é função direta da matéria orgânica presente no solo.

A ação de microrganismos nas substâncias presentes ou adicionadas ao solo fornece o suprimento de elementos minerais e químicos fundamentais ao desenvolvimento dos vegetais cultivados. Como complemento, a presença de micróbios atenua as interferências provenientes da intervenção humana no ambiente.

Segundo Wives *et al.*, (2015), a agricultura orgânica visa trabalhar de forma que as interações ecológicas e a sinergia entre si atuem na produção da fertilidade, junto aos componentes naturais do solo, realizando a proteção das culturas. Segundo esse autor, as condições de umidade e aeração, unidas ao equilíbrio do meio ambiente são os fatores que determinam a permanência e manutenção desses microrganismos, permitindo sua utilização como agentes de proteção e preservação do solo.

* Abertura de sulcos para semeadura, plantio ou transplante de diversas culturas.

2.3 INOVAÇÃO: SISTEMA DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL - SPS (TOMATEC)

Segundo Vieira et al.; (2014), ainda não surgiu um sistema de plantio que contemple a produção ambientalmente amigável e que atenda às demandas de mercado pelo tomate. Nesse contexto, pesquisas de Macedo et al.; (2005 e 2016), propõe o conceito de sustentabilidade ambiental ao sistema de produção com base nas Boas Práticas Agrícolas agregando a conservação do solo e da água no conceito do sistema de plantio direto de grãos, no uso eficiente de insumos adubos químicos via irrigação por gotejamento e no Manejo Integrado na cultura do tomate, incluindo aí proteção física dos frutos através do envolvimento das pencas com sacos de papel. Com isso, permitem redução as aplicações de agrotóxicos e possibilitam obter um fruto sem resíduos de agrotóxico e, assim, agregar valor ao produto.

Mazzei *et al.*, (2021) faz importante estudo comparativo entre os três plantios citados, apresentando dados desde o preparo do solo até à comercialização dos produtos no mercado.

2.4 OS AGROTÓXICOS E A CULTURA DO TOMATE

Para Carvalho (2017), não existe tomateiro imune à maioria das pragas e doenças. Por esse motivo, a maneira mais comum de controlar essas infestações continua sendo a aplicação de agrotóxicos, o que provoca risco de contaminação dos trabalhadores envolvidos, resíduos de agrotóxicos nos frutos e solo, impactos no meio ambiente e elevação dos custos.

No Brasil, as referências da ANVISA (2014) autorizam em torno de 500 ingredientes ativos com finalidades de uso agrícola, domissanitário*, não agrícola, ambientes aquáticos e conservantes de madeira.

Segundo o Ministério da Agricultura (D.O.U., 2019), em 2019, houve um total de 385 registros de agrotóxicos, em uma curva de ascensão que representa a mais alta da história. Desse quantitativo, cerca de 120 são utilizados no plantio. Um único ingrediente ativo figura na composição de variadas fórmulas de agrotóxicos comerciais.

2.5 CONTAMINAÇÃO DE SOLOS POR AGROTÓXICOS

O solo funciona como filtro, retendo com isso muitas das impurezas que nele são despejadas. Dessa forma, O caminho dos agrotóxicos no solo será regido pelas

* Utilizado para identificar os saneantes destinados a uso domiciliar.

propriedades químicas, biológicas e físicas dessa matriz. O solo pode ter sua qualidade alterada pelo acúmulo de poluentes atmosféricos, uso de agrotóxicos e fertilizantes e rejeitos sólidos, materiais tóxicos e até radioativos. Quando poluente chega à superfície do solo esses compostos podem atingir o lençol freático (CETESB, 2018).

Características físicas e químicas do solo e **persistência dos agrotóxicos**

As características físicas e químicas do solo como: teor de argila, acidez, quantidade de matéria orgânica presente, textura, quantidade de plantações, pH, capacidade de troca iônica e fatores climáticos, quando em contato com as propriedades físicas e químicas dos agrotóxicos, interação, determinando a maior ou menor persistência do agrotóxico no solo e, conseqüentemente, poderá facilitar ou dificultar o carreamento dessas substâncias para o meio ambiente (EMBRAPA, 2010).

Segundo Alloway (2013), os tipos de solo e suas texturas exercem forte influência na a degradação dos agrotóxicos. Solos argilosos, por exemplo, têm maior retenção do agrotóxico que solos arenosos. Isso se deve ao fato de a estrutura do solo apresentar porosidade e, assim, facilitar a retenção de resíduos.

2.6 DESTINO DOS AGROTÓXICOS NO MEIO AMBIENTE.

A utilização dos agrotóxicos na cultura convencional do tomate é preocupante por conta dos impactos ambientais causados, principalmente aos meios bióticos e abióticos. Além disso, uma série de efeitos é observada entre os trabalhadores do campo: fraqueza, náuseas, tonteira, câncer, lesões hepáticas, alergias, entre outros. Desta forma torna-se muito importante a análise dos frutos, solo e água com a finalidade de quantificação para verificar se estes se encontram dentro dos limites máximos de resíduos (LMR) autorizados pela Anvisa, segundo (RIBAS e MATSUMURA, 2009).

Segundo, Quental, Belém e Oliveira (2021), além dos próprios princípios ativos, um dos grandes problemas do uso dos agrotóxicos é o descarte das embalagens. Os pesquisadores estudaram o descarte de embalagens de agrotóxicos do Cariri (Ceará) e concluíram que o problema é maior do que parece. Pois, é preciso maior conhecimento com relação aos verdadeiros impactos acarretados pelo descarte inadequado de tais embalagens, bem como levar o conhecimento da legislação que se referem à Política Nacional de Resíduos Sólidos e Destacar.

3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho foi tecer a comparação dos níveis de contaminação por resíduos de agrotóxicos em solos dos plantios de tomate convencional, sustentável e orgânico através da otimização do método de extração *QuEChERS* e quantificação por Cromatografia Líquida de Ultra resolução acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial.

4 MATERIAL E MÉTODOS:

4.1 SOLO EMPREGADO NO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

As amostras de solo utilizadas no desenvolvimento deste trabalho foram coletadas em plantações de tomate nas regiões Metropolitana (municípios de Tanguá – Distrito de Mutuapira e São Gonçalo - Distrito de Monjolos) e Serrana (município de Trajano de Moraes – Distrito de Tirol) e Nova Friburgo (Três Picos - 3º Distrito), regiões representativas de cultivo de tomates no Estado do Rio de Janeiro.

4.2 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SOLO

Foram coletadas 84 amostras entre os dias 23/02/2019 a 28/02/2019. O solo foi a única matriz coletada para análises. Estas amostras foram distribuídas da seguinte forma: 28 amostras de solo do plantio convencional; 28 amostras do plantio orgânico e 28 amostras do plantio sustentável.

4.3 PLANO DE AMOSTRAGEM

O plano de amostragem foi elaborado com base nos dados geoestatísticos apresentados no Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas (EMBRAPA, 2006), de maneira que o número de amostras fosse estatisticamente representativo para a determinação dos resíduos de agrotóxicos no solo das áreas em estudo.

4.4 ESCOLHA DAS AMOSTRAS PARA A ETAPA DE VALIDAÇÃO

O solo utilizado nos estudos é classificado como planos solo hidro mórfico estrófico arsênico, pertencente às unidades de mapeamento do Estado do Rio de Janeiro. A região apresenta relevo plano a suavemente ondulado com substrato de sedimentos aluviais recentes.

4.5 PARAMETRIZAÇÃO DO MÉTODO

A parametrização adotada para a validação do método analítico consistiu-se dos seguintes parâmetros: curva analítica e linearidade, limite de detecção, limite de quantificação, exatidão (recuperação) e precisão (repetitividade e precisão intermediária) tornaram-se referência para a obtenção de resultados confiáveis.

4.6 DETERMINAÇÃO DO SOLO BRANCO DE REFERÊNCIA

Devido à complexidade da matriz e aos baixos níveis de concentração em que os agrotóxicos se encontram no solo ($\mu\text{g kg}^{-1}$), o preparo da amostra foi fundamental para a obtenção de resultados confiáveis.

Foram analisadas amostras de solos, em cada área, para serem utilizadas como solo branco de referência, que após a análise laboratorial fossem isentos dos agrotóxicos pesquisados e que pudessem servir de referência zero para os estudos. A estes solos é que se fez as contaminações com os agrotóxicos para seguir a otimização através do método *QuEChERS*, para análise de multirresíduos de agrotóxicos em laboratório, (ANASTASSIADES, 2003).

4.7 OTIMIZAÇÃO DO MÉTODO

O método de extração foi validado de acordo com o Guia de Garantia da Qualidade Analítica - SANTE (*European Commission*, 2018). Os valores estabelecidos neste manual atendem aos requisitos da Decisão 2018/657.

Estudos de Cardoso e Freitas (2020), retratam que na fase de extração das amostras para a análise por cromatografia, alguns compostos presentes na matriz que se deseja analisar permanecem como interferentes no processo analítico. Os autores citam que considerar o efeito matriz é um importante aliado à obtenção e melhores resultados analíticos.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: seletividade; efeito matriz; linearidade; recuperação; limite de detecção (LD); limite de quantificação (LQ) e repetibilidade. Os cálculos foram realizados pelos softwares MassLynxTM® e Microsoft Excel® (ANJOS, 2016).

No método proposto, a seletividade foi avaliada através da análise de cinco repetições dos extratos amostrais de solos cultivados com tomate. A avaliação da linearidade envolveu a plotagem de uma curva analítica da solução de trabalho contendo os analitos.

O LD (*Limit of detection*) e LQ (*Limit of quantification*) foram calculados pela relação sinal / ruído do equipamento. LD foi a concentração equivalente a três vezes o ruído e LQ foi a concentração equivalente a seis vezes o ruído. A recuperação e repetibilidade do método foram realizadas com amostras de solos em dois níveis: 0,5 e 1,0 µg/L, isto é, 5 vezes o LMR de cada analito, com cinco repetições para cada nível. Exatidão (taxa de recuperação) e Precisão (repetibilidade).

Para o estudo da taxa de recuperação e de repetibilidade, a amostra de solo branco foi batizada com diferentes volumes da solução estoque de fortificação, compondo uma mistura dos agrotóxicos de interesse, em cinco replicatas.

Os resultados da recuperação obtidos situaram-se na faixa aceitável (70-120%). O método mostrou boa repetibilidade para a maioria dos compostos pesquisados, com valores de RSD inferiores a 20%. Todos os compostos estudados satisfizeram aos critérios preconizados pela *European Commission* (2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da Tabela 1 pôde-se perceber que o limite de detecção (LD) do método validado por este trabalho é eficiente para os agrotóxicos presentes nas amostras de solo e torna possível a quantificação de amostras em concentrações variando de 1,42 a 144,28 vezes menores do que as preconizadas pelas monografias autorizadas da ANVISA, como no caso do agrotóxico Tiametoxan. Valores de concentrações encontradas nas amostras abaixo do LD estimado foram considerados como traço.

Tabela 1 - Comparativo entre os LMR/LQ/LD para os agrotóxicos encontrados nas amostras de solo

Substância	Tomate			
	LMR (mg/kg)	LQ	LMR/LQ	LD
Azoxistrobina	NA	0,007	-	0,002
Boscalida	0,050	0,007	7,14	0,002
Carbendazim	NA	0,007	-	0,002
Clorantraniliprole	0,300	0,007	42,86	0,002
Clotianidina	0,300	0,007	42,86	0,002
Diafentiurom	0,500	NV	NV	NV
Difenoconazol	0,100	0,007	14,28	0,002
Dimetomorfe	0,500	0,007	71,40	0,002
Espinetoram	0,010	0,007	1,42	0,002
Espinosade A	0,100	0,013	7,70	0,004
Espinosade D	0,100	0,013	7,70	0,004
Fenurom	Excluído ou não registrado no Brasil	0,007	-	0,002
Imidacloprido	0,500	0,007	71,40	0,002
Indoxacarbe	0,100	0,007	7,70	0,002
Metalaxil M	NA	0,007	-	0,002
Metoxifenosida	NA	0,007	-	0,002

Tiametoxam*	1,000	0,007	144,28	0,002
--------------------	-------	-------	--------	-------

NA: não autorizado para cultura; NV- agrotóxico não validado pelo método.

Fonte: Elaborada pelos autores - Consulta na página da ANVISA em 12.02.2020

Observações:

*O LMR faz referência princípio ativo tiametoxam e à clotianidina (metabólito).

A Tabela 2 a seguir, correlaciona as amostras que apresentaram resultados positivos e as concentrações dos agrotóxicos, quantificadas em mg/Kg de solo, pelo método analítico validado.

Tabela 2 - Resumo dos resultados das amostras reais de solo colhidas nas áreas de plantio do tomate (mg/Kg de solo)

Resumo dos resultados das amostras reais de solo colhidas nas áreas de plantio do tomate (mg/Kg de solo)

Agrotóxico	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1. Azoxistrobina	0,003			0,0025		0,009	0,06
3. Boscalida						Traços	
4. Carbendazim						0,0065	0,0085
5. Clomazona *							
6. Clorantraniliprole				0,036	X	0,071	0,223
7. Clotianidina				0,027		X	0,0185
8. Diafentiuron				0,0255		X	
9. Difenconazol	0,003			0,038			0,0285
10. Dimetomorfe		0,0105		0,48		0,096	0,0275
11. Espinetoram						X	X
12. Espinosade A						0,002	
13. Espinosade D						X	X
14. Fenuron	X		Traços	X	Traços	X	X
15. Imidacloprido	X	Traços				0,008	0,006
16. Indoxacarbe				0,0235		0,0015	
17. Metalaxil M	Traços	Traços		0,0085		0,024	0,001
18. Metoxifenoazida				0,1415		0,0105	
19. Tiametoxan				0,0315		0,0225	0,0255

Nota: A1, A2, A3 = sistema de produção sustentável (TOMATEC/EMBRAPA); A4 e A5 = sistema de produção orgânica; A6 e A7 = sistema de produção convencional - Fonte: os confeccionada pelos autores. **X = houve detecção do agrotóxico. Entretanto, por haver desvio nos dados considerados para validação (CV, r, R²), não foi possível quantificar** - Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicaram que as amostras de solos das áreas A1, A2 e A3 provenientes do sistema de plantio sustentável e as amostras dos solos da área A5, proveniente do sistema de plantio orgânico estão isentas de contaminação dos agrotóxicos estudados.

Nas amostras assinaladas com X, foram registradas concentrações do agrotóxico pelo sistema cromatográfico. Entretanto, por desvio de algum dos parâmetros levados em consideração para validação e quantificação do método pelo Guia Sante (*European Comission, 2018*), os resultados não puderam ser confiavelmente calculados.

As amostras de solos das áreas A4 (Sistema Sustentável) e A6 e A7 (Sistema convencional), apesar de satisfazerem aos LMR's da ANVISA para os frutos, apresentaram teores mais elevados de alguns agrotóxicos, como mostra a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Resumo dos resultados mais expressivos dos contaminantes encontrados nas amostras

Agrotóxico	A4			A6			A7		
	0-5	5-10	10-20	5-10	10-20	10-20	0-5	5-10	10-20
Azoxistrobina	0,0025			0,0090	0,0035	0,006	0,060	0,012	0,003
Carbendazim				0,0065	0,0065	0,0045	0,0085	0,003	0,002
Clorantraniliprole	0,036	0,030	0,010	0,071	0,035	0,039	0,223	0,073	0,073
Clotianidina	0,027	0,013	X	X	Traços	X	0,0185	0,021	0,021
Diafenturon	0,0255	0,007		X					
Difenoconazol	0,038	0,0065	X				0,0285	0,006	X
Dimetomorfe	0,480	0,117	0,019	0,096	0,015	0,084	0,0275	0,006	0,002
Imidacloprido				0,008	X	0,004	0,006	0,003	X
Indoxacarbe	0,0235	0,002		0,0015					
Metalaxil-M	0,0085	0,002		0,0240	0,038	0,065	0,001	X	
Metoxifenoazida	0,1415	0,0275	0,003	0,0105	0,0115	0,010			
Tiametoxan	0,0315	0,005	Traços	0,0225	0,002	0,008	0,0255	0,0380	0,0300

Fonte: Elaborada pelos autores

As áreas 06 e 07 (plântio convencional) situam-se no 3º distrito de Nova Friburgo, região de Três Picos, na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. Segundo Barcellos (2013), essa última região foi devastada pela enchente em 2011 que atingiu o município e se tornou um dos maiores desastres naturais do Brasil. Entretanto, os teores ainda se encontram dentro do LMR preconizado pela ANVISA.

Estudos de Gonzales (2016) citam que além das mortes e dos prejuízos materiais, a precipitação intensa de chuvas em intervalo pequeno de tempo, acarretou uma série de deslizamentos de encostas, enchentes e, conseqüentemente, inundações de rios na Região

Serrana do Estado do Rio de Janeiro, provocando o revolvimento do solo e mudando todo o panorama original e a constituição do solo desta região.

A título ilustrativo, torna-se importante estabelecer um comparativo entre as concentrações dos agrotóxicos encontrados nos solos com os resultados das análises realizadas para os tomates colhidos nas mesmas regiões (Tabela 4).

Tabela 4 - Comparativo dos resultados das concentrações de agrotóxicos encontradas no solo com os resultados das análises feitas para os frutos nas mesmas áreas analisadas.

Agrotóxico	A4				A6				A7			
	Solos			Tomate	Solos			Tomate	Solos			Tomate
	0,5	5,10	10,20	INCQS	0,5	5,10	10,20	INCQS	0,5	5,10	10,20	PARA
1. Azoxistrobina	0,002			NE	0,009	0,0035	0,006	NE	0,060	0,012	0,003	NE
3. Boscalida					Traços							
4. Carbendazim					0,006	0,0065	0,004	NE	0,008	0,003	0,002	<LQ
5. Clomazona *											X*	
6. Clorantraniliprole	0,036	0,030	0,010	NE	0,071	0,035	0,039	NE	0,223	0,073	0,073	NE
7. Clotianidina	0,027	0,013	X	NE	X	<LQ	X	NE	0,018	0,021	0,021	<LQ
8. Diafenturon	0,025	0,007		NE	X							
9. Difenconazol	0,038	0,006	X	NE					0,028	0,006	X	NE
10. Dimetomorfe	0,480	0,117	0,019	NE	0,096	0,015	0,084	NE	0,027	0,006	0,002	<LQ
11. Espinetoram					X	X	X		X			
12. Espinosade A					0,002	X	X					
13. Espinosade D					X	X	X		X	X	X	
14. Fenuron	X	0,002	<LQ	NE	X	X	X	NE	X	X	X	
15. Imidacloprido					0,008	X	0,004	NE	0,006	0,003	X	0,017
16. Indoxacarbe	0,023	0,002		NE	0,001							
17. Metalaxil M	0,008	0,002		NE	0,024	0,038	0,065	NE	0,001	X		NE
18. Metoxifenoziada	0,141	0,027	0,003	NE	0,01	0,011	0,010	NE				
19. Tiametoxan	0,031	0,005	<LQ	NE	0,022	0,002	0,008	NE	0,025	0,038	0,03	<LQ

NE – Não encontrado na análise; PARA – Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxico do Ministério da Agricultura Pesca e Abastecimento - Fonte: elaborada pelos autores.

Para as amostras das áreas A1, A2, A3 e A5, tanto os solos quanto os frutos mostraram resultados de ausência de resíduos de todos os agrotóxicos estudados.

Para as áreas A4, A6 e A7 (Tabela 5), comparando as concentrações dos agrotóxicos no solo e nos frutos foi possível observar que os níveis de agrotóxicos são muito baixos nos sistemas Sustentável e Orgânico e que podem ser residuais de cultivos antigos.

Os teores encontrados no solo não se relacionaram com os encontrados nos frutos, o que pode ser indicado pela ausência de resíduos nos frutos dos cultivos Sustentável e Orgânico para o sistema de plantio sustentável (amostras 4 e 6). No sistema Sustentável as técnicas do MIP e da proteção dos frutos com papel glassyne ou granapel, os protege de maiores contaminações advindas das aplicações dos agrotóxicos. No cultivo Orgânico já era esperado não haver sinais de resíduos de agrotóxicos, pois esse sistema não utiliza agroquímicos (adubos e agrotóxicos industriais). No sistema Convencional a presença de resíduos deve estar relacionada à aplicação exagerada durante cada cultivo e não podemos

associar a presença desses resíduos a sua presença no solo. O que podemos afirmar neste trabalho é que os valores encontrados nos solos cultivados nesse sistema apresentam mais agrotóxicos e com níveis mais altos.

Os dados das análises dos agrotóxicos nos frutos para o sistema convencional foram coletados do relatório PARA (2017). Comparando-se dessa forma esse sistema, percebeu-se que a concentração do agrotóxico imidacloprido foi maior no fruto do que no solo. Possivelmente, isto se deva à forma de irrigação por rega convencional que permite o carreamento e também à aplicação direta dos agrotóxicos nas plantas, sem a efetiva proteção dos frutos. Muito embora o estudo comparativo seja meramente ilustrativo, pois os dados de análise dos solos foram comparados com resultados dos frutos fornecidos pelo relatório do relatório PARA, 2016, não tendo sido realizadas as análises para comprovação.

Tabela 5 - Comparação dos LMR's autorizados pela ANVISA com as concentrações de agrotóxicos encontrados no solo

Agrotóxico	LMR ANVISA (mg/Kg)	A4			A6			A7		
		0-5	5-10	10-20	5-10	10-20	10-20	0-5	5-10	10-20
Azoxistrobina	NA	0,002			0,009	0,003	0,006	0,060	0,012	0,003
Carbendazim	NA				0,006	0,006	0,004	0,008	0,003	0,002
Clorantraniliprole	0,300	0,036	0,030	0,010	0,071	0,035	0,039	0,223	0,073	0,073
Clotianidina	0,100	0,027	0,013	X	X	Traços	X	0,018	0,021	0,021
Diafentiuiron	0,500	0,025	0,007		X					
Difenoconazol	0,100	0,038	0,006	X				0,0285	0,006	X
Dimetomorfe	0,500	0,480	0,117	0,019	0,096	0,015	0,084	0,0275	0,006	0,002
Imidacloprido	0,500				0,008	X	0,004	0,006	0,003	X
Indoxacarbe	0,100	0,023	0,002		0,001					
Metalaxil-M	0,050	0,0085	0,002		0,024	0,038	0,065	0,001	X	
Metoxifenoazida	NA	0,141	0,027	0,003	0,010	0,011	0,010	0,001		
Tiametoxan	1,000	0,031	0,005	Traços	0,022	0,002	0,008	0,025	0,0380	0,0300

Consulta aos LMRs foi realizada no site da ANVISA em 12/10/2020 - Fonte: elaborada pelos autores.

Em aspectos gerais, todas as amostras apresentaram concentrações de agrotóxicos abaixo dos LMR's permitidos pelas monografias da ANVISA, como podemos observar na

Tabela 5. Porém os resultados obtidos para o plantio convencional são, normalmente mais elevados que os valores obtidos para os plantios do sistema sustentável e orgânico.

O agrotóxico fenuron foi encontrado em todas as amostras de solo, exceto nas das áreas A1 e A2. Este agrotóxico é um dos excluído ou não registrados no Brasil. Entretanto, as concentrações desse composto encontradas nas amostras foram classificadas como traços, isto é, abaixo de limite de detecção do pelo método analítico.

Foram encontradas as concentrações apresentadas na Tabela 6, a seguir:

Tabela 6 - Concentrações dos agrotóxicos NÃO AUTORIZADOS para aplicação no tomate, encontrados no solos do plantio convencional analisados.

Agrotóxico	A6			A7		
	5-10	10-20	10-20	0-5	5-10	10-20
1. Azoxistrobina	0,0090	0,0035	0,006	0,060	0,012	0,003
2. Carbendazim	0,0065	0,0065	0,0045	0,0085	0,003	0,002

Fonte: Elaborada pelos autores

Com relação aos agrotóxicos azoxitrobina e carbendazim, a situação das áreas 6 e 7 é preocupante, sobretudo porque esses agrotóxicos não são autorizados pela ANVISA para aplicação no plantio do tomate. Na área 6 os baixos níveis indicam que esses produtos podem ter sido aplicados a muito mais tempo e os valores encontrados para os mesmos sejam residuais. O método multirresíduos otimizado permitiu a análise simultânea das substâncias com seus respectivos limites de quantificação (LQ), incluídos no programa oficial de monitoramento de tomate brasileiro

6 CONCLUSÕES

Em aspectos gerais, todas as amostras apresentaram concentrações de agrotóxicos permitidas pelas monografias da ANVISA. Porém, os resultados obtidos para o plantio convencional, apesar de estarem dentro das conformidades exigidas, são mais elevados do que os valores obtidos para os plantios do sistema sustentável e orgânico.

Mesmo com valores dentro dos preconizados pela ANVISA, os resultados obtidos servem de alerta para o risco de contaminação dos solos.

A cromatografia líquida de ultra resolução acoplada à espectrometria de massas sequencial foi adequada para a detecção e quantificação desses analitos na matriz solo. O método é adequado para análises quantitativas de agrotóxicos avaliados em solos derivados do plantio do tomate dentro da faixa de trabalho estipulada, demonstrando sensibilidade

para detectar concentrações bem abaixo daquelas exigidas pelos LMR's preconizados pelas monografias da ANVISA.

O sistema de plantio ao qual o solo e os frutos estão submetidos pode gerar diferenças na dissipação e, conseqüentemente, nas concentrações dos agrotóxicos no solo, apresentando maiores concentrações nos solos do sistema de cultivo convencional e menores (próximo do zero) nos solos dos sistemas de planto sustentável e orgânico.

Se por um lado é preocupante encontrar agrotóxico não autorizado nas amostras de solo, mesmo em limites muito baixos de concentração, por outro, isso demonstra que o método otimizado por este trabalho apresenta elevada eficácia, devido à capacidade de quantificar até mesmo agrotóxicos não autorizados para uso.

Conseguiu-se ainda validar o método para mais 240 agrotóxicos. O método foi utilizado para análise de resíduos de agrotóxicos em 84 amostras de solo provenientes dos três plantios de tomate. Os resultados comprovaram que os solos onde são plantados os tomates pelos sistemas orgânico e TOMATEC são isentos de resíduos de agrotóxicos, apresentando nível zero dos contaminantes estudados.

Ao contrário do que se imaginava nas hipóteses desse trabalho, o solo convencional, apesar de apresentar maiores concentrações dos agrotóxicos, demonstrou resultados satisfatórios, se comparados aos valores de LMR preconizados pela ANVISA.

REFERÊNCIAS

- AGROLINKFITO - **Bula Carbendazim Nortox** – Registro no Ministério: 12911. Consultado em: 27/02/2020; Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/carbendazim-nortox_8588.html
- ALLEONI, Luis Reynaldo Ferracciú; CAMARGO, Otávio Antônio de; CASAGRANDE, José Carlos; SOARES, Marcio Roberto – **Química dos Solos Altamente Intemperizados** – ESALQ – Editora: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 2016.
- ALLOWAY, Brian J. - *Environmental Pollution: Heavy Metals In Soils Trace Metals And Metalloids In Soils And Their Bioavailability*, 2013.
- ALVES, Alda Cristiane de Oliveira; SANTOS, André Luis de Sousa dos; AZEVEDO, Rose Mary Maduro Camboim de - *Organic agriculture in Brazil: a path to for the compulsory certification* – Revista Brasileira de Agroecologia, 7(2): 19-27, 2012.
- ALVARENGA, Ângelo Albérico; SOUZA, Filipe Bittencourt Machado de; PIO Rafael; GONÇALVES, Emerson Dias; PATTO, Leonardo Silva - **Produção e qualidade dos frutos de cultivares e seleções de pessegueiro na Serra da Mantiqueira** - Bragantia vol.72 no.2; Campinas Apr./June 2013 - Epub July 23, 2013.
- ANASTASSIADES, M; LEHOTHAY, SJ; STAJNBAHER, D; SCHENCK, FJ. *Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residue in produce*. J AOAC Int. 86: 412-431, 2003.
- ANJOS, Marianna Ramos dos; CASTRO, Izabela Miranda de; SOUZA, Maria de Lourdes Mendes de; LIMA, Virgínia Verônica de; NETO, Francisco Radler de Aquino - *Multiresidue Method for Simultaneous Analysis of Aflatoxin M1, Avermectins, Organophosphate Pesticides and Milbemycin in Milk by Ultra Performance Liquid Chromatography Coupled to Tandem Mass Spectrometry* - Food Additives & Contaminants: Part A; 2016.
- ANVISA - **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. 2014. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 11 de outubro de 2018.
- ANVISA - **NOTA TÉCNICA 02/2017 - Posicionamento da Anvisa referente à Recomendação 028/2016 aprovada em Reunião Plenária do Conselho**, 2017.
- ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária) - **Lei proíbe agrotóxico DDT em todo país**. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2009/200509.htm> > Acesso em: outubro, 2018.
- BARCELLOS, Diogo Figueiredo - **Proposição de Métodos de Valoração Para Avaliação de Impactos Socioambientais de Desastres Naturais: O Caso Das Inundações Na Região Serrana do Estado Do Rio de Janeiro Em 2011** – UNB, 2013.

BASTIAN, Lillian - **Transição No Regime Sociotécnico Alimentício Dominante: O Processo de Convencionalização dos Mercados De Orgânicos**, UFRS, Rio Grande do Sul, 2018.

CARDOSO, Josiane Moreira; FREITAS, Silvia de Souza - **Avaliação do efeito de matriz na quantificação dos agrotóxicos parationa metílica, folpet e mirex em água por cromatografia gasosa com detecção por captura de elétrons (GC/ECD) / Evaluation of the matrix effect on the quantitation of pesticides methyl parathion, folpet and mirex in water using gas chromatography with electron capture detection (GC/ECD)** – Brazilian Journal of Development, v.6; n.7, 2020.

CARVALHO, Carla Roberta Ferraz; PONCIANO, Nivaldo José; SOUZA, Cláudio Luis Melo de - **Levantamento dos agrotóxicos e manejo na cultura do tomateiro no município de Cambuci – RJ**. Ciência Agrícola, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 15-28, 2017.

CETESB - **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. Disponível em: <<http://solo.cetesb.sp.gov.br/>> Acesso em: 10 de novembro de 2018.

Commission Decision No. 657/2002. Implementing Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results. Off. J. Eur. Commun. L 221: 8-36, 2002.

Commission Regulation (EC) No. 1881/2006. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Off. J. Eur. Commun. L364: 5-24, 2006.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU) - Ministério da Agricultura (M.A.), Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária/Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas/Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins - **Avaliação toxicológica dos produtos: aminopirralide ácido técnico; azoxistrobin; rainvel xtra; imidacloprid; ipconazole; dimetomorfe; bometil; pyrimethanil técnico; pyriproxyfen** de 22 de Julho de 2019.

Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/252537213/dou-suplemento-secao-1-22-07-2019-pg-31> - Acesso: 27/02/2020.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU) - Ministério da Agricultura (M.A.), Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária/Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas/Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins - **ATO Nº 62, DE 13 DE SETEMBRO, 2019**. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/ato-n-62-de-13-de-setembro-de-2019-216556339> - Acesso: 27/02/2020.

Ehlers, Eduardo - **O Que é Agricultura Sustentável** – Editora e livraria Brasiliense, 2017.

EMBRAPA - **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental: Solo, Água e Sedimentos**, 2016.

ESALQ - **Simpósio de defensivos agrícolas: tópicos relevantes e principais desafios**, ESALQ / 2017.

FIORINI, Cibelle VA; Silva, Derly José H da; Mizubuti, Eduardo SG; Barros, Jordão de S; da Silva, Laércio J; Milagres, Carla; Zapparoli, Murilo R. - **Characterization of tomato**

lines originated of the interspecific cross with relationship to late blight resistance - Hort. Bras. vol.28 no.2 Brasília - April/June, 2010.

GONZALES, Denise. **Análise da percepção de risco e vulnerabilidade a partir dos alunos do ensino médio na vivência de Nova Friburgo RJ após desastre natural de 2011-** GOT, nº 9 – Revista de Geografia e Ordenamento do Território (junho de 2016) GOT, nº. 9 – Geography and Spatial Planning Journal – June, 2016.

MACEDO, José Ronaldo - **TOMATEC[®], Bases tecnológicas para o cultivo de tomate no sistema de produção TOMATEC** – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 45 p.: il. Color. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 189), 2016.

MAZZEI (a), João Roberto Fortes.; FREIRE, Estevão; SERRA, Eduardo G.; MACEDO, José Ronaldo de; OLIVEIRA, Angélica C. de; BASTOS, Lúcia Helena P.; Cardoso, MARIA HELENA W. M. – **Método multirresíduos para análise de 240 agrotóxicos em solos do plantio de tomate por cromatografia líquida de ultra desempenho acoplada à espectrometria de massa** – Revista Científica Multidisciplinar núcleo do conhecimento – ed. 01, ano 06, 2021.

MAZZEI (b), João Roberto Fortes.; FREIRE, Estevão; SERRA, Eduardo G.; MACEDO, José Ronaldo de; OLIVEIRA, Angélica C. de; BASTOS, Lúcia Helena P.; Cardoso, Maria Helena W. M. – **Pesquisa de campo: uma análise comparativa entre os métodos de plantio convencional, orgânico e sustentável da produção de tomates** - Revista Científica Multidisciplinar núcleo do conhecimento – ed. 01, ano 06, 2021.

MOREIRA, Gisele R; SILVA, Derly José H da; CARNEIRO, Pedro CS; PICANÇO, Marcelo C; VASCONCELOS, A., Aline de; PINTO, Cleide Maria F. - **Herança de caracteres de resistência por antixenose de *Solanum pennellii* à traça-do-tomateiro em cruzamento com 'Santa Clara'** - Hort. Bras. vol. 31 no. 4 - Vitória da Conquista Oct./Dec, 2013.

MORÓN Ríos, Alejandro; ALAYÓN Gamboa, JOSÉ Armando - **Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México Avances en Investigación Agropecuaria**, vol. 18, núm. 3. pp. 35-40 - Universidad de Colima, México, 2014.

NASCIMENTO, Abadia dos R; JÚNIOR, Manoel S Soares; CALIARI, Márcio; FERNANDES, Paulo M; RODRIGUES, Janaína PM; CARVALHO, Webber T de - **Quality of tomatoes for fresh consumption grown in organic and conventional systems in the state of Goiás** - Hort. Bras. vol.31 no.4 - Vitória da Conquista Oct./Dec, Brazil, 2013.

PAYER, Rosangela - **Proteção biológica e Monitorização da Traça-do-tomateiro, Tuta Absoluta, Meirick** – Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

QUENTAL, Raimundo Leite; BELÉM, José de Figueiredo; OLIVEIRA, Alyne Leide de - **O uso de produtos agrotóxicos: destinação das embalagens/ The use of agricultural products: package destination** – Brazilian Journal Of Development (BJD) – V. 7 – n.1, 2021.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. **A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente.** Revista Liberato, 10, 14, 149-158, 2009.

SANTE/11945/2018 - *Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed.* Disponível em: <http://www.pesticides.eu/library/docs/allcrl/AqcGuidance_SANTE_2015_11945.pdf> Acesso em: outubro, 2018.

OLIVEIRA Jr, R.S.; REGITANO, J.B. **Dinâmica de pesticidas no solo.** p. 187-248. In: Alleoni, L.R.F; Melo, V.F., eds. *Química e Mineralogia do Solo, Parte II.* SBCS, Viçosa, MG, BRA, 2009.

SANTIAGO, Odineia - *Comparative study of organic and conventional vegetable trading in Manaus, Amazonas* - Revista Brasileira de Agroecologia Rev. Bras.de Agroecologia. 9(3):124-139, 2014.

SILVA, Paolo Augustus Freitas - **Suscetibilidade De Tuta Absoluta (Meyrick) A Inseticidas: Monitoramento E Caracterização Da Resistência Ao Clorfenapir** – UFPE, 2019.

VIEIRA, Darlene Ana de Paula; CARDOSO, Karla Cristina Rodrigues, DOURADO; KASSIA KISS F.; CALIARI, Márcio; JÚNIOR, Manoel Soares - **Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável- Pombal - PB - Brasil), v 9. n. 3, p. 100 -108, 2014.

WIVES, Daniela Garcez; CASTILHO, Carolina Braz de e Silva; MACHADO, João Armando Dessimon - **Resiliência social na Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul: o uso dos sistemas ecológicos na produção de banana** – Revista do Desenvolvimento Regional - Faccat - Taquara/RS - v. 12, n. 1, jan/jun, 2015.

4 APRESENTAÇÕES E PARTICIPAÇÕES DO TRABALHO

4.1 Workshop

4th Workshop on environmental Engeneering Program (PEA - Poli/UFRJ – June 11-15, 2018 – Sustainable Technogical Innovations

4.2 Congresso

IX Congresso Estadual de Agronomia do Rio de Janeiro – IX CEA/RJ

Realizado no mês de outubro de 2020 pela Associação dos Engenheiros Agrônomos do Rio de Janeiro

4.2.1 Certificado de participação

CERTIFICADO

Certificamos que



CEA2020
Congresso Estadual
de Agronomia
Outubro

João Roberto Fortes Mazzei

participou do IX Congresso Estadual de Agronomia do Rio de Janeiro – IX CEA/RJ, realizado no mês de outubro de 2020 pela Associação dos Engenheiros Agrônomos do Rio de Janeiro.
Carga horária: 40 horas

Rio de Janeiro, 30 de outubro de 2020



Ana Paula Guimarães de Farias
Presidente do IX CEA e da AEARJ

Realização



AEARJ
Associação dos Engenheiros Agrônomos do Estado do Rio de Janeiro

Patrocínio



MUTUA-RJ
Associação dos Engenheiros Agrônomos do Estado do Rio de Janeiro

Para verificar a autenticidade deste certificado, acesse o link: <http://ixcea.xtstage.com.br/validar/> e informe o código:13434880

4.2.2 Certificado de apresentação

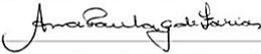
CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho intitulado

**ESTUDO DAS CONCENTRAÇÕES DE AGROTÓXICOS
NO SOLO PROVENIENTES DO MÉTODO DE PLANTIO
DO TOMATE TOMATEC**

dos autores João Roberto Fortes Mazzei, Eduardo Gonçalves Serra, Estevão Freire, José Ronaldo de Macedo e Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso foi apresentado por João Roberto Fortes Mazzei durante o IX Congresso Estadual de Agronomia do Rio de Janeiro – IX CEA/RJ realizado no mês de outubro de 2020 pela Associação dos Engenheiros Agrônomos do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro, 30 de outubro de 2020



Ana Paula Guimarães de Farias
Presidente do IX CEA e da AEARJ

Realização



AEARJ
Associação dos Engenheiros Agrônomos do Rio de Janeiro

Patrocínio



MUTUA-RJ
União de Engenheiros Agrônomos do Rio de Janeiro

Para verificar a autenticidade deste certificado, acesse o link: <http://ixcea.xtgate.com.br/validar/> e informe o código: 25952256

5 DISCUSSÕES

5.1 No primeiro artigo

Pesquisa de campo: uma análise comparativa entre os métodos de plantio

Foi realizado um estudo prévio com o objetivo de melhor conhecer os tipos de plantio estudados por este trabalho. O artigo traz uma avaliação comparativa entre três tipos de plantio do tomate: convencional, orgânico e sustentável (TOMATEC®), desde o preparo do solo à comercialização no mercado. O trabalho foi realizado no norte fluminense do estado do Rio de Janeiro, junto a grupos que produzem o fruto nesses três tipos de plantio. Os principais resultados mostraram, através do sistema sustentável de plantio da EMBRAPA (inovação), que é possível utilizar agrotóxicos com consciência ambiental e produzir frutos livres de resíduos. As doenças, no sistema convencional, são controladas pela aplicação de fungicidas e bactericidas. No plantio sustentável, utiliza-se uma mistura de detergente caseiro com óleo de soja, calda bordalesa, leite de vaca, fungicidas de contato e fungicidas sistêmico, e,

no sistema de produção orgânica, é comum não deixar a doença se instalar na planta, através do controle preventivo do preparo e da proteção do solo. No controle de pragas, o sistema convencional realiza a aplicação inseticidas compostos por variados princípios ativos. No sistema orgânico, privilegia-se o controle de insetos através do equilíbrio do solo, com isso, as plantas adquirem maior resistência às doenças e pragas. No sistema sustentável, não há tratamento preventivo, e sim curativo. Os preços do fruto no mercado para o plantio convencional sofrem flutuações e dependem da oferta, enquanto os tomates dos sistemas orgânico e sustentável não apresentam flutuações. A produção orgânica não tem capacidade instalada para atender às demandas de mercado. Com isso, o sistema sustentável vem ganhando espaço no mercado e se expandindo pelo Sudeste e Sul do país.

5.2 No segundo artigo

Método Multirresíduos para Análise de 240 Agrotóxicos em Solos do Plantio de Tomate por Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho Acoplada à Espectrometria de Massa

O manuscrito retrata a validação e otimização um método analítico para a determinação de resíduos para os agrotóxicos-foco: Azoxistrobina, Boscalida, Carbendazim, Clorantraniliprole, Clotianidina, Diafentiuiron, Difenconazol, Dimetomorfe, Espinetoram, Espinosade A, Espinosade D, Fenuron, Imidacloprido, Indoxacarbe, Metalaxil M, Metoxifenoza, Tiametoxan em solo derivado do plantio do tomate, com o objetivo de comparar os níveis de contaminação desses compostos em amostras. Foi utilizado o método de extração QuEChERS modificado e Cromatografia Líquida de Ultra Desempenho acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial (CLUE-MS/MS), com fonte de ionização por Eletronebulização no modo ESI (+/-). O método consistiu na extração de 15,0 g de solo com 15 mL de solução saturada de hidróxido de cálcio pH 12,3 e 15 mL de acetonitrila, com consequente partição em efeito "salting out" através de 6,0 g de sulfato de magnésio anidro e 1,5 g de cloreto de sódio. As fases foram separadas por centrifugação a 3700 rpm por 7 min. Os extratos foram diluídos com MeOH grau licrossolv® e injetados em cromatógrafo. O método foi validado com base nos parâmetros de linearidade, LOD, LOQ, precisão e exatidão. Linearidade entre 0,2 e 20,0 µg L⁻¹, coeficientes de determinação maiores que 0,99. Os valores de LOQ para o método foram 13 µg kg⁻¹ para Espinosade e 7,0 µg kg⁻¹ para os demais pesticidas. O método apresentou boa precisão, com valores

de RSD < 20%, e exatidão, com recuperações entre 70 e 120% para a grande maioria dos compostos analisados. As curvas analíticas foram preparadas com extratos de solo branco de referência, de forma a minimizar o Efeito Matriz. O método foi considerado adequado para a análise de resíduos de agrotóxicos em solo, uma vez que satisfaz aos parâmetros de validação de métodos cromatográficos (*European Commission*, 2018).

Foi possível estender a análise quantitativa para 240 agrotóxicos dentro do espectro dos autorizados e não autorizados pela ANVISA para uso no plantio do tomate. (AGROFIT, 2013).

5.3 No terceiro artigo

Estudo comparativo das concentrações de agrotóxicos no solo provenientes dos métodos de plantio do tomate convencional, orgânico e sustentável

Esta pesquisa comparou os níveis de contaminação por agrotóxicos nos solos provenientes de três sistemas de plantios do tomate: convencional, orgânico e sustentável. O trabalho foi realizado em uma parceria entre o Programa de Engenharia Ambiental da UFRJ (PEA); Instituto Nacional da Qualidade da Saúde (INCQS/FIOCRUZ) e o Instituto Nacional de Pesquisa do Solo (INPS/EMBRAPA). O trabalho otimizou um método para determinação quantitativa de 240 agrotóxicos em solos provenientes da plantação de tomate nos três sistemas. Foi utilizado o método de extração QuEChERS e Cromatografia Líquida de Ultra Resolução acoplada à Espectrometria de Massas Sequencial.

O método desenvolvido e validado foi aplicado com sucesso na determinação dos agrotóxicos estudados em amostras de solos provenientes dos cultivos de tomate convencional, sustentável e orgânico. Os testes de dissipação dos produtos formulados em laboratório mostraram ser o método uma boa alternativa para ensaios preliminares aos testes em campo, pois apesar das limitações das condições simuladas em laboratório, os resultados podem auxiliar na compreensão da dinâmica de dissipação dos agrotóxicos no solo.

Apesar da heterogeneidade das amostras de solo, das diferentes propriedades físico-químicas dos analitos e da diversidade de concentração empregada, o comportamento de dissipação dos agrotóxicos foi semelhante.

O sistema de plantio ao qual o solo e os frutos estão submetidos pode gerar diferenças na dissipação e, conseqüentemente, nas concentrações dos agrotóxicos no solo, apresentando maiores concentrações os solos do sistema de irrigação convencional e menores, os solos dos sistemas de planto sustentável e orgânico.

Os resultados comprovaram que os solos onde são plantados os tomates pelos sistemas TOMATEC são isentos de resíduos de agrotóxicos, apresentando nível zero dos contaminantes estudados. Os solos do sistema convencional, apesar de apresentar maiores concentrações dos agrotóxicos, demonstrou resultados satisfatórios, se comparados aos valores de LMR preconizados pela ANVISA.

6 CONCLUSÃO

O método de extração QuEChERS modificado otimizado neste trabalho, tem como vantagens ser simples e rápido, empregando número reduzido de etapas laboratoriais, o que diminui o gasto de reagentes e aumenta a probabilidade de acertos, além de ser ambientalmente amigável, pois emprega baixo consumo de solventes orgânicos e com menor exposição do seu operador. Estes fatores fazem com que o método QuEChERS modificado seja vantajoso, se comparado aos outros métodos de extração convencional e atende aos princípios da química verde, podendo ser utilizado como referência para investigar a presença de resíduos de Azoxistrobina, Boscalida, Carbendazim, Clorantraniliprole, Clotianidina, Difenconazol, Dimetomorfe, Espinetoram, Espinosade, Fenuron, Imidacloprido, Indoxacarbe, Metalaxil-M, Metoxifenoza, Tiametoxan.

O método QuEChERS modificado com hidróxido de cálcio apresentou melhores resultados de recuperação que o método QuEChERS original para a maioria dos analitos. O método otimizado foi adequado para a extração multirresíduos dos analitos em solos provenientes do plantio de tomate, com extratos claros e isentos de interferências.

A cromatografia líquida de ultra resolução acoplada à espectrometria de massas sequencial foi adequada para a detecção e quantificação desses analitos na matriz, com valores de recuperação entre 70 e 120%, desvio padrão inferior a 20%, limites de quantificação entre 0,007 e 0,013 mg kg⁻¹, respectivamente, e limites de quantificação entre 0,002 e 0,004 mg kg⁻¹, sensíveis e apropriados para atender a legislação vigente no país.

Não houve interferência nas análises para nenhum dos compostos de interesse, nas cinco repetições realizadas com o extrato de matriz. Assim, foi possível obter-se a seletividade do método. Todas as substâncias analisadas apresentaram um comportamento homocedástico no intervalo de trabalho de 0,0032 a 0,0500 µg/mL.

O método é adequado para análises quantitativas de agrotóxicos avaliados em solos derivados do plantio do tomate dentro da faixa de trabalho, demonstrando sensibilidade para detectar concentrações bem abaixo daquelas exigidas pelos LMR's

preconizados pelas monografias da ANVISA.

O sistema de plantio ao qual o solo e os frutos estão submetidos pode gerar diferenças na dissipação e, conseqüentemente, nas concentrações dos agrotóxicos no solo, apresentando maiores concentrações os solos do sistema de cultivo convencional e menores nos solos dos sistemas de plantio sustentável e orgânico.

Ao contrário do que se imaginava nas hipóteses desse trabalho, o solo convencional, apesar de apresentar maiores concentrações dos agrotóxicos, demonstrou resultados satisfatórios, se comparados aos valores de LMR preconizados pela ANVISA.

Em aspectos gerais, todas as amostras apresentaram concentrações de agrotóxicos permitidas pelas monografias da ANVISA. Porém, os resultados obtidos para o plantio convencional, apesar de estarem dentro das conformidades exigidas, são mais elevados do que os valores obtidos para os plantios do sistema sustentável e orgânico.

Mesmo com valores dentro dos preconizados pela ANVISA, os resultados obtidos servem de alerta para o risco de contaminação dos solos. Entretanto, não há como associar a presença de agrotóxicos no solo em baixos níveis com o alimento consumido pela sociedade. Pois, não foi feito o rastreamento dos frutos produzidos nos três sistemas com os solos coletados.

Se por um lado é preocupante encontrar agrotóxico não autorizado nas amostras de solo, por outro, isso demonstra que o método validado por este trabalho apresenta elevada eficácia, devido à capacidade de quantificar até mesmo agrotóxicos não autorizados para uso.

O agrotóxico fenuron foi encontrado em todas as amostras de solo, exceto nas das áreas A1 e A2 do plantio sustentável. Este agrotóxico é um dos excluído ou não registrados no Brasil. Entretanto, as concentrações desse composto encontradas nas amostras foram classificadas como traços, isto é, abaixo de limite de detecção do pelo método analítico.

Com relação aos agrotóxicos azoxitrobina e carbendazim, a situação das áreas 6 e 7 é preocupante, sobretudo porque esses agrotóxicos não são autorizados pela ANVISA para aplicação no plantio do tomate. Na área 6 os baixos níveis indicam que esses produtos podem ter sido aplicados a muito mais tempo e os valores encontrados

para os mesmos sejam residuais.

O método multirresíduos otimizado permitiu a análise simultânea das substâncias com seus respectivos limites de quantificação (LQ), incluídos no programa oficial de monitoramento de tomate brasileiro, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 Concentrações dos agrotóxicos NÃO AUTORIZADOS para aplicação no tomate encontrados no solos analisados

Agrotóxico	A6			A7		
	5-10	10-20	10-20	0-5	5-10	10-20
Azoxistrobina	0,0090	0,0035	0,006	0,060	0,012	0,003
Carbendazim	0,0065	0,0065	0,0045	0,0085	0,003	0,002

Fonte: Confeccionada pelo próprio autor

As áreas 06 (plantio sustentável) e 07 (plantio convencional) situam-se no 3º distrito de Nova Friburgo, região de Três Picos, na região serrana do Estado do Rio de Janeiro.

BARCELLOS (2013) comenta que essa região foi uma das devastadas pela enchente que atingiu o município e se tornou um dos maiores desastres naturais do Brasil. A chuva deixou 918 mortos e cerca de 30 mil desalojados e desabrigados. As cidades mais afetadas foram Nova Friburgo, Teresópolis, Petrópolis, Bom Jardim, São José do Vale do Rio Preto, Areal e Sumidouro.

Como as áreas 06 e 07 são muito próximas, é possível que concentrações de agrotóxicos outrora presentes no solo do sistema de plantio convencional da área 7 possa ter se misturado ao solo da área 6 de sistema de plantio sustentável, acarretando em sinalização positiva para a presença de alguns desses agrotóxicos.

Estudos de GONZALES (2016) cita que além das mortes e dos prejuízos materiais, a precipitação intensa de chuvas em intervalo pequeno de tempo, acarretou uma série de deslizamentos de encostas, enchentes e, conseqüentemente, inundações de rios na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil, especialmente no município de Nova Friburgo no mês de janeiro de 2011, provocando o revolvimento do solo e mudando todo o panorama original e a constituição do solo dessa região.

7 PERSPECTIVAS FUTURAS

- Extensão do trabalho de plantio sustentável para outras lavouras, além do tomate;
- Aumento do escopo de agrotóxicos a serem analisados;
- Realizar estudos em horizontes mais aprofundados do solo;
- Estudar as interações com os agrotóxicos em solos com outras características;
- Avaliação da dissipação de produtos formulados em campo;
- Verificação do nível de contaminação das águas;
- Realizar estudos complementares para determinação quantitativa dos agrotóxicos que não foram validados com base no Guia Sante nesse trabalho;
- Levando em conta o fato de que o governo brasileiro flexibilizou os LMRs e liberou entradas de novos agrotóxicos no país, pode-se tecer um estudo comparativo de como seriam classificadas as amostras de solo analisadas nesse trabalho fossem comparadas com os LMRs antigos e, portanto, mais rigorosos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRODOK- Series Nº 17 Agrodok 17 - ***Cultivation of tomato: production, processing and marketing*** *Cultivation of tomato production, processing and marketing*, 2005.

AGROLINKFITO - **Bula Carbendazim Nortox** – Registro no Ministério: 12911.

Consultado em: 27/02/2020. Disponível em:

https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/carbendazim-nortox_8588.html

ALVES, Alda Cristiane de Oliveira; SANTOS, André Luis de Sousa dos; AZEVEDO, Rose Mary Maduro Camboim de - ***Organic agriculture in Brazil: a path to for the compulsory certification*** – Revista Brasileira de Agroecologia, 7(2): 19-27, 2012.

ALLEONI, Luis Reynaldo Ferracciú; CAMARGO, Otávio Antônio de; CASAGRANDE, José Carlos; SOARES, Marcio Roberto – **Química dos Solos Altamente Intemperizados** – ESALQ – Editora: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 2016.

ANASTASSIADES, M. ***Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residue in produce.*** *Journal of the Association of Official Analytical Chemists International*, v.86, p.412-431, 2003.

ANJOS, Marianna Ramos dos; CASTRO, Izabela Miranda de; SOUZA, Maria de Lourdes Mendes de; LIMA, Virgínia Verônica de; NETO, Francisco Radler de Aquino - ***Multiresidue Method for Simultaneous Analysis of Aflatoxin M1, Avermectins, Organophosphate Pesticides and Milbemycin in Milk by Ultra Performance Liquid Chromatography Coupled to Tandem Mass Spectrometry*** - Food Additives & Contaminants: Part A; 2016.

ANVISA - **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. 2014. Disponível em:<<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 11 de outubro de 2018.

ANVISA - NOTA TÉCNICA 02/2017 - **Posicionamento da Anvisa referente à Recomendação 028/2016 aprovada em Reunião Plenária do Conselho**, 2017.

ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária) - **Lei proíbe agrotóxico DDT em todo país**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2009/200509.htm> > Acesso em: outubro, 2018

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Reavaliação dos agrotóxicos: 10 anos de proteção a população**. Brasília, DF. Publicado em 2 de abril 2009. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2009/150409_1.htm. Acesso: 21 de novembro de 2018.

ARAÚJO, Adélia CP; NOGUEIRA, Diogo P.; AUGUSTO, Lia GS. **Impacto dos praguicidas na saúde**: Estudo da cultura de tomate. Revista de Saúde Pública, v. 34, n. 3, p. 309-313, 2000.

AVANZI, I.R.; GRACIOSO, L.H.; BALTAZAR, M.P.G.; PERPETUO, E.A.; NASCIMENTO, C.A.O - **Uma reflexão aos danos causados por acidentes de organoclorados** - UNISANTA BioScience – p.169 - 178; Vol. 4 - nº 3, 2015.

BAHIA. Secretaria da Saúde do Estado da Bahia. Departamento de Vigilância da Saúde. Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador. **Manual de normas e procedimentos técnicos para vigilância da saúde do trabalhador**. 1995.

BARBOSA, Sara Cristina de Bessa - **Determinação de Resíduos de Pesticidas em Produtos de Origem Vegetal por GC-ECD** - Universidade De Lisboa Faculdade De Ciências Departamento De Biologia Animal, Portugal, 2012.

BARCELLOS, Diogo Figueiredo - **Proposição De Métodos De Valoração Para Avaliação De Impactos Socioambientais De Desastres Naturais: O Caso Das Inundações Na Região Serrana Do Estado Do Rio De Janeiro Em 2011** – UNB, 2013.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman. 844 p. Localização na Biblioteca: 628.5 47 4.ed., 2011.

BASTIAN, Lillian - **Transição no Regime Sociotécnico Alimentício Dominante: O Processo de Convencionalização dos Mercados de Orgânicos**, UFRS, Rio Grande do Sul, 2018.

BASTOS, Lucia Helena Pinto – **Resíduos de agrotóxicos em amostras de leite: uma avaliação visando a vigilância** – Tese de Doutorado – INCQS/FIOCRUZ, 2018.

BECKER, W.F.; WAMSER A.F.; FELTRIM, A.L. - **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina** - Florianópolis, SC, 2016.

BILLAUDOT, B. **Autre développement ou après développement? Un examen des termes du débat.** In: MATAGNE, P. (Org.) *Le développement durable en question.* Paris: L'Harmattan, 2003.

BINSZTOK, Jacob; MACEDO, GIOVANNI, Raimundo de - **Associações dos Agricultores Familiares, Cafeicultura Orgânica e Comércio Justo Na Amazônia: Dilemas E Perspectivas** – NERA, Brasil, 2012.

BOGUSZ, Stanislaw. **Contaminação por compostos organoclorados em salsichas hot-dog comercializadas na cidade de Santa Maria (RS)**, Brasil. *Ciência Rural*, v. 34, n. 5, p. 1593-1596, 2004.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa, Aline. **A química dos agrotóxicos.** *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRUNDTLAND, G. H. (Org.). **Nosso futuro comum.** Rio de Janeiro: FGV, 1987.

BURSZTYN, M. A. A.; BURSZTYN, M. **Desenvolvimento sustentável: biografia de um conceito.** In: NASCIMENTO, E. P. do; VIANNA, J. N. (Org.) *Economia, meio ambiente e comunicação.* Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

CARDOSO, Maria Helena Wohlers Morelli; GOUVÊA, A.V.; NÓBREGA, A.W. - **Validação de método para determinação de resíduos de agrotóxicos em tomate: uma experiência laboratorial.** *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, vol.30, suppl.1, p.63-72, ISSN 0101-2061, Maio, 2010.

CAMARGO, W.P. & CAMARGO, F.P. - **Evolução das cadeias produtivas de tomate indústria e para mesa no Brasil, 1990-2016.** *Informações Econômicas*, 47:50-59, 2017.

CARNEIRO, Fernando Ferreira (Org.) **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde** - Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em:

http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_

Consultado em: 23/11/2018.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa.** Tradução de Raul de Polillo. 2ªed. São Paulo: Portico, p. 16, 1962.

CARVALHO, Carla Roberta Ferraz; PONCIANO, Niraldo José; SOUZA, Cláudio Luis Melo de - **Levantamento dos agrotóxicos e manejo na cultura do tomateiro no**

município de Cambuci – RJ. Ciência Agrícola, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 15-28, 2016.

CASSINI, Sérgio Túlio Alves; ANTUNES, Paulo Wagner Pereira; KELLER, Regina - **Validação de método analítico livre de acetonitrila para análise de microcistinas por cromatografia líquida de alta eficiência** - Quím. Nova vol.36 no.8 São Paulo, 2013.

COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE DA AMERICAL LATINA E CARIBE(**CDMAALC**) - Agenda. S. I.: BID/PNUD/Pnuma, **1991**.

CETESB - **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.** Disponível em:<<http://solo.cetesb.sp.gov.br/> > Acesso em: 10 de novembro de 2018.

CHENG, H. H. - Pesticides in the Soil Environment - An Overview - **Pesticides in the Soil Environment: Processes, Impacts and Modeling**, Volume 2, 1990.

COLBORN, Theo; DUMANOSKI, Dianne; MYERS, John Peterson. **O futuro roubado. L&PM, 2002. 354 p., 2002.**

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar e do solo** - Publicado em: 21/11/2018 | Edição: 223 - Seção: Página: 155 - Órgão: Ministério do Meio Ambiente / Conselho Nacional do Meio Ambiente - RESOLUÇÃO Nº 491, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2018

CONSEA - Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – Referência: **Relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA** (2013). Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117833/NOTA+T%C3%89CNIC>

CURRENCE, T.M. Tomato breeding. I. **Species, origin and botanical characters. Handbuch der pflanzenzuchtung**, 1963, 2, 351-369. FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAOSTAT - Produtividade Mundial. 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em. 28 de novembro de 2018.

D'AMATO, Claudio; TORRES, João P. M. and MALM, Olaf. - **DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental - uma revisão.** Quím. Nova. 2002, vol.25, n.6a, pp.995-1002

DALY, H. Beyond growth. **The economics of sustainable development.** Boston:

Beacon Press, 1996.

DANIELE, P. G.; STEFANO, C.; PRENESTI, E.; SAMMARTANO, S. **Copper(II) complexes of N-(phosphonomethyl)glycine in aqueous solution: a thermodynamic and spectrophotometric study.** *Talanta*, v. 45, n. 2, p. 425-431, 1997.

DHANANJAYAN, V., **Assessment of acetyl cholinesterase and butyryl cholinesterase activities in blood plasma of agriculture workers.**

Indian journal of occupational and environmental medicine ,16(3), 127, 2012.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU) - Ministério da Agricultura (M.A.), Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária/Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas/Coordenação - Geral de Agrotóxicos e Afins **avaliação toxicológica dos produtos: Aminopirralide Ácido Técnico; Azoxistrobin Rainvel Xtra; Imidacloprid; Ipconazole; Dimetomorfe; Bometil; Pyrimethanil Técnico; PYRIPROXYFEN;** 22 de Julho de 2019.

Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/252537213/dou-suplemento-secao-1-22-07-2019-pg-31> - Acesso: 27/02/2020.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU) - Ministério da Agricultura (M.A.), Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária/Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas/Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins - **ATO Nº 62, DE 13 DE SETEMBRO, 2019.** Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/ato-n-62-de-13-de-setembro-de-2019-216556339> - Acesso: 27/02/2020.

DINIZ, Bruno Zago; PASIANI, Juliana Oliveira; TORRES, Priscila; SILVA, Juciê Roniery; CALDAS, Eloisa Dutra. **Knowledge, Attitudes, Practices and Biomonitoring of Farmers and Residents Exposed to Pesticides in Brazil - Laboratory of Toxicology, Department of Pharmaceutical Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Brasilia**, 2011.

DOG, Fengshou - Determination of metaflumizone residues in cabbage and soil using ultra-performance liquid chromatography/ESI-MS/MS, Chinese Academy of Agricultural Sciences - *Journal of Separation Science* 32(21):3692-7, 2009.

EDWARDS, Clive A. **The impact of pesticides on the environment.** In: *The Pesticide Question.* Springer US, p. 13-46; 1993.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: Um guia para ação em defesa da vida.** 1º Ed. Rio de Janeiro. ASPTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa- p. 188, 2011.

LOSAN - **Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional** - Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006). Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11346.htm. Acesso: 28 de novembro de 2018.

LUNDBERG, J. M. *Pharmacology of cotransmission in the autonomic nervous system: integrative aspects on amines, neuropeptides, adenosine triphosphate, amino acids and nitric oxide*. *Pharmacological Reviews*, v. 48, n. 1, p. 113-178, 1996.

MARTINS, Gisele Lutz; Zanella RENATO - **Determinação de Resíduos De Pesticidas Em Solo De Lavoura De Arroz Irrigado Empregando Quechers Modificado e LC-MS/MS**, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2010.

MACEDO, José Ronaldo de - TOMATEC[®], **Bases tecnológicas para o cultivo de tomate no sistema de produção** – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016.

MACEDO, José Ronaldo. **Bases tecnológicas para o cultivo de tomate no sistema de produção TOMATEC** – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 45 p.: il. Color. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 189), 2016.

MACHADO, Karina Menezes. **Retroanálise de um deslizamento de encosta em solo residual no município de nova friburgo – RJ** - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2013

MACHADO, V. de F. **A produção do discurso do desenvolvimento sustentável: de Estocolmo a Rio 92**. Brasília. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, 2005.

MANAHAN, S. E. Química Ambiental. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - **Liberação de Ingredientes ativos para utilização da agricultura**.

Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/> Acesso: 18/09/2020.

MARASCHIN, Leandro. **Avaliação do grau de contaminação por pesticidas na água dos principais rios formadores do Pantanal Mato-Grossense**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2003.

MARTINS, Víctor de Carvalho; GODOY, Ronoel Luiz de Oliveira; LAUDEAUZER, Camila Menezes; GOUVÊA, Ana Cristina Miranda SENNA; SANTIAGO, Manuela Cristina Pessanha de Araujo; BORGUINI, Renata Galhardo; PACHECO, Sidney; NASCIMENTO, Luzimar da Silva de Mattos do; BRAGA, Elaine Cristina de OLIVEIRA. - **Definição de Parâmetros em Espectrometria de Massas Sequencial para Detecção de Fraudes em Café** – Semioses - v.9, n.1, p1-7 - jan/jun, Rio de Janeiro - 2015.

MATEO, Ramón Martin. **Tratado de Derecho Ambiental**. Volume I. Spain: Editorial Trivium. Madrid, 1991.

MATOS, Ísis Dias - **Custos econômicos associados à adequação do uso do solo visando o aumento de infiltração de água na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá** –Universidade Estadual de Campinas Instituto de Economia - Campinas, 2017.

MCCORMICK, J. Rumo ao paraíso: **A história do movimento ambientalista**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1992.

MEADOWS, D. - **Os limites do crescimento**. São Paulo: Perspectiva, 1972.

MMA 2014 - Ministério do Meio Ambiente: **Agrotóxicos**. 2014. Disponível em. Acesso em 27 de novembro de 2020.

MORÓN Ríos, ALAYÓN, Alejandro; GAMBOA, José Armando - **Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México Avances en Investigación Agropecuaria**, vol. 18, núm. 3. pp. 35-40 - Universidad de Colima, México, 2014.

NASCIMENTO, E. P. do; ANDRADE, A. M. de. **2022: Brasil, emergente de baixo carbono e ambientalmente responsável?** In: GIAMBIAG, F.; PORTO, C. (Org.) 2002. Propostas para um Brasil melhor no ano do bicentenário. Rio de Janeiro: Campus, 2011.

NETO, Dorival Washington da Silva - **Estudo epidemiológico na população residente na Baixada Santista - Estário de Santos: Avaliação da morbidade respiratória e de exposição aos contaminantes ambientais**. 114 f. Dissertação de Mestrado em Saúde Coletiva - Universidade Católica de Santos, Santos, 2012.

OGIHARA, Camila Honda - **Desenvolvimento e validação de método para a determinação de multirresíduos de agrotóxicos em solo empregando o método QuEChERS e a cromatografia líquida de ultra alta eficiência acoplada à espectrometria de massas sequencial** – Campinas, SP: [s.n.], 2018.

OLIVEIRA Jr, R.S.; REGITANO, J.B. **Dinâmica de pesticidas no solo**. p. 187-248. In: Alleoni, L.R.F; Melo, V.F., eds. Química e Mineralogia do Solo, Parte II. SBCS, Viçosa, MG, BRA, 2009.

OLIVEIRA, M. R. **Estudo da Contaminação do solo e pasto, causada por Hexaclorociclohexanos (HCH) na Cidade dos Meninos, RJ**. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental, 1994.

OLIVEIRA, M.F e BRIGHENTI, A.M. **Comportamento dos herbicidas no ambiente**. p. 263-304. In; Oliveira Jr., R.S.; Constantin. J. Biologia e manejo de plantas daninhas. Editora Omnipax, Curitiba, PR, BRA, 2011.

PATUSSI, Carina; BÜNDCHEN, Márcia. **Avaliação in situ da genotoxicidade de triazinas utilizando o bioensaio Trad-SHM de Tradescantia clone 4430**. Revista Ciência & Saúde Coletiva, v. 18, n. 4, 2013.

PAYER, Rosangela - **Proteção biológica e Monitorização da Traça-do-tomateiro, Tuta Absoluta, Meirick** – Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

PEDRON, Fabrício de Araújo; AZEVEDO, Antonio Carlos de; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz - **Mineral weathering in Neossolos in a climo-litosequence on the Rio Grande do Sul Plateau**, Cienc. Rural, vol.42, nº.3 - Santa Maria, 2012, Brazil.

PIERINI, Gian Lucca - **Caracterização da Diversidade de Variedades Crioulas de Tomate Conservadas por Agricultores do Extremo Oeste de Santa Catarina**. UFSC, 2016.

PIGNATTI, Wanderlei Antonio; SOUZA E LIMA, Francco Antonio Neri de; LARA, Stephanie Sommerfeld de; CORREA, Marcia Leopoldina Montanari; BARBOSA, Jackson Rogério; LEÃO, Luís Henrique da Costa; PIGNATTI, Marta Gislene. - **Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde** – 2016.

PIMPÃO, Cláudia Turra - **Evaluation of Toxicity in Silver Catfish** – UFPR - Paraná, 2012.

PINTO, C. G. - **Simplified QuEChERS approach for the extraction of chlorinated compounds from soil samples**. Talanta, v. 81, n. 1–2, p. 385–391, 2010.

PRESTES, Osmar D.; FRIGGI, Caroline A.; ADAIME, Martha B.; ZANELLA, Renato - **QuEChERS - A modern sample preparation method for pesticide multiresidue determination in food by chromatographic methods coupled to mass spectrometry**- Quím. Nova, vol.32, no.6 - São Paulo, 2009.

RAMOS, A. M. *et al.* **Evaluation of a modified QuEChERS method for the extraction of pesticides from agricultural, ornamental and forestal soils.** Analytical and Bioanalytical Chemistry, v. 396, p. 2307-2319, 2016.

RAPOSO, Luis; CARDOSO, João Luis - TRABALHOS DE ARQUEOLOGIA: **Actas do Encontro Instituto Português de Arqueologia** - sobre Arqueologia da Arrábia a Instituto Português de Arqueologia, LISBOA, 2011.

RASHID, A. - **Development of a simple extraction and clean-up procedure for determination of organochlorine pesticides in soil using gas chromatography-166 tandem mass spectrometry.** *Journal of Chromatography*, v. 1217, n. 17, p. 2933– 2939, 2010.

REICHERT, José Miguel; SUZUKI, Luis Eduardo Akiyoshi Sanches; REINERT, Dalvan José - **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação** - Academia - Tópicos em ciência do solo, 2007.

RIBAS, Priscila Paul; MATSUMURA, Aida Terezinha Santos - **A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente** – Revista Liberato – Educação, ciência e Tecnologia - v. 10, n. 14, 2009.

RIBEIRO, M. L., Lourencetti, C., Pereira, S. Y., & de Marchi, M. R. R. **Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar.** *Química Nova*, 30 (3), 688, 2007.

RODRIGUES, William Costa - **Metodologia Científica** - FAETEC/IST, Paracambi, RJ, 2007.

SACHS, Ignacy (2011b) “**Entering the anthropocene: ‘Geonauts’ or sorcerer’s apprentices?**” *Social Science Information* (Sage): 462-471, 2011.

SALTON, Júlio Cesar; SILVA, William Marra; TOMAZI, Michely; HERNANI, Luís Carlos - **Determinação da agregação do solo** - Metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste - Dourados, MS, 2012.

SANCO, COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2003). *Document n° SANCO/2007/3131. Method validation and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed.* 3^a ed., Bruxelas, Bélgica, 2007.

SANTE/ 11945/2018 - **Guidance document on analytical quality control**

and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed. Disponível em:

<http://www.pesticides.eu/library/docs/allcrl/AqcGuidance_SANTE_2015_11945.pdf> Acesso em: outubro, 2018.

SANTOS, M.A.T.; AREAS, Miguel Arcanjo; REYES, Felix Guillermo Reyes. **Piretróides – Uma visão geral. Alimentos e Nutrição** - Araraquara, v. 18, n. 3, p. 339- 349, 2008.

SANTIAGO, Odineia - **Comparative study of organic and conventional vegetable trading in Manaus, Amazonas** - Revista Brasileira de Agroecologia Rev. Bras. de Agroecologia. 9(3):124-139, 2014.

SCORZA Jr, R.O. e REGITANO, R.L.O. **Sorção, degradação e lixiviação do inseticida tiametoxam em dois solos de Mato Grosso do Sul.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 16: 564–572, 2012.

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará. **Registro das empresas que comercializam agrotóxicos no estado**, 2014. Disponível em: http://www.semace.ce.gov.br/registro-de-das-empresas-que-comercializam-agrotoxicos-no-estado/agrotoxicos/consulta-de-agrotoxicos-2/?nome_comercial=rimo&fabricante=&tipo_agrotoxico=&status_produto=>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

SHI, C.- **Determination of oxadiargyl residues in environmental samples and rice samples. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 84, n. 2, p. 236–239, 2010.

SILVA, Paolo Augustus Freitas - **Suscetibilidade de Tuta Absoluta (MEYRICK) a inseticidas: monitoramento e caracterização da resistência ao clorfenapir – UFPE**, 2019.

SILVA, Ana Paula Ferreira da; SOUSA, Anete Araújo de. **Alimentos orgânicos da agricultura familiar no Programa Nacional de alimentação Escolar do Estado de Santa Catarina, Brasil / Organic foods from family farms in the National School Food Program in the State of Santa Catarina**, 701-714, nov-dez. 2013, 701-714, SC, Brazil, 2013.

SOARES, Lara Cristina Teixeira; NETO, Álvaro José dos Santos - **Protetores de analitos e efeito de matriz em GC** - Scientia Chromatographica 2012; 4(2):139-152 Instituto Internacional de Cromatografia, 2012.

SOBER - Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR) - **Relatório - 1º Trimestre 2019**, MAPA, Brasil, 2019.

STEDILE, João Pedro – **A questão Agrária no Brasil - Tendências Do Capital Na Agricultura** – 1ª Edição – Expressão Popular, São Paulo. 2013.

STOYTCHIEVA, M. **Pesticides in the Modern World - Trends in Pesticides Analysis**. InTech, 2011.

Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/howto-link/pesticides-in-the-modern-world-trends-in-pesticides-analysis>> Acesso em: out. 2015.

TADEO, J. L. **Analysis of herbicide residues in cereals, fruits and vegetables**. *Journal of Chromatography A*, v. 882, n. 1, p. 175-191, 2000.

TAKAHASHI, Keiko - **Production and quality of mini tomato in organic system with two stems conduction and top pruning** - *Hortic. Bras.* vol.33 no.4 Vitoria da Conquista, Oct./Dec., 2015.

KEBARLE, Paul; Tang, Liang - **From ions in solution to ions in the gas phase the mechanism of electrospray mass spectrometry** – *ACS Publications - Anal. Chem.* 65, 22, 972 - 986, 1993.

VIANNA, Ulysses Rodrigues; CARVALHO, José de Oliveira, CARVALHO, José Romário de; - **Tópicos especiais em Ciência Animal VI** [e-book] / – 1ª ed. – Alegre, ES: UNICOPY, 2017.

USA EPA (*United States Environmental Protection Agency*) **Method 608, Organochlorine pesticides and PCB**, *Federal Register*, vol. 49, N° 209, 1984

VALE, F.X.R.; JESUS Junior, W.C.; RODRIGUES, F.A.; Costa, H.; Souza, C.A. **Manejo de doenças fúngicas em tomateiro**. In: Silva, D.J.H.; Vale, F.X.R. (Ed.). *Tomate: tecnologia de produção*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 1, 159 198, 2007.

VALENTE, Nuno Ilídio Pereira. **Análise de pesticidas organofosforados em toxicologia forense**. Universidade de Aveiro - Departamento de Química, 2014.

VEIGA, J. E. da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. 3.ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

VENTURA, C; NIETO, M. R; BOURQUINGNON, N; LUX-Lantos, V; RODRIGUEZ, H; CAO, G; REI, A; COCCA, C; NUNES, M. **Pesticide chlorpyrifos acts as an endocrine disruptor in adult rats causing changes in mammary gland hormonal balance.** *The Journal of Steroid Biochemistry Molecular Biology*, 156: 1-9, 2016.

VIEIRA, Darlene Ana de Paula; CARDOSO, Karla Cristina Rodrigues, DOURADO; Kassia Kiss F.; CALIARI, Márcio; JÚNIOR, Manoel Soares - **Qualidade física e química de *mini-tomates Sweet Grape* produzidos em cultivo orgânico e convencional.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável-Pombal - PB - Brasil*, v 9. n. 3, p. 100 -108, 2014.

VILARINHO, Fernanda - **Pesticidas** - Repositório Instituto Nacional da Saúde, 2011.

WARD, B.; DUBOS, R. **Uma terra somente: a preservação de um pequeno planeta.** São Paulo: Melhoramentos; Universidade de São Paulo, 1973.

WIVES, Daniela Garcez; CASTILHO, Carolina Braz de e Silva; MACHADO, João Armando Dessimon - **Resiliência social na Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul: o uso dos sistemas ecológicos na produção de banana** – *Revista do Desenvolvimento Regional - Faccat - Taquara/RS* - v. 12, n. 1, jan/jun, 2015.

ANEXOS

Anexo 1 Resumo dos resultados da avaliação - Coeficientes de correlação (r) e de determinação (R²)

Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA	
	r	R ²		r	R ²		r	R ²
1: 2,6-Diclorobenzamida	0,9806	0,9615	107: Espinosade A	0,9987	0,9974	213: Metrafenona	0,9998	0,9996
2: 3-OH-Carbofurano	0,9985	0,997	108: Espinosade D	0,9997	0,9995	214: Metribuzim	0,9959	0,9918
3: Abamectina	0,9716	0,944	109: Espirodiclofeno	0,999	0,998	215: Metroprotrina	0,9996	0,9992
4: Acefato	0,9999	0,9999	110: Espiromesifeno	0,9845	0,9693	216: Metsulfurom metílico	0,9978	0,9955
5: Acetamiprido	0,9994	0,9988	111: Espirotetramato	0,9995	0,9989	217: Mevinfós	0,998	0,9961
6: Acetocloro	0,9984	0,9968	112: Espiroxamina	0,9993	0,9987	218: Miclobutanil	0,9977	0,9954
7: Acibenzolar-s-metílico	0,9657	0,9326	113: Esprocarbe	0,9999	0,9997	219: Molinato	0,998	0,996
8: Alacloro 1	0,9986	0,9973	114: Etidimurrom	0,9986	0,9972	220: Monalida	0,9992	0,9983
9: Alacloro 2	0,9922	0,9845	115: Etiofencarbe	0,9993	0,9986	221: Monocrotofós	0,9995	0,999
10: Alanicarbe	0,968	0,937	116: Etiofencarbe sulfona	0,9983	0,9967	222: Monolinurrom	0,9995	0,9989
11: Aldicarbe	0,9793	0,959	117: Etiofencarbe sulfóxido	0,9994	0,9987	223: Moxidectina	0,9736	0,9479
12: Aldicarbe sulfona	0,9976	0,9952	118: Etiona	0,9998	0,9996	224: Neburom	0,999	0,998
13: Aldicarbe sulfóxido	0,9993	0,9986	119: Etiprole	0,9936	0,9871	225: Nitenpiram	0,9984	0,9968
14: Ametrina	0,9992	0,9983	120: Etirimol	0,9998	0,9996	226: Norflurazom	0,9988	0,9976
15: Amicarbazona	0,9959	0,9918	121: Etobenzanida	0,9883	0,9767	227: Novalurrom	0,94	0,8835
16: Aminocarbe	0,9994	0,9988	122: Etofenprox	0,9998	0,9997	228: Nuarimol	0,9982	0,9965
17: Atrazina	0,999	0,998	123: Etofumesato	0,9986	0,9971	229: Ometoato	0,954	0,9101
18: Azaconazol	0,9993	0,9986	124: Etoprofós	0,9989	0,9977	230: Oxadiargil	0,9684	0,9378
19: Azadiractina	SR	SR	125: Etozazol	0,9992	0,9984	231: Oxadixil	0,9993	0,9985
20: Azametifós	0,9998	0,9997	126: Etrinifós	0,9953	0,9907	232: Oxamil	0,9996	0,9991
21: Azinfós etílico	0,9953	0,9906	127: Famoxadona	0,9986	0,9972	233: Oxamil oxima	0,9981	0,9961

22: Azinfós metílico	0,999	0,9979	128: Fenamidona	0,9983	0,9967	234: Oxicarboxina	0,9996	0,9991
Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA	
	r	R ²		r	R ²		r	R ²
23: Azociclotina	SR	SR	129: Fenamifós	0,999	0,9981	235: Paclbutrazol	0,9983	0,9967
24: Azoxistrobina	0,9995	0,9989	130: Fenarimol	0,9927	0,9854	236: Parationa etilica	0,8102	0,6564
25: Benalaxil	0,9984	0,9968	131: Fenazaquina	0,9994	0,9987	237: Pencicuirom	0,9994	0,9988
26: Bendiocarbe	0,9994	0,9989	132: Fenbuconazol	0,9982	0,9965	238: Penconazol	0,9974	0,9949
27: Benfuracarbe	0,945	0,893	133: Fenhexamida	0,9976	0,9952	239: Pendimetalina	0,9983	0,9966
28: Benomil	0,9993	0,9986	134: Fenmedifam	0,9996	0,9991	240: Picoxistrobina	0,9989	0,9979
29: Benzoato de emamectina	0,9979	0,9959	135: Fenobucarbe	0,9998	0,9996	241: Pimetrozina	0,9989	0,9978
30: Bifenazate	0,9969	0,9939	136: Fenoxicarbe	0,9995	0,9991	242: Piperonil butóxido	0,9998	0,9996
31: Bitertanol	0,9944	0,9889	137: Fenpiroximato	0,9993	0,9985	243: Piraclostrobin	0,9992	0,9984
32: Bromofos etil	-0,06	0,0036	138: Fenpropidina	0,9989	0,9979	244: Pirazofós	0,9994	0,9989
33: Boscalida	0,9982	0,9964	139: Fenpropimorfe	0,9984	0,9967	245: Piridabem	0,9993	0,9987
34: Bromuconazol	0,9994	0,9987	140: Fentiona	0,958	0,9177	246: Piridafentiona	0,9986	0,9972
35: Bupirimato	0,9997	0,9993	141: Fentiona sulfóxido	0,998	0,996	247: Pirifenox	0,9998	0,9996
36: Buprofezina	0,9988	0,9975	142: Fentoato	0,9994	0,9988	248: Pirimetanil	0,9998	0,9997
37: Butacloro	0,9978	0,9956	143: Fenurom	0,9986	0,9973	249: Pirimicarbe	0,9994	0,9988
38: Butocarboxim	0,9925	0,985	144: Flonicamida	0,9954	0,9908	250: Pirimicarbe desmetil	0,9995	0,999
39: Butocarboxim sulfóxido	0,9998	0,9995	145: Fluazifope-p-butílico	0,9988	0,9976	251: Pirimifós etílico	0,9991	0,9981
40: Cadusafós	0,9987	0,9975	146: Flubendiamida	0,8173	0,6679	252: Pirimifós metílico	0,9984	0,9968
41: Carbaril	0,9999	0,9998	147: Flufenacete	0,9998	0,9996	253: Piriproxifem	0,9994	0,9987
42: Carbendazim	0,9996	0,9993	148: Flufenoxurom	0,9996	0,9991	254: Procloraz	0,999	0,9979
43: Carbetamida	0,9993	0,9986	149: Fluoxastrabina	0,9991	0,9983	255: Profam	0,9867	0,9737
44: Carbofurano	0,9998	0,9997	150: Fluquinconazol	0,9793	0,959	256: Profenofós	0,9986	0,9972
45: Carbosulfano	0,2729	0,0745	151: Flusilazol	0,9988	0,9976	257: Prometom	0,9999	0,9998

Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA	
	r	R ²		r	R ²		r	R ²
46: Carboxina	0,9996	0,9993	152: Flusulfamida	0,9525	0,9072	258: Prometrina	0,9993	0,9987
47: Carbutilato	0,9978	0,9957	153: Flutiaceto metílico	0,9928	0,9857	259: Propacloro	-0,0871	0,0076
48: Carfentrazona etílica	0,9979	0,9959	154: Flutolanil	0,9991	0,9981	260: Propanil	0,9199	0,8463
49: Carpropamida	0,9998	0,9995	155: Flutriafol	0,9976	0,9951	261: Propargito	0,9993	0,9986
50: Casugamicina	SR	SR	156: Fluxaproxade	0,998	0,9961	262: Propazina	0,9995	0,9989
51: Cianazina	SR	SR	157: Forclorfenurum	0,9994	0,9988	263: Propiconazol	0,9995	0,999
52: Ciazofamida	0,999	0,998	158: Fosadona	0,9994	0,9989	264: Propizamida (Pronamida)	0,9987	0,9974
53: Cicloxidine	0,9969	0,9938	159: Fosfamidona	0,9979	0,9957	265: Propoxur	0,9995	0,999
54: Ciflufenamida	0,9971	0,9943	160: Fosmete	0,9993	0,9985	266: Proquinazide	0,9958	0,9915
55: Cihexatina	0,9981	0,9963	161: Foxim	0,9939	0,9878	267: Protioconazol	0,9471	0,897
56: Cimoxanil	0,9896	0,9792	162: Fuberidazol	0,9992	0,9984	268: Quinalfós	0,9979	0,9957
57: Ciproconazol	0,9984	0,9969	163: Furalaxil	0,9991	0,9981	269: Quinoxifem	0,9979	0,9996
58: Ciprodinil	0,999	0,9979	164: Furatiocarbe	0,9995	0,9991	270: Quizalofope etílico	0,9905	0,981
59: Ciromazina	0,9965	0,993	165: Halofenosídeo	0,9976	0,9952	271: Rotenona	0,9979	0,9959
60: Cletodim	0,9615	0,9245	166: Heptenofós	0,9999	0,9997	272: Sebutilazina	0,9985	0,997
61: Clodimeforme	0,9967	0,9935	167: Hexaconazol	0,9973	0,9946	273: Sidurom	0,9984	0,9968
62: Clofentezina	0,9796	0,9596	168: Hexitiazox	0,9986	0,9971	274: Simazina	0,9998	0,9997
63: Clomazona	0,0079	0,0001	169: Imazalil	0,9979	0,9959	275: Simetrina	0,999	0,998
64: Clorantraniliprole	0,9996	0,9991	170: Imazapique	0,9985	0,9971	276: Sulfentrazona	0,9814	0,9632
65: Clorbromurom	0,9992	0,9983	171: Imazapir	0,9928	0,9857	277: Tebuconazol	0,9986	0,9972
66: Clorfenvinfós	0,9977	0,9954	172: Imazaquim	0,9983	0,9966	278: Tebufenosida	0,9984	0,9968
67: Clorfluazurom	0,999	0,9981	173: Imzetapir	0,9994	0,9988	279: Tebufenpirade	0,9983	0,9966

68: Clorimuirom etílico	0,992	0,984	174: Imazosulfurom	0,987	0,9741	280: Tebupirinfos	0,5902	0,3483
-------------------------	-------	-------	--------------------	-------	--------	--------------------------	---------------	---------------

Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA	
	r	R ²		r	R ²		r	R ²
69: Cloroxurom	0,9991	0,9982	175: Imibenconazol	0,9989	0,9977	281: Tebutiurom	0,9995	0,999
70: Clorpirifós	0,9886	0,9773	176: Imidacloprido	0,9995	0,999	282: Teflubenzurom	0,2575	0,0663
71: Clorpirifós metílico	0,8016	0,6426	177: Indoxacarbe	0,9981	0,9961	283: Temefós	0,9988	0,9977
72: Clotianidina	0,9963	0,9925	178: Ioxinil	0,9837	0,9678	284: Tepraloxidim 1	0,9975	0,9951
73: Coumafós	0,9994	0,9987	179: Iprovalicarbe	0,9987	0,9974	285: Tepraloxidim 2	0,9903	0,9807
74: Cresoxim metílico	0,997	0,9939	180: Isocarbamida	0,9992	0,9985	286: Terbufós	0,9977	0,9954
75: Cumilurom	0,9634	0,9282	181: Isocarbofós	0,9958	0,9917	287: Terbumetom	0,9996	0,9991
76: Daimurom	0,9991	0,9982	182: Isofenofós	0,9872	0,9745	288: Terbutrina	0,9997	0,9994
77: Dazomete	0,7319	0,5357	183: Isoprocarbe	0,9997	0,9995	289: Tetraconazol	0,9969	0,9938
78: Demeton-S-metílico	0,9988	0,9976	184: Isoprotiolona	0,9996	0,9992	290: Tiabendazol	0,9994	0,9989
79: Desmedifam	0,9998	0,9996	185: Isoproturom	0,9995	0,999	291: Tiacloprido	0,9998	0,9997
80: Diafentiurom	0,9993	0,9986	186: Isoxaflutol	0,9817	0,9638	292: Tiametoxam	0,9992	0,9984
81: Diazinona	0,9992	0,9985	187: Isoxationa	0,9993	0,9985	293: Tiobencarbe	0,9886	0,9773
82: Diclofluanida	0,999	0,998	188: Ivermectina	0,9839	0,968	294: Tiodicarbe	0,9995	0,999
83: Diclorvós	0,9993	0,9986	189: Lactofem	0,9982	0,9965	295: Tiofanato metílico	0,9994	0,9988
84: Dicrotofós	0,9975	0,995	190: Linurom	0,9938	0,9876	296: Tiofanox	0,9757	0,9521
85: Dietofencarbe	0,9962	0,9923	191: Lufenurom	0,9798	0,96	297: Tiofanox sulfona	0,9995	0,999
86: Difenconazol	0,9988	0,9975	192: Malationa	0,9986	0,9971	298: Tiofanox sulfóxido	0,9993	0,9985
87: Difenoxuron	SR	SR	193: Mandipropamida	0,9989	0,9978	299: Tolclofós metílico	0,7637	0,5832

88: Diflubenzuron	0,9978	0,9956	194: Mefenacete	0,9987	0,9973	300: Tolifluanida	0,997	0,9939
89: Dimetenamida	0,9997	0,9994	195: Mefosfolam	0,9985	0,997	301: Triadimefom	0,9974	0,9947
90: Dimetoato	0,9997	0,9995	196: Mepanipirim	0,9996	0,9993	302: Triadimenol	0,9973	0,9946
91: Dimetomorfe	0,9991	0,9982	197: Mepronil	0,9978	0,9957	303: Triazofós	0,9977	0,9954

Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA		Substância	VALIDAÇÃO DA CURVA ANALÍTICA	
	r	R ²		r	R ²		r	R ²
92: Dimoxistrobina	0,9993	0,9987	198: Mesotriona	0,9989	0,9978	304: Triciclazol	0,999	0,9981
93: Diniconazol	0,9976	0,9952	199: Metalaxil	0,9995	0,9991	305: Triclorfom	0,9982	0,9963
94: Dinotefuram	0,938	0,8798	200: Metalaxil M	0,9998	0,9997	306: Tridemorfe	0,9992	0,9985
95: Dioxacarbe	0,9999	0,9998	201: Metamidofós	0,9997	0,9995	307: Trifenmorfe	0,5402	0,2918
96: Dissulfotom	0,9935	0,9871	202: Metconazol	0,9987	0,9974	308: Trifloxistrobina	0,9991	0,9982
97: Diurom	SR	SR	203: Metfuroxam	0,9998	0,9996	309: Triflumizol	0,9994	0,9988
98: DMSA	0,9974	0,9947	204: Metidationa	0,9993	0,9986	310: Triflumurom	0,99	0,9801
99: DMST	0,9989	0,9979	205: Metiocarbe	0,9994	0,9988	311: Triflusuflurom metílico	0,9944	0,9889
100: Dodemorfe	0,9987	0,9974	206: Metiocarbe sulfona	0,9989	0,9978	312: Triforina	0,9794	0,9592
101: Dodine	0,9986	0,9973	207: Metiocarbe sulfóxido	0,9958	0,9917	313: Triticonazol	0,9993	0,9985
102: Doramectina	0,9254	0,8564	208: Metobromurom	0,9985	0,997	314: Uiconazol	0,9977	0,9954
103: Epoxiconazol	0,9987	0,9975	209: Metomil	0,9997	0,9994	315: Vamidotiona	0,9995	0,9989
104: Eprinomectina	0,9976	0,9953	210: Metoprene	0,9529	0,9081	316: Vamidotiona sulfona	SR	SR
105: EPTC	0,9938	0,9877	211: Metoxifenosida	0,9969	0,9939	317: Zoxamida	0,9994	0,9987
106: Espinetoram	0,9973	0,9947	212: Metoxurom	0,9995	0,9991			

Fonte: Confeccionada pelo próprio autor – Adaptada de FIOCRUZ

Nota: agrotóxicos em fonte em **negrito** não foram considerados na validação por não terem apresentado resposta (SR) ou resposta insatisfatória.

Anexo 2 Substâncias validadas na matriz solo, com os respectivos limites de quantificação e a razão sinal/ruído correspondente

Substância	LQ	Razão	Substância	LQ	Razão	Substância	LQ	Razão
	(mg/kg)	Sinal/Ruído		(mg/kg)	Sinal/Ruído		(mg/kg)	Sinal/Ruído
3-OH-Carbofurano	0,0075	111,18	Fentiona sulfóxido	0,0078	1199,74	Nuarimol	0,009	2555,29
Acefato	0,0055	24,29	Fentoato	0,007	5080,15	Oxadixil	0,0075	730,12
Acetamiprido	0,0074	154,46	Fenurom	0,008	1630,64	Oxamil	0,0065	10774,88
Acetocloro	0,0063	29,99	Flonicamida	0,0076	1343,47	Oxamil oxima	0,0066	2175,81
Alacloro 1	0,0079	22,45	Fluazifope-p-butílico	0,0058	4558,75	Oxicarboxina	0,0057	799,72
Alacloro 2	0,0068	64,97	Flufenacete	0,0073	29456,3	Paclobutrazol	0,007	938,34
Aldicarbe sulfona	0,0068	45,95	Flufenoxurom	0,0069	1182,79	Pencicurom	0,006	1523,82
Aldicarbe sulfóxido	0,0066	199,23	Fluoxastrabina	0,0068	686,93	Penconazol	0,008	558,63
Ametrina	0,0069	25,97	Fluquinconazol	0,0086	3885,11	Pendimetalina	0,0073	2849,51
Amicarbazona	0,0083	2501,06	Flusilazol	0,0078	1000,3	Picoxistrobina	0,0078	274794
Aminocarbe	0,0061	27,99	Flutolanil	0,0063	5841,38	Pimetrozina	0,0022	1860,9
Atrazina	0,0078	112,67	Flutriafol	0,0082	63,44	Piperonil butóxido	0,0067	1115,9
Azaconazol	0,0074	39,16	Fluxaproxade	0,0073	500,53	Piraclostrobina	0,007	71274,66
Azametifós	0,0064	923,25	Forclorfenurom	0,0063	6711,86	Pirazofós	0,0078	7133,56
Azinfós etílico	0,0075	24,6	Fosalona	0,0064	87522	Piridabem	0,0063	566,39
Azinfós metílico	0,0063	446,13	Fosfamidona	0,0073	3802,17	Piridafentiona	0,0062	12982,68
Azoxistrobina	0,0066	538,39	Fosmete	0,0049	22985,84	Pirifenox	0,0068	4,93
Benalaxil	0,0076	100,06	Fuberidazol	0,0064	238,78	Pirimetaniil	0,006	445,77
Bendiocarbe	0,0051	82,99	Furalaxil	0,0071	2257,11	Pirimicarbe	0,0067	920,49
Boscalida	0,0076	30,11	Furatiocarbe	0,0064	3758,67	Pirimicarbe desmetil	0,0064	2081,23
Bupirimato	0,0071	21,09	Halofenosídeo	0,0084	4157,54	Pirimifós etílico	0,0068	2062,84
Buprofezina	0,0076	5,86	Heptenofós	0,007	15440,8	Pirimifós metílico	0,0085	1328,61
Butacloro	0,0076	351,03	Hexaconazol	0,0055	403,27	Piriproxifem	0,0069	2053,34
Butocarboxim sulfóxido	0,0066	46321,6	Hexitiazox	0,0068	731,89	Procloraz	0,0061	898,67

Substância	LQ	Razão	Substância	LQ	Razão	Substância	LQ	Razão
	(mg/kg)	Sinal/Ruído		(mg/kg)	Sinal/Ruído		(mg/kg)	Sinal/Ruído
Cadusafós	0,0064	45,91	Imazalil	0,007	197,87	Profenofós	0,0071	5418,93
Carbaril	0,0063	1172,4	Imazetapir	0,0031	86,65	Prometom	0,0069	554,99
Carbendazim	0,0055	166,53	Imibenconazol	0,0086	2210,02	Prometrina	0,0072	701,45
Carbetamida	0,0076	29645,92	Imidacloprido	0,0063	207,19	Propargito	0,0067	155,5
Carbofurano	0,0074	1135,66	Indoxacarbe	0,0062	171,61	2Propazina	0,0067	850,31
Carboxina	0,0062	63043,35	lprovalicarbe	0,0071	967,6	Propiconazol	0,0074	34,06
Carfentrazona etílica	0,0084	1283,33	Isocarbamida	0,0063	11187,52	Propizamida (Pronamida)	0,0072	55341,34
Carpropamida	0,0064	1456,08	Isocarbofós	0,0071	171,66	Propoxur	0,0071	4065,62
Ciazofamida	0,0077	30224,84	Isoprocarbe	0,0072	14124,61	Quinalfós	0,0077	1683,19
Cicloxidine	0,0046	118,5	Isoprotiolona	0,0072	1488,04	Quinoxifem	0,0068	1906,56
Ciflufenamida	0,0062	121,62	Isoproturom	0,0068	779,61	Rotenona	0,0057	368,24
Ciproconazol	0,0062	3496,02	Isoxationa	0,0069	595,57	Sebutilazina	0,0071	1029,73
Ciprodinil	0,0068	127,76	Lactofem	0,0063	216,59	Sidurom	0,0066	464,42
Ciromazina	0,0027	14199,86	Linurom	0,0066	12416,26	Simazina	0,0074	5056,34
Clodimeforme	0,0049	793,9	Malationa	0,0055	6346,77	Simetrina	0,0071	1067,62
Clorantraniliprole	0,0075	276,84	Mandipropamida	0,0078	798,66	Sulfentrazona	0,0092	38,49
Clorbromurom	0,0059	581,03	Mefenacete	0,0063	2168,81	Tebuconazol	0,0078	5,47
Clorfenvinfós	0,0062	35,04	Mefosfolam	0,0086	1977,63	Tebufenosida	0,0074	9389,03
Clorfluazurom	0,007	825,89	Mepanipirim	0,007	1450,51	Tebufenpirade	0,0066	710,28
Cloroxurom	0,0072	14112,73	Mepronil	0,0067	5152,23	Tebutiuro	0,0073	15344,85
Clorpirifós	0,0066	13057,98	Mesotriona	0,0035	161,53	Temefós	0,0074	309,76
Coumafós	0,0055	78,94	Metalaxil	0,0076	1718,44	Tepraloxidim 2	0,0083	3560,72
Cresoxim metílico	0,0062	1745,4	Metalaxil M	0,0072	1104,23	Terbufós	0,0066	229,58
Daimurom	0,0062	1439,04	Fosalona	0,0064	87522	Terbumetom	0,0077	13267,31
Demeton-S-metílico	0,0059	2548,15	Fosfamidona	0,0073	3802,17	Terbutrina	0,0077	1342,53

Substância	LQ	Razão	Substância	LQ	Razão	Substância	LQ	Razão
	(mg/kg)	Sinal/Ruído		(mg/kg)	Sinal/Ruído		(mg/kg)	Sinal/Ruído
Desmedifam	0,005	26989,74	Fosmete	0,0049	22985,84	Tetraconazol	0,0078	758,06
Diafentiurom	0,0038	72,37	Fuberidazol	0,0064	238,78	Tiabendazol	0,0048	497,69
Diazinona	0,0069	1312,61	Furalaxil	0,0071	2257,11	Tiacloprido	0,007	59,35
Diclorvós	0,0062	264,53	Furatiocarbe	0,0064	3758,67	Tiametoxam	0,0076	2,22
Dicrotofós	0,0056	439,87	Halofenosídeo	0,0084	4157,54	Tiobencarbe	0,0057	680,94
Dietofencarbe	0,0057	50770,68	Heptenofós	0,007	15440,8	Tiodicarbe	0,0071	12197,91
Difenoconazol	0,0077	38,83	Hexaconazol	0,0055	403,27	Tiofanato metílico	0,0067	181,99
Diflubenzuron	0,0085	4608,99	Metamidofós	0,0052	1032,05	Tiofanox sulfona	0,0067	9010,67
Dimetenamida	0,0072	5933,39	Metconazol	0,0082	707,62	Tiofanox sulfóxido	0,0078	329,45
Dimetoato	0,0072	30866,33	Metfuroxam	0,0033	38,83	Triadimefom	0,0078	14919,2
Dimetomorfe	0,0072	2,9	Metidationa	0,0069	310,92	Triadimenol	0,0074	18,5
Dimoxistrobina	0,0075	3869,3	Mesotriona	0,0035	161,53	Triazofós	0,0072	119672,9
Diniconazol	0,0055	83,84	Metalaxil	0,0076	1718,44	Triciclazol	0,0076	346,07
Dioxacarbe	0,0064	1231,43	Metalaxil M	0,0072	1104,23	Triclorfom	0,0059	205,6
Dissulfotom	0,007	1523,15	Fosalona	0,0064	87522	Tridemorfe	0,0075	18,09
DMST	0,0085	17082,34	Fosfamidona	0,0073	3802,17	Trifloxistrobina	0,0067	3684,06
Dodemorfe	0,0062	28905,4	Fosmete	0,0049	22985,84	Triflumizol	0,0069	3503,69
Dodine	0,0067	Sem resposta	Fuberidazol	0,0064	238,78	Triflusulfurom metílico	0,0054	3752,64
Epoxiconazol	0,0078	293,31	Furalaxil	0,0071	2257,11	Triticonazol	0,0063	3296,08
Eprinomectina	0,0088	2268,31	Furatiocarbe	0,0064	3758,67	Vamidotiona	0,0074	31568,3
Espinetoram	0,0074	10729,08	Halofenosídeo	0,0084	4157,54	Zoxamida	0,0061	-
Espinosade A	0,0078	1757,72	Heptenofós	0,007	15440,8			
Espinosade D	0,0085	2984,49	Hexaconazol	0,0055	403,27			
Espirodiclofeno	0,0052	63,19	Metamidofós	0,0052	1032,05			
Espirotetramato	0,0066	8931,13	Metconazol	0,0082	707,62			

Substância	LQ	Razão	Substância	LQ	Razão	Substância	LQ	Razão
	(mg/kg)	Sinal/Ruído		(mg/kg)	Sinal/Ruído		(mg/kg)	Sinal/Ruído
Espiroxamina	0,0069	37498,48	Fenbuconazol	0,0084	81,41	Metomil	0,0067	642,09
Esprocarbe	0,0063	947,93	Fenhexamida	0,0052	1306,13	Metoxifenosida	0,006	4451,07
Etidimurom	0,008	5678,53	Fenmedifam	0,0064	11974,88	Metoxurom	0,0073	3215,31
Etiofencarbe	0,0056	386,06	Fenobucarbe	0,0069	3461,97	Metrafenona	0,0066	320,51
Etiofencarbe sulfona	0,0053	519,43	Fenoxicarbe	0,0055	14229,68	Metribuzim	0,0064	72,16
Etiofencarbe sulfóxido	0,007	662,67	Fenpiroximato	0,0067	3583,91	Metroprotrina	0,0077	622,89
Etiona	0,0071	47989,38	Fenpropidina	0,0067	834,46	Metsulfurom metílico	0,0063	6825,75
Etirimol	0,0068	666,35	Fenpropimorfe	0,008	774,3	Mevinfós	0,0067	10,78
Etobenzanida	0,0072	94,28	Metfuroxam	0,0033	38,83	Miclobutanil	0,0067	3288,62
Etofenprox	0,0071	4,62	Metidationa	0,0069	310,92	Molinato	0,0068	2265,84
Etofumesato	0,0064	7556,42	Mesotriona	0,0035	161,53	Monalida	0,0076	37,08
Etoprofós	0,0061	25889,29	Metalaxil	0,0076	1718,44	Monocrotofós	0,0073	76,59
Etoxazol	0,0077	5630,89	Metalaxil M	0,0072	1104,23	Monolinurom	0,0072	818,18
Etrinfós	0,0059	70,68	Metamidofós	0,0052	1032,05	Neburom	0,0065	17315,91
Fenamidona	0,0077	927,76	Metconazol	0,0082	707,62	Nitenpiram	0,0062	258,09
Fenamifós	0,0069	32056,04	Metiocarbe	0,0061	53793,58	Norflurazom	0,0066	12231,89
Fenarimol	0,0068	790,69	Metiocarbe sulfona	0,0059	673,62			
Fenazaquina	0,0061	52,03	Metobromurom	0,007	2573,14			

Fonte: Confeccionada pelo autor – Adaptada de FIOCRUZ

Nota: agrotóxicos em fonte negrito não tiveram a razão sinal/ruído dentro do valor aceitável.

Anexo 3 Concentrações estudadas para os níveis de fortificação avaliado

Nível estudado de fortificação	Concentração original teórica sol 2133-I ($\mu\text{g/mL}$)	Volume sol 2133-I (mL) adicionado à amostra	Concentração após diluição 1:1 com MeOH ($\mu\text{g/mL}$)	Concentração corresponde na amostra (mg/kg)
Nível 1	0,20	0,5	0,0032	0,0067
Nível 2	0,20	1,0	0,0062	0,0133

Fonte: Adaptada do INCQS/FIOCRUZ

Anexo 4 Resultados obtidos da exatidão – recuperação

Substância	Nível 1		Nível 2		Substância	Nível 1		Nível 2	
	Conc.	Rec.	Conc.	Rec.		Conc.	Rec.	Conc.	Rec.
	(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)		(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)
1: 2,6-Diclorobenzamida	0,005875	85	0,014	105	164: Furatiocarbe	0,0064	94,4	0,0144	108,5
2: 3-OH-Carbofurano	0,0075	108,8	0,0144	107,3	165: Halofenosídeo	0,0084	124,3	0,0164	123,4
3: Abamectina	0,0123	179,5	0,0186	139,4	166: Heptenofós	0,007	99,1	0,0142	106,9
4: Acefato	0,0055	81,4	0,0125	95	167: Hexaconazol	0,0055	81,1	0,0135	100,3
5: Acetamiprido	0,0074	106,2	0,0151	113,4	168: Hexitiazox	0,0068	95,7	0,0151	112,9
6: Acetocloro	0,0063	91,8	0,0141	106,7	169: Imazalil	0,007	101,7	0,0138	103,6
7: Acibenzolar-s-metílico	0,0056	78,9	0,0124	92,2	170: Imazapique	0,0012	19,7	0,0031	22,2
8: Alacloro 1	0,0079	116,9	0,0161	121,1	172: Imazaquim	0,0042	61	0,0097	72,6
9: Alacloro 2	0,0068	97,2	0,015	112,5	173: Imazetapir	0,0031	42,3	0,0057	42,7
10: Alanicarbe	0,0106	152,5	0,0164	121,8	174: Imazosulfurom	0,0047	67	0,0106	80,2
11: Aldicarbe	0,006222222	90,88888889	0,0111	83,9	175: Imibenconazol	0,0086	125,7	0,0159	119
12: Aldicarbe sulfona	0,0068	99,2	0,0145	108,7	176: Imidacloprido	0,0063	92,1	0,0143	106,4
13: Aldicarbe sulfóxido	0,0066	99,3	0,0136	103	177: Indoxacarbe	0,0062	90,3	0,0135	101
14: Ametrina	0,0069	101	0,0145	109,3	178: Ioxinil	0,002	27	0,00725	54,25
15: Amicarbazona	0,0083	119,4	0,0174	129,7	179: Iprovalicarbe	0,0071	104,8	0,0159	119,2
16: Aminocarbe	0,0061	88,1	0,0142	105,8	180: Isocarbamida	0,0063	92,1	0,0145	108,7
17: Atrazina	0,0078	112	0,0155	116,8	181: Isocarbofós	0,0071	103,2	0,0144	107,3
18: Azaconazol	0,0074	107,7	0,0152	113,3	182: Isofenofós	0,0067	95,3	0,0148	110,8
20: Azametifós	0,0064	90,8	0,0134	100,7	183: Isoprocarbe	0,0072	105,3	0,0149	111,6
21: Azinfós etílico	0,0075	107,6	0,0135	100,8	184: Isoprotiolorona	0,0072	103,9	0,0152	114
22: Azinfós metílico	0,0063	91,7	0,0142	106,4	185: Isoproturom	0,0068	99,2	0,015	112,8
24: Azoxistrobina	0,0066	95,4	0,0142	106,3	186: Isoxaflutol	0,0066	92,6	0,0153	114,5

Substância	Nível 1		Nível 2		Substância	Nível 1		Nível 2	
	Conc.	Rec.	Conc.	Rec.		Conc.	Rec.	Conc.	Rec.
	(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)		(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)
25: Benalaxil	0,0076	112,8	0,0148	110,9	187: Isoxationa	0,0069	99,6	0,0142	106,8
26: Bendiocarbe	0,0051	74,5	0,0128	95,4	188: Ivermectina	0,004	58,555555 56	0,0089	67,4
27: Benfuracarbe	0,00733333	109	0,0148	112	189: Lactofem	0,0063	93,4	0,0139	104
28: Benomil	0,0064	93,5	0,0136	101,1	190: Linurom	0,0066	95,7	0,0149	111,5
29: Benzoato de emamectina	0,0089	130,4	0,0189	142,9	191: Lufenurom	0,0106	153,2	0,0175	132,6
30: Bifenazate	0,00075	8,75	0,00088889	6,22222222	192: Malationa	0,0055	80,2	0,0136	102,5
31: Bitertanol	0,0062	89,2	0,0148	111,5	193: Mandipropamida	0,0078	112,1	0,0154	116
33: Boscalida	0,0076	111,5	0,0149	110,5	194: Mefenacete	0,0063	92,1	0,0145	109
34: Bromuconazol	0,0063	93	0,0139	103,6	195: Mefosfolam	0,0086	123,2	0,0162	122,6
35: Bupirimato	0,0071	103,1	0,0149	110,7	196: Mepanipirim	0,007	100,9	0,0146	108,7
36: Buprofezina	0,0076	109,3	0,0146	108,7	197: Mepronil	0,0067	96,9	0,0151	113,1
37: Butacloro	0,0076	111,6	0,0162	121,4	198: Mesotriona	0,0035	49,3	0,0092	69,2
38: Butocarboxim	0,0059	83,7	0,0138	103,6	199: Metalaxil	0,0076	109,4	0,0155	115,9
39: Butocarboxim sulfóxido	0,0066	94,8	0,0136	101,6	200: Metalaxil M	0,0072	105,1	0,0155	116,6
40: Cadusafós	0,0064	91,4	0,0147	109,8	201: Metamidofós	0,0052	76,4	0,0119	90,5
41: Carbaril	0,0063	91,5	0,0136	102,6	202: Metconazol	0,0082	118,1	0,016	120,8
42: Carbendazim	0,0055	80,4	0,0125	94,2	204: Metidationa	0,0069	100,7	0,015	111,8
43: Carbetamida	0,0076	110,5	0,0158	118,4	205: Metiocarbe	0,0061	89,7	0,0135	101,3
44: Carbofurano	0,0074	107,2	0,0159	118,8	206: Metiocarbe sulfona	0,0059	81,6	0,0109	81,7
45: Carbosulfano	0,0945	784	0,1346	504,5	207: Metiocarbe sulfóxido	0,0059	84,7	0,0097	71,4
46: Carboxina	0,0062	90,8	0,0129	96,3	208: Metobromurom	0,007	101,6	0,0145	108,6
47: Carbutilato	0,0065	92,8	0,0156	116,5	209: Metomil	0,0067	101,6	0,0152	114,2
48: Carfentrazona etílica	0,0084	121,6	0,0155	115,2	210: Metoprene	0,0043	60,9	0,0129	97,3
49: Carpropamida	0,0064	91	0,0146	109	211: Metoxifenosida	0,006	88,1	0,0146	109,6

Substância	Nível 1		Nível 2		Substância	Nível 1		Nível 2	
	Conc.	Rec.	Conc.	Rec.		Conc.	Rec.	Conc.	Rec.
	(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)		(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)
52: Ciazofamida	0,0077	115,8	0,0159	120,4	212: Metoxurom	0,0073	105,1	0,0151	113,4
53: Cicloxidine	0,0046	70,6	0,0109	81,4	213: Metrafenona	0,0066	96,8	0,0144	108,6
54: Ciflufenamida	0,0062	90,3	0,0152	112,6	214: Metribuzim	0,0064	92,4	0,0144	106,8
55: Cihexatina	0,006	94	0,0065	48,75	215: Metroprotrina	0,0077	113,1	0,0153	114,7
56: Cimoxanil	0,0048	68,1	0,0126	94,8	216: Metsulfurom metílico	0,0063	90	0,0138	102,3
57: Ciproconazol	0,0062	90,5	0,0149	112	217: Mevinfós	0,0067	96	0,0143	107,7
58: Ciprodinil	0,0068	99,2	0,0129	97,6	218: Miclobutanil	0,0067	99,4	0,0159	118,2
59: Ciromazina	0,0027	38,1	0,0069	51,9	219: Molinato	0,0068	99,8	0,0154	115,3
60: Cletodim	0,015333333	227,3333333	0,019333333	145,6666667	220: Monalida	0,0076	110,6	0,0153	115,4
61: Clodimeforme	0,0049	69,8	0,0125	92,8	221: Monocrotofós	0,0073	106,2	0,0146	110,3
62: Clofentezina	0,0032	45,9	0,0119	89,9	222: Monolinurom	0,0072	105	0,0149	112,5
63: Clomazona	2,61625	30413,4	3,048	11430,4	223: Moxidectina	0,0085	122,6	0,0149	111,5
64: Clorantraniliprole	0,0075	109	0,0153	114	224: Neburom	0,0065	95,1	0,0143	108,1
65: Clorbromurom	0,0059	87,4	0,0147	111,2	225: Nitenpiram	0,0062	92,2	0,0121	90,4
66: Clorfenvinfós	0,0062	89,1	0,0145	107,5	226: Norflurazom	0,0066	97,2	0,0148	112,4
67: Clorfluazurom	0,007	100,9	0,0135	102,4	227: Novalurom	0,009	132,2	0,014	105,9
68: Clorimurom etílico	0,0053	78	0,0129	97,1	228: Nuarimol	0,009	127,8	0,0154	115,2
69: Cloroxurom	0,0072	103,7	0,0151	113,7	229: Ometoato	0,0015	20,9	0,0096	72,3
70: Clorpirifós	0,0066	96,7	0,0138	103,7	230: Oxadiargil	0,0065	96,2	0,0176	133,1
71: Clorpirifós metílico	0,001	4,3	0,009222222	62,8	231: Oxadixil	0,0075	109,7	0,0151	113,3
72: Clotianidina	0,0062	92,1	0,0146	109,9	232: Oxamil	0,0065	93	0,0133	100,4
73: Coumafós	0,0055	79,8	0,0129	95,3	233: Oxamil oxima	0,0066	96,6	0,0143	107,2
74: Cresoxim metílico	0,0062	90,5	0,0142	106,5	234: Oxicarboxina	0,0057	82,7	0,0125	94,9
75: Cumilurom	0,0133	194,7	0,0183	136,6	235: Paclobutrazol	0,007	99,7	0,015	111,4

Substância	Nível 1		Nível 2		Substância	Nível 1		Nível 2	
	Conc.	Rec.	Conc.	Rec.		Conc.	Rec.	Conc.	Rec.
	(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)		(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)
76: Daimurom	0,0062	90,5	0,0145	108,6	237: Pencicuirom	0,006	88,8	0,0143	106,7
78: Demeton-S-metílico	0,0059	87	0,0138	103,7	238: Penconazol	0,008	116,4	0,0152	115,2
79: Desmedifam	0,005	72,2	0,0112	84,3	239: Pendimetalina	0,0073	106,6	0,0148	110,8
80: Diafentiurum	0,0038	53,7	0,0042	32,5	240: Picoxistrobina	0,0078	113,2	0,0155	115,7
81: Diazinona	0,0069	99,9	0,0139	104,3	241: Pimetrozina	0,0022	34	0,0073	54,4
82: Diclofluana	0,0038	53,9	0,0097	73,1	242: Piperonil butóxido	0,0067	99,8	0,0148	111,5
83: Diclorvós	0,0062	91,1	0,0143	107,5	243: Piraclostrobina	0,007	102,1	0,0146	110,1
84: Dicrotofós	0,0056	81,5	0,0142	106,8	244: Pirazofós	0,0078	113,7	0,0159	119,5
85: Dietofencarbe	0,0057	81,8	0,0144	108,7	245: Piridabem	0,0063	91	0,0146	109
86: Difenconazol	0,0077	112,2	0,0148	111	246: Piridafentiona	0,0062	89,9	0,0148	112
88: Diflubenzuron	0,0085	123,5	0,0157	118,2	247: Pirifenox	0,0068	95,2	0,0141	106,2
89: Dimetenamida	0,0072	102,3	0,015	111,8	248: Pirimetanil	0,006	88,7	0,0132	100,3
90: Dimetoato	0,0072	103,7	0,0151	113,1	249: Pirimicarbe	0,0067	98,7	0,0146	109,4
91: Dimetomorfe	0,0072	105,4	0,015	111,5	250: Pirimicarbe desmetil	0,0064	92,8	0,014	104,9
92: Dimoxistrobina	0,0075	110,1	0,0158	117,5	251: Pirimifós etílico	0,0068	101,3	0,0148	111,7
93: Diniconazol	0,0055	80,3	0,014	104,2	252: Pirimifós metílico	0,0085	123,9	0,0162	122,1
94: Dinotefuram	0,018	263	0,0235	175,5	253: Piriproxifem	0,0069	100,9	0,0149	112,2
95: Dioxacarbe	0,0064	92,9	0,0136	102,8	254: Procloraz	0,0061	89	0,0134	101,3
96: Dissulfotom	0,007	100,7	0,0132	98,6	255: Profam	0,0115	171	0,015	112,2857143
98: DMSA	0,0144	211,2	0,0293	218,7	256: Profenofós	0,0071	102,3	0,0144	107
99: DMST	0,0085	124,4	0,0172	128,7	257: Prometom	0,0069	101,4	0,0146	109,9
100: Dodemorfe	0,0062	90,5	0,0141	105,8	258: Prometrina	0,0072	103,2	0,0151	113,7
101: Dodine	0,0067	96,1	0,0128	95,7	260: Propanil	0,0149	216,9	0,0215	161,5
102: Doramectina	0,0008	6,2	0,0078	59	261: Propargito	0,0067	98,7	0,0142	107,6

Substância	Nível 1		Nível 2		Substância	Nível 1		Nível 2	
	Conc.	Rec.	Conc.	Rec.		Conc.	Rec.	Conc.	Rec.
	(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)		(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)
103: Epoxiconazol	0,0078	113	0,0156	116,2	262: Propazina	0,0067	96,9	0,0148	110,8
104: Eprinomectina	0,0088	126,4	0,0159	120,3	263: Propiconazol	0,0074	106,8	0,0153	115,7
105: EPTC	0,0044	62,5	0,0125	95,1	264: Propizamida (Pronamida)	0,0072	104,7	0,0155	116
106: Espinetoram	0,0074	103,5	0,0149	111,5	265: Propoxur	0,0071	102,9	0,0148	111,5
107: Espinosade A	0,0078	114,4	0,0159	118,9	266: Proquinazide	0,008	117	0,0143	107,7
108: Espinosade D	0,0085	122,8	0,0157	118,7	267: Protioconazol	0,0065	73,5	0,0115	86
109: Espirodiclofeno	0,0052	76,6	0,013	98,4	268: Quinalfós	0,0077	111,7	0,0158	118
110: Espiromesifeno	0,0058	83,9	0,0117	87,7	269: Quinoxifem	0,0068	99,5	0,0147	109,7
111: Espirotetramato	0,0066	94,1	0,0146	109,3	270: Quizalofope etílico	0,0065	93,2	0,0151	113,3
112: Espiroxamina	0,0069	99,8	0,015	113,3	271: Rotenona	0,0057	84,1	0,0142	106,6
113: Esprocarbe	0,0063	93	0,0148	110,5	272: Sebutilazina	0,0071	105,1	0,0151	113,8
114: Etidimurum	0,008	116,3	0,0164	123,3	273: Sidurom	0,0066	95,3	0,0154	115,3
115: Etiofencarbe	0,0056	81,2	0,0121	91,5	274: Simazina	0,0074	107,9	0,0156	116,2
116: Etiofencarbe sulfona	0,0053	76,2	0,0123	91,5	275: Simetrina	0,0071	105	0,0143	109
117: Etiofencarbe sulfóxido	0,007	101,4	0,0146	108,5	276: Sulfentrazone	0,0092	131,7	0,0167	125,1
118: Etiona	0,0071	103,1	0,0149	111,8	277: Tebuconazol	0,0078	112,7	0,015	113,2
119: Etiprole	0,0052	75,8	0,0137	103,5	278: Tebufenosida	0,0074	107	0,0158	118,2
120: Etirimol	0,0068	98,9	0,0139	103,4	279: Tebufenpirade	0,0066	95,8	0,0142	105,8
121: Etobenzanida	0,0072	104,1	0,014	105,1	280: Tebupirinfos	0,0496	400,7777778	0,029	108,875
122: Etofenprox	0,0071	104,2	0,0148	111,7	281: Tebutiurom	0,0073	105,6	0,015	113,1
123: Etofumesato	0,0064	92,7	0,0154	115,3	282: Teflubenzurom	0,1785	518,4	0,12175	365,9
124: Etoprofós	0,0061	88,4	0,015	111,7	283: Temefós	0,0074	107,1	0,0151	114,1
125: Etoxazol	0,0077	113,1	0,0152	113,4	284: Tepraloxidim 1	0,0062	88,6	0,0154	115,6
126: Etrinós	0,0059	86,8	0,0138	104,5	285: Tepraloxidim 2	0,0083	117,1	0,0143	107,1

Substância	Nível 1		Nível 2		Substância	Nível 1		Nível 2	
	Conc.	Rec.	Conc.	Rec.		Conc.	Rec.	Conc.	Rec.
	(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)		(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)
127: Famoxadona	0,0054	79,7	0,0129	97,1	286: Terbufós	0,0066	97,8	0,0155	117
128: Fenamidona	0,0077	111,4	0,016	120,3	287: Terbutetom	0,0077	111,4	0,0155	114,7
129: Fenamifós	0,0069	100,1	0,0139	105,6	288: Terbutrina	0,0077	110,8	0,0154	115,3
130: Fenarimol	0,0068	97,8	0,0141	105,7	289: Tetraconazol	0,0078	112,3	0,0149	110,7
131: Fenazaquina	0,0061	89,4	0,014	105,8	290: Tiabendazol	0,0048	71,6	0,0101	75,4
132: Fenbuconazol	0,0084	122,4	0,0159	120	291: Tiacloprido	0,007	103,4	0,0147	111,6
133: Fenhexamida	0,0052	77,9	0,0142	106	292: Tiametoxam	0,0076	109,8	0,0155	116,3
134: Fenmedifam	0,0064	92,6	0,0126	94,7	293: Tiobencarbe	0,0057	83,2	0,015	113,2
135: Fenobucarbe	0,0069	101	0,0149	112,3	294: Tiodicarbe	0,0071	101	0,0146	109,5
136: Fenoxicarbe	0,0055	80,6	0,0139	103,5	295: Tiofanato metílico	0,0067	97,5	0,0129	96,9
137: Fenpiroximato	0,0067	100,1	0,0143	107,2	296: Tiofanox	0,0116	168,4	0,018	134
138: Fenpropidina	0,0067	98,6	0,0147	109,6	297: Tiofanox sulfona	0,0067	96,4	0,0141	104,7
139: Fenpropimorfe	0,008	116,2	0,0153	114,9	298: Tiofanox sulfóxido	0,0078	112,8	0,0158	119,4
140: Fentiona	0,0068	97,7	0,0141	106	299: Tolclofós metílico	0,003	8,5	0,00985714	52,3
141: Fentiona sulfóxido	0,0078	112,2	0,016	119,3	300: Tolifluanida	0,0039	54,9	0,0097	72,9
142: Fentoato	0,007	102,1	0,0151	113,1	301: Triadimefom	0,0078	112,6	0,0151	113,3
143: Fenurom	0,008	115,9	0,016	119,4	302: Triadimenol	0,0074	108,8	0,0153	116,4
144: Flonicamida	0,0076	110,6	0,0156	116,6	303: Triazofós	0,0072	104	0,0157	116,8
145: Fluazifope-p-butílico	0,0058	83	0,0132	99,1	304: Triciclazol	0,0076	110,8	0,0137	104,1
146: Flubendiamida	0,03485714	508	0,03044444	227,888889	305: Triclorfom	0,0059	84,8	0,0137	102,8
147: Flufenacete	0,0073	106,8	0,0159	118,7	306: Tridemorfe	0,0075	110,1	0,0141	107,8
148: Flufenoxurom	0,0069	99,7	0,0135	102,3	289: Tetraconazol	0,0078	112,3	0,0149	110,7
149: Fluoxastrabina	0,0068	98,7	0,0153	113,9	290: Tiabendazol	0,0048	71,6	0,0101	75,4
150: Fluquinconazol	0,0086	125,7	0,0163	122,1	291: Tiacloprido	0,007	103,4	0,0147	111,6
151: Flusilazol	0,0078	116	0,0162	121,8	292: Tiametoxam	0,0076	109,8	0,0155	116,3

Substância	Nível 1		Nível 2		Substância	Nível 1		Nível 2	
	Conc.	Rec.	Conc.	Rec.		Conc.	Rec.	Conc.	Rec.
	(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)		(mg kg ⁻¹)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(%)
153: Flutiaceto metílico	0,008	115,6	0,0164	123,5	293: Tiobencarbe	0,0057	83,2	0,015	113,2
154: Flutolanil	0,0063	93,5	0,0152	114	294: Tiodicarbe	0,0071	101	0,0146	109,5
155: Flutriafol	0,0082	117,7	0,016	119,9	308: Trifloxistrobina	0,0067	100,6	0,014	104,6
156: Fluxaproxade	0,0073	107,3	0,016	119,5	309: Triflumizol	0,0069	101,9	0,0151	113,3
157: Forclorfenurom	0,0063	91,4	0,0129	96,9	310: Triflumurom	0,0036	51	0,0111	82,6
158: Fosadona	0,0064	93,1	0,0149	111,3	311: Triflusulfurom metílico	0,0054	78,8	0,0126	95,3
159: Fosfamidona	0,0073	108,5	0,0154	115	312: Triforina	0,01116667	162,666667	0,0165	124,9
160: Fosmete	0,0049	73,4	0,0115	86	313: Triticonazol	0,0063	91	0,015	113,3
161: Foxim	0,004	58,2	0,0113	85,3	314: Uniconazol	0,0073	106	0,015	113,4
162: Fuberidazol	0,0064	92,3	0,0124	93,7	315: Vamidotiona	0,0074	106,4	0,015	112,5
163: Furalaxil	0,0071	103,4	0,0156	116,4	317: Zoxamida	0,0061	90,4	0,0146	109,2

Fonte: Confeccionada pelo autor – Adaptada do INCQS/FIOCRUZ

Anexo 5 Resumo dos resultados da fortificação da matriz solos – precisão – repetibilidade

Substância	Precisão-Repetibilidade		Substância	Precisão-Repetibilidade	
	Critério £ 20 %			Critério £ 20 %	
	Nível 1	Nível 2		Nível 1	Nível 2
2,6-Diclorobenzamida	34	28	Furatiocarbe	9	6
3-OH-Carbofurano	11	8	Halofenosídeo	15	12
Abamectina	17	20	Heptenofós	7	9
Acefato	10	8	Hexaconazol	18	11
Acetamiprido	7	7	Hexitiazox	10	11
Acetocloro	18	13	Imazalil	9	10
Acibenzolar-s-metílico	17	36	Imazapique	21	18
Alacloro 1	9	9	Imazapir	-	7
Alacloro 2	9	6	Imazaquim	24	12
Alanicarbe	18	17	Imazetapir	14	10
Aldicarbe	37	34	Imazosulfurom	29	23
Aldicarbe sulfona	9	8	Imibenconazol	15	7
Aldicarbe sulfóxido	9	9	Imidacloprido	19	9
Ametrina	9	6	Indoxacarbe	15	10
Amicarbazona	8	6	loxinil	-	47
Aminocarbe	10	7	lprovalicarbe	8	8
Atrazina	9	9	Isocarbamida	6	7
Azaconazol	8	7	Isocarbofós	13	11
Azametifós	11	8	Isofenofós	25	16
Azinfós etílico	14	14	Isoprocarbe	6	8
Azinfós metílico	10	11	Isoprotiolorona	8	7
Azoxistrobina	11	5	Isoproturom	7	10
Benalaxil	7	4	Isoxaflutol	14	26
Bendiocarbe	12	11	Isoxationa	11	6
Benfuracarbe	61	61	Ivermectina	40	49
Benomil	9	9	Lactofem	13	8

Substância	Precisão-Repetibilidade		Substância	Precisão-Repetibilidade	
	Critério £ 20 %			Critério £ 20 %	
	Nível 1	Nível 2		Nível 1	Nível 2
Benzoato de emamectina	9	10	Linurom	15	9
Bifenazate	25	36	Lufenurom	19	14
Bitertanol	23	8	Malationa	13	10
Boscalida	13	10	Mandipropamida	9	6
Bromuconazol	30	10	Mefenacete	11	8
Bupirinato	9	6	Mefosfolam	8	7
Buprofezina	8	5	Mepanipirim	8	8
Butacloro	11	6	Mepronil	10	8
Butocarboxim	27	17	Mesotriona	15	15
Butocarboxim sulfóxido	8	7	Metalaxil	7	5
Cadusafós	16	8	Metalaxil-M	8	8
Carbaril	9	7	Metamidofós	10	8
Carbendazim	11	9	Metconazol	4	6
Carbetamida	11	8	Metfuroxam	12	12
Carbofurano	8	8	Metidationa	8	8
Carbosulfano	136	135	Metiocarbe	11	10
Carboxina	9	8	Metiocarbe sulfona	11	4
Carbutilato	28	11	Metiocarbe sulfóxido	33	34
Carfentrazona etílica	9	10	Metobromurom	9	6
Carpropamida	10	8	Metomil	12	6
Ciazofamida	7	8	Metoprene	44	21
Cicloxidine	19	11	Metoxifenosida	12	8
Ciflufenamida	7	9	Metoxurom	7	9
Cimoxanil	21	14	Metrafenona	6	9
Ciproconazol	19	9	Metribuzim	18	14
Ciprodinil	5	11	Metroprotrina	6	6

Substância	Precisão-Repetibilidade		Substância	Precisão-Repetibilidade	
	Critério £ 20 %			Critério £ 20 %	
	Nível 1	Nível 2		Nível 1	Nível 2
Ciromazina	18	18	Metsulfurom metílico	10	8
Cletodim	21	19	Mevinfós	7	5
61: Clodimeforme	14	17	Miclobutanil	14	10
Clofentezina	29	21	Molinato	11	9
Clomazona	86	131	Monalida	9	9
Clorantraniliprole	9	6	Monocrotofós	5	7
Clorbromurom	13	11	Monolinurom	6	7
Clorfenvinfós	11	7	Moxidectina	24	18
Clorfluazurom	18	11	Neburom	7	7
Clorimurom etílico	43	32	Nitenpiram	14	9
Cloroxurom	9	6	Norflurazom	14	11
Clorpirifós	16	13	Novalurom	27	18
Clorpirifós metílico	165	66	Nuarimol	10	12
Clotianidina	24	8	Ometoato	40	10
Coumafós	15	9	Oxadiargil	31	21
74: Cresoxim metílico	16	13	Oxadixil	7	6
75: Cumilurom	10	8	Oxamil	9	10
76: Daimurom	13	9	Oxamil oxima	11	8
78: Demeton-S-metílico	11	13	Oxicarboxina	11	9
79: Desmedifam	12	10	Paclobutrazol	10	6
80: Diafentiurom	6	12	Pencicurom	8	6
81: Diazinona	9	7	Penconazol	8	8
82: Diclofluanida	30	10	Pendimetalina	15	9
83: Diclurvós	9	11	Picoxistrobina	8	6
84: Dicrotofós	11	6	Pimetrozina	6	13
85: Dietofencarbe	14	10	Piperonil butóxido	6	5

Substância	Precisão-Repetibilidade		Substância	Precisão-Repetibilidade	
	Critério £ 20 %			Critério £ 20 %	
	Nível 1	Nível 2		Nível 1	Nível 2
86: Difenconazol	10	7	Piraclostrobina	8	8
88: Diflubenzuron	9	13	Pirazofós	8	7
89: Dimetenamida	9	6	Piridabem	10	7
90: Dimetoato	10	7	Piridafentiona	10	8
91: Dimetomorfe	12	12	Pirifenox	6	8
92: Dimoxistrobina	9	7	Pirimetanil	10	8
93: Diniconazol	14	10	Pirimicarbe	7	8
94: Dinotefuram	-	40	Pirimicarbe desmetil	9	5
Dioxacarbe	8	10	Pirimifós etílico	7	5
Dissulfotom	14	13	Pirimifós metílico	5	8
DMSA	13	18	Piriproxifem	7	7
DMST	6	6	Procloraz	10	9
Dodemorfe	10	7	Profam	18	29
Dodine	9	6	Profenofós	15	8
Doramectina	120	65	Prometom	8	8
Epoxiconazol	7	6	Prometrina	9	7
Eprinomectina	14	19	Propanil	16	16
EPTC	31	21	Propargito	8	5
Espinetoram	7	6	Propazina	12	6
Espinosade A	9	5	Propiconazol	11	5
Espinosade D	6	5	Pronamida	13	5
Espirodiclofeno	19	8	Propoxur	6	5
Espiromesifeno	22	26	Proquinazide	24	12
Espirotetramato	11	7	Protioconazol	103	45
Espiroxamina	9	8	Quinalfós	8	9
Esprocarbe	10	7	Quinoxifem	9	6
Substância	Precisão-Repetibilidade		Substância	Precisão-Repetibilidade	
	Critério £ 20 %			Critério £ 20 %	

	Nível 1	Nível 2		Nível 1	Nível 2
Etidimuróm	5	9	Quizalofope etílico	26	15
Etiofencarbe	7	7	Rotenona	19	11
Etiofencarbe sulfona	12	10	Sebutilazina	8	8
Etiofencarbe sulfóxido	10	5	Sidurom	10	6
Etiona	10	4	Simazina	10	7
Etiprole	24	13	Simetrina	6	7
Etimol	7	8	Sulfentrazona	17	17
Etobenzanida	18	20	Tebuconazol	13	7
Etofenprox	7	6	Tebufenosida	9	9
Etofumesato	13	7	279: Tebufenpirade	9	8
Etoprofós	10	9	Tebupirinfos	179	149
Etoxazol	8	4	Tebutiuróm	8	6
Etrinfós	20	17	Teflubenzuróm	211	152
Famoxadona	23	17	Temefós	11	4
Fenamidona	10	7	Tepraloxidim 1	23	16
Fenamifós	10	7	Tepraloxidim 2	16	16
Fenarimol	20	18	Terbufós	14	12
Fenazaquina	9	9	Terbumetóm	6	6
Fenbuconazol	6	7	288: Terbutrina	8	8
Fenhexamida	20	11	289: Tetraconazol	14	9
Fenmedifam	14	6	290: Tiabendazol	8	8
Fenobucarbe	8	7	291: Tiacloprido	7	6
Fenoxicarbe	14	10	292: Tiametoxam	6	7
Fenpiroximato	7	6	293: Tiobencarbe	18	10
Fenpropidina	8	7	294: Tiodicarbe	7	9
Fenpropimorfe	6	4	295: Tiofanato metílico	8	9

Substância	Precisão-Repetibilidade		Substância	Precisão-Repetibilidade	
	Critério \leq 20 %			Critério \leq 20 %	
	Nível 1	Nível 2		Nível 1	Nível 2
Fentiona	33	43	296: Tiofanox	17	18
Fentiona sulfóxido	7	7	Tiofanox sulfóxido	11	9
Fentoato	9	9	Tolclofós metílico	316	120
Fenurom	8	7	Tolifluanida	21	11
Flonicamida	19	16	Triadimefom	9	8
Fluazifope-p-butílico	12	5	Triadimenol	20	19
Flubendiamida	47	30	Triazofós	9	6
Flufenacete	9	6	Triciclazol	7	5
Flufenoxurom	13	5	Triclorfom	9	12
Fluoxastrabina	8	7	Tridemorfe	11	8
Fluquinconazol	20	19	Trifloxistrobina	6	5
Flusilazol	9	7	Triflumizol	5	7
Flusulfamida	-	22	Triflumurom	31	18
Flutiaceto metílico	27	22	Triflusulfurom metílico	16	18
Flutolanil	11	8	Triforina	13	12
Flutriafol	9	9	Triticonazol	15	12
Fluxaproxade	18	9	Uniconazol	9	8
Forclorfenurom	14	7	Vamidotiona	9	18
Fosalona	12	6	Zoxamida	12	7
Fosfamidona	5	10			
Fosmete	10	9			
Foxim	37	23			
Fuberidazol	6	10			
Furalaxil	9	7			

Fonte: Confeccionada pelo próprio autor – Adaptada do INCQS/FIOCRUZ

Nota: agrotóxicos em fonte em negrito não foram considerados validados por apresentarem CV > 20 % nos dois níveis ou em algum dos níveis

Anexo 6 Aceite do 1º Artigo

REGISTRATION CDA: 218DF8F2E9FEC



Declaramos que o artigo:

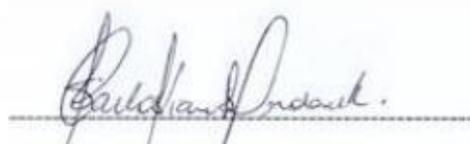
MÉTODO MULTIRRESÍDUOS PARA ANÁLISE DE 240 AGROTÓXICOS EM SOLOS DO PLANTIO DE TOMATE POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ULTRA DESEMPENHO ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSA

DO (S) AUTOR (ES): JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI, ESTEVÃO FREIRE (ORIENTADOR), EDUARDO GONÇALVES SERRA (ORIENTADOR), JOSÉ RONALDO DE MACEDO (ORIENTADOR), ANGÉLICA CASTANHEIRA DE OLIVEIRA, LUCIA HELENA PINTO BASTOS, MARIA HELENA WOHLERS MORELLI CARDOSO

FOI ACEITO PELA REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO, ISSN. 2448-0959, PARA PUBLICAÇÃO EM JANEIRO DE 2021. ED. 01, ANO 06, (PORTUGUÊS). VERSÕES EM: ESPANHOL, INGLÊS, FRANCÊS, ITALIANO, ALEMÃO E RUSSO.

Emissão do documento em:

26/01/2021 11:12:27



Prof. Dra. Carla V. Dendasck

COD:0003



www.nucleodoconhecimento.com.br

REGISTRATION CDA: 218DF8F2E9FEC

REGISTRATION CODE: 218DF8F2E9FEC MGF 18FDS 1G8SG 18DG 18DG SD 1G8DG 4D 8SG DS 1G8SDG SD 1G8SDG 1E8TT 1G81G8SG 18DG 18E REH 18ER 1D8RG 1



Brazilian Journal of Development

CARTA DE ACEITE

A revista Brazilian Journal of Development ISSN 2525-8761, Qualis B2, editada pelo Brazilian publicações de periódicos e editora LTDA. (Cnpj 32.432.868/0001-57), declara que o artigo **“ESTUDO COMPARATIVO DAS CONCENTRAÇÕES DE AGROTÓXICOS NO SOLO PROVENIENTES DOS MÉTODOS DE PLANTIO DO TOMATE CONVENCIONAL, ORGÂNICO E SUSTENTÁVEL”** de autoria de João Roberto Fortes Mazzei, Estevão Freira, Eduardo Gonçalves Serra, José Ronaldo de Macedo, Angélica Castanheira de Oliveira, Lucia Helena Pinto Bastos, Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso, foi aceito para publicação.

Por ser a expressão da verdade, firmamos a presente declaração.

São José dos Pinhais, 08 de março de 2021.

Prof. Dr. Edilson Antonio Catapan
Editor Chefe

Anexo 8 Aceite do 3º Artigo

REGISTRATION CDA: 218DF8F2E9FEC



Declaramos que o artigo:

**PESQUISA DE CAMPO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA
ENTRE OS MÉTODOS DE PLANTIO CONVENCIONAL,
ORGÂNICO E SUSTENTÁVEL DA PRODUÇÃO DE
TOMATES**

DO (S) AUTOR (ES): JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI, ESTEVÃO FREIRE (ORIENTADOR), EDUARDO GONÇALVES SERRA (ORIENTADOR), JOSÉ RONALDO DE MACEDO (ORIENTADOR), ANGÉLICA CASTANHEIRA DE OLIVEIRA, LUCIA HELENA PINTO BASTOS, MARIA HELENA WOHLERS MORELLI CARDOSO

FOI ACEITO PELA REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO, ISSN: 2448-0959, PARA PUBLICAÇÃO EM FEVEREIRO DE 2021. ED. 02, ANO 06, (PORTUGUÊS). VERSÕES EM: ESPANHOL, INGLÊS, FRANCÊS, ITALIANO, ALEMÃO E RUSSO.

Emissão do documento em:

16/02/2021 10:53:05

Prof. Dra. Carla V. Dendasck



COD:0003

www.nucleodoconhecimento.com.br

contato@nucleodoconhecimento.com.br

Telefone Brasil: +55 (011) 3136-0919

REGISTRATION CDA: 218DF8F2E9FEC

Anexo 9 Monografias autorizadas para Tomate com base na ANVISA e seus respectivos intervalos de segurança e LMR's – detalhada com o tipo de uso

ÍNDICE ANVISA	NOME	Grupo Químico	Classe	Modalidade de Emprego (Aplicação autorizada)	Classe toxicológica	LMR mg/kg	Intervalo de Segurança
A02	ACEFATO		Inseticida acaricida	Tomate foliar somente para tomates rasteiro		0,02	35 dias
A04	ÁCIDO GIBERÉLICO		Regulador crescim.	Tomate Foliar		(1)	
A18	Abamectina	Avermectinas	Acaricida, inseticida nematocida	Tomate: Foliar Tomate: Solo Tomate: Sementes	I	0,01 0,01 0,01	3 dias (1) (1)
A26	Azoxistrobina	Estrobilurina	Fungicida	Tomate: Foliar	II	0,5	03 dias
A27	Alanicarbe		Inseticida	Tomate Foliar		0,3	5 dias
A29	Acetamiprido	Neonicotinoid	Inseticida	Tomate Foliar	IV	0,5	3 dias
A33	Acetato de (E,Z,Z)-3,8,11-tetradecatrienila		Feromônio sintético	Tomate Armadilha		(2)	
A35	Acetato de (E,Z)-3,8-tetradecadienila		Feromônio sintético	Tomate Armadilha		(2)	
A38	Acibenzolar-S-metílico		Ativador planta	Tomate Foliar		05 dias	
A38	Acibenzolar-S-metílico		Ativador planta	Tomate Foliar		0,5	05 dias
A43	Acetato de (Z)-11-hexadecenila		Feromônio sintético	Tomate Armadilha		(2)	
A45	Acetato de (Z)-9-tetradecenila		Feromônio sintético	Tomate Armadilha		(2)	

A50	Acetato de (E,Z,Z)-4,7,10-tridecatrienila		Feromônio sintético	Tomate Armadilha		(2)	
A51	Acetato de (E,Z)-4,7-tridecadienila		Feromônio sintético	Tomate Armadilha		(2)	
A54	Azadiractina		Inseticida	Tomate Foliar		(3)	
B26	Bifentrina		Inseticida, formicida acaricida	Foliar		0,02	6 dias
B29	Buprofezina	Tiadiazinona	Inseticida acaricida	Tomate Foliar	IV	0,5	7 dias
B32	Bromuconazol		Fungicida	Tomate Foliar		0,1	3 dias
B38	Benalaxil		Fungicida	Tomate Foliar		0,1	3 dias
B41	Boscalida		Fungicida	Tomate Foliar		0,05	1 dia
B42	Bentiavalicarbe Isopropílico		Fungicida	Tomate Foliar rasteiro estaqueado		0,1	2 dias
C03	Carbaril		Inseticida	Tomate Foliar		0,1	3 dias
C07	Casugamicina		Fungicida bactericida	Tomate Foliar		0,03	1 dia
C09	Cimoxanil	Acetamida	Fungicida	Tomate Foliar	III	0,1	7 dias
C10	Cipermetrina	Piretróide	Inseticida formicida	Tomate Foliar	II	-	10 dias
C18	Clorotalonil	Isoftalonitrila	Fungicida	Tomate Foliar	III	3,0	7 dias
C20	Clorpirifós	Organofosforado	Inseticida, formicida acaricida	Tomate foliar rasteiro industrial	II	0,5	21 dias
C25	Cartape	Bis(tiocarbamato)	Inseticida fungicida	Tomate Foliar	III	0,01	14 dias
C25.1	Cloridrato de Cartape)	Bis(tiocarbamato)	Inseticida fungicida	Tomate Foliar	III	0,01	14 dias
C30	Ciflutrina	Piretróide	Inseticida	Tomate Foliar	II	0,02	4 dias
C32	Cletodim	Oxíma	Herbicida	Tomate	II	0,5	20 dias

		ciclohexanodi ona		Pós-emergência			
C37	Ciromazina	Triazinamina	Inseticida	Foliar	IV	0,03	4 dias
C38	Clorfluazurom	Benzoiluréia	Inseticida	Tomate Foliar	IV	0,5	3 dias
C40	Clorfenapir	Análogo de pirazol	Inseticida acaricida	Tomate Foliar	II	0,2	7 dias
C47	Ciprodinil	Anilinopirimidi na	Fungicida	Tomate Foliar	-	0,3	2 dias
C48	Cinetina	Citocinina	Regulador cresciment o	Tomate Foliar	IV	(1)	
C52	Cloretos de Benzalcônio	Amônio quaternário	Fungicida bactericida	Tomate Foliar	I	1,0	7 dias
C55	Compostos a Base de Cobre	Inorgânico	Fungicida bactericida	Tomate Foliar		(1)	
C56	Cresoxim-metílico	Estrobilurina	Fungicida	Tomate Foliar	III	0,1	3 dias
C58	Alfa-Cipermetrina	Piretróide	Inseticida	Tomate Foliar	II	-	4 dias
C59	Beta-Cipermetrina	Piretróide	Inseticida	Tomate Foliar	III	-	3 dias
C60	Zeta-Cipermetrina	Piretróide	Inseticida	Tomate Foliar	II		5 dias
C61	Beta-Ciflutrina	Piretróide	Inseticida	Tomate Foliar	II	0,1	4 dias
C63	Lambda-Cialotrina	Piretróide	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,05	3 dias
C64	Clotianidina	Neonicotinóid e	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,1	1 dia
C65	Gama-Cialotrina	Piretróide	Inseticida	Tomate Foliar	I	0,05	3 dias
C66	Ciazofamida	Imidazol	Fungicida	Tomate Foliar	III	0,05	1 dia
C67	CROMAFENOZID A	Diacilhidrazina	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,1	7 dias
C69	Cuelure	cetona	Cairomôni o Sintético	Tomate Armadilha		(2)	
C70	Clorantraniliprole	Antranilamida	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,3	1 dia
C74	Ciantraniliprole	Antranilamida	Inseticida	Tomate foliar	III	0,07	1 dia

				Tomate Solo		0,07	1 dia
				Tomate Foliar (mudas)		0,07	1 dia
D04	Dazomete	Isotiocianato de metila (precursor de)	Fungicida, nematocida herbicida	Trat. de solo	III	(4)	
D06	Deltametrina	Piretróide	Inseticida formicida	Tomate Foliar	III	0,03	3 dias
D17	Diflubenzurom	Benzoiluréia	Inseticida acaricida	Tomate Foliar	IV	0,5	4 dias
D18	Dimetoato	Organofosforado	Inseticida acaricida	Tomate foliar Tomate Solo	II	1,0 1,0	14 dias (2)
D36	Difenoconazol	Triazol	Fungicida	Tomate Foliar	I	0,1	3 dias
D39	Dimetomorfe	Morfolina	Fungicida	Tomate Foliar	III	0,5	7 dias
D41	Diafentiurom	Feniltiouréia	Acaricida inseticida	Tomate Foliar	III	0,5	7 dias
D52	1,4-Dimetoxibenzeno	Éter aromático	Feromônio sintético	Tomate Armadilha (1)	-	(2)	
D55	Dinotefuran	Neonicotinóide	Inseticida	Tomate Foliar	I	0,3	3 dias
E04	Enxofre	Inorgânico	Acaricida fungicida	Tomate Foliar	IV	(5)	
E18	Esfenvalerato	Piretróide	Inseticida biológico	Tomate Foliar	II	0,05	4 dias
E19	Etofenproxi	Éter difenílico	Inseticida	Tomate Foliar	IV	0,5	3 dias
E24	Espinosade	Espinosinas	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,1	1 dia
E25	Espirodiclofeno	Cetoenol	Acaricida	Tomate Foliar	III	0,03	7 dias
E26	Espiromesifeno	Cetoenol	Inseticida Acaricida	Tomate Foliar	III	0,3	01 dia
E30	Etoxazol	Difenil oxazolina	Acaricida	Tomate Foliar	II	0,05	1 dia
E32	Espinetoram	Espinosinas	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,01	1 dia
F02	FFenamifós	Organofosfora	Nematocida	Tomate Solo	I	0,1	90 dias

		do					
F23	Fluasifope-P	Ácido ariloxifenoxipropiônico	Herbicida	Tomate Pós-emergência	III	0,2	30 dias
F23.1	Fluasifope-P-butílico (fluazifop-P-butyl)	Ácido ariloxifenoxipropiônico	Herbicida	Tomate Pós-emergência	III	0,2	30 dias
F28	Fenpropatrina	Piretróide	Inseticida acaricida	Tomate Foliar	II	0,2	03 dias
F32	Fenoxaprope-P	Ácido ariloxifenoxipropiônico	Herbicida	Tomate Pós-emergência	II	0,08	25 dias
F36	Flutriafol	Triazol	Fungicida	Tomate Foliar	III	0,1	07 dias
F37	Fenpiroximato	Pirazol	Acaricida	Tomate Foliar	II	0,1	7 dias
F40	Formetanato	Metilcarbamato de fenila	Inseticida acaricida	Tomate Foliar	I	0,1	7 dias
F40.1	Cloridrato de formetanato	Metilcarbamato de fenila	Inseticida acaricida	Tomate Foliar	I	0,1	7 dias
F49	Fludioxonil	Fenilpirrol	Fungicida	Tomate Foliar	-	0,3	2
F53	Famoxadona	Oxazolidinadiona	Fungicida	Tomate Foliar	III	1,0	7 dias
F55	Fenamidona	Imidazolinona	Fungicida	Tomate Foliar	III	0,5	7 dias
F65	Fluopicolida	Benzamida piridina	Fungicida	Tomate Foliar	III	0,1	7 dias
F66	Flubendiamida	Diamida do ácido ftálico	Inseticida	Tomate Foliar	I	0,1	7 dias
F68	Fluxaproxade	Carboxamida	Fungicida	Tomate Foliar	-	0,2	07 dias
F69	Flupiradifurone	Butenolida	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,5	1 dia
F70	Fluensulfona	Fluoroalquenil sulfona heterocíclica	Nematicida	Tomate Plantio	-	(2)	
H11	E-11-Hexadecenol	Feromônio sintético	Álcool alifático	Tomate Armadilha	IV	(2)	
I05	Iprodiona	Dicarboximida	Fungicida	Tomate Foliar	IV	4,0	1 dia

I13	Imidacloprido	Neonicotinóide	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,5	7 dias
I21	Indoxacarbe	Oxadiazina	Inseticida, cupinicida formicida	Tomate Foliar	I	0,1	01 dia
I24	Iprovalicarbe	Carbamato	Fungicida	Tomate Foliar	III	0,05	5 dias
L05	Lufenurom	Benzoiluréia	Inseticida acaricida	Tomate Foliar	III	0,5	10 dias
M01	Malationa	Organofosforado	Inseticida acaricida	Tomate Foliar	III	3,0	3 dias
M02	Mancozebe	Alquilenobis(di tiocarbamato)	Fungicida e acaricida	Tomate Foliar	III	-	7 dias
M15	Metiram	Alquilenobis(di tiocarbamato)	Fungicida	Tomate Foliar	III		7 dias
M17	Metomil	Metilcarbamat o de oxima	Inseticida e acaricida	Tomate Foliar	I	1,0	03 dias
M19	Metribuzim	Triazinona	Herbicida	Tomate Pré/Pós-emergência	III	0,1	60 dias
M28	Metam	Isotiocianato de metila (precursor de)	Inseticida, formicida, fungicida, nematocida e herbicida	Tomate Solo	II	(2)	
M28.1	Metam-sódico (metam-sodium)	Isotiocianato de metila (precursor de)	Inseticida, formicida, fungicida, nematocida e herbicida	Tomate Solo	II	(2)	
M30	Metiocarbe	Metilcarbamat o de fenila	Inseticida	Tomate Foliar	II	1,0	7 dias
M31	Metalaxil-M	Acilalaninato	Fungicida	Tomate Foliar	II	0,05	3 dias
M32	Metoxifenoazida	diacilhidrazina	Inseticida	Tomate Foliar	IV	0,1	1 dia
M34	Metconazol	Triazol	Fungicida	Tomate Foliar	I	0,05	7 dias
M35	Metilciclopropeno	Cicloalqueno (bloqueador	Regulador de	Tomate	II	(6)	

		da síntese de etileno)	crescimento	Pós-colheita			
M38	Milbemectina	Milbemecinas	Inseticida e acaricida	Tomate Foliar	I	0,01	1 dia
M45	Mandipropamida	Éter Mandelamida	Fungicida Sistêmico	Tomate Foliar	II	0,20	1 dia
M47	Melaleuca alternifolia	Melaleuca alternifolia	Fungicida	Tomate Foliar	-	(2)	
M47.1	Óleo essencial de Melaleuca alternifolia	Melaleuca alternifolia	Fungicida	Tomate Foliar	-	(2)	
M48	Metaflumizone	Semicarbazone	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,5	03 dias
N09	Novalurom	Benzoiluréia	Inseticida	Tomate Foliar	IV	1,0	07 dias
P06	Permetrina	Piretróide	Inseticida e formicida	Tomate Foliar	III	0,3	3 dias
P10	Pirimicarbe	Dimetilcarbamato	Inseticida	Tomate Foliar	III	1,0	3 dias
P13	Profenofós	Organofosforado	Inseticida e acaricida	Tomate Foliar	II	1,0	10 dias
P17	Propargito	Sulfito de alquila	Acaricida	Tomate Foliar	III	2,0	4 dias
P21	Propiconazol	Triazol	Fungicida	Tomate Foliar	II	0,1	7 dias
P23	Propamocarbe	Carbamato	Fungicida	Tomate Foliar	III	3,0	3 dias
P23.1	Cloridrato de propamocarbe	Carbamato	Fungicida	Tomate Foliar	III	3,0	3 dias
P33	Procimidona	Dicarboximida	Fungicida	Tomate Foliar	IV	2,0	3 dias
P34	Piriproxifem	Éter Piridiloxipropílico	Inseticida	Tomate Foliar	IV	0,2	7 dias
P35	Piridabem	Piridazinona	Acaricida e inseticida	Tomate Foliar	II	0,1	7 dias
P41	Propinebe	Alquilenobis(di	Fungicida	Tomate Foliar	III	2,0	7 dias

		tiocarbamato)					
P43	Pirimetanol	Anilino pirimidina	Fungicida	Tomate Foliar	III	1,0	3 dias
P45	Paclobutrazol	Triazol	Regulador de Crescimento	Tomate Sementes	III	0,01	(2)
P46	Piraclostrobina	Estrobilurina	Fungicida	Tomate Foliar	-	0,2	01 dia
P52	Pimetrozina	piridina Azometina	inseticida	Tomate Foliar	II	0,1	3 dias
Q02	Quintozeno	Cloroaromático	Fungicida	Tomate Solo	III	0,1	(2)
Q05	Quizalofop-P	Ácido ariloxifenoxipropiônico	Herbicida	Tomate Pós-emergência	III	0,03	4 dias
Q05.1	Quizalofop-P-etílico	Ácido ariloxifenoxipropiônico	Herbicida	Tomate Pós-emergência	III	0,03	4 dias
R03	Reynoutria Sachalinensis	Reynoutria sachalinensis	droga vegetal	Tomate Foliar	-	(7)	
S19	Sulfoxaflor	Sulfoxaminas	Inseticida	Tomate Foliar	III	0,2	1 dia
T10	Tetradifona	Clorodifenilsulfona	Acaricida	Tomate Foliar	IV	1,0	2 dias
T12	Tiabendazol	Benzimidazol	Fungicida	Tomate Sementes	IV	0,01	(2)
T14	Tiofanato-metílico	Benzimidazol (precursor de)	Fungicida	Tomate Foliar	IV	0,2	14 dias
T16	Tiram	Dimetilditiocarbamato	Fungicida	Tomate	II	2,0	(2)
T18	Triazofós	Organofosforado	Inseticida, acaricida e nematocida	Tomate Foliar	II	0,5	21 dias
T24	Trifluralina	Dinitroanilina	Herbicida	Tomate Pré-emergência	III	0,05	(2)
T32	Tebuconazol	Triazol	Fungicida	Tomate Foliar	IV	0,3	7 dias

T33	Teflubenzurom	Benzoiluréia	Inseticida	Tomate Foliar	IV	0,1	4 dias
T34	Triflumurom	Benzoiluréia	Inseticida	Tomate Foliar	IV	0,1	10 dias
T41	Tebufenozida	diacilhidrazina	Inseticida	Tomate Foliar	IV	0,5	3 dias
T46	Tetraconazol	Triazol	Fungicida	Tomate Foliar	II	0,2	7 dias
T48	Tiametoxam	neonicotinóide	Inseticida	Tomate Foliar	III	1,0	3 dias
				Tomate Solo		1,0	10 dias
T49	Tiacloprido	Neonicotinóide	Inseticida	Tomate Foliar	II	0,1	7 dias
T53	(Z,Z,Z)-3,6,9-Tricosatrieno	Feromônio sintético	Armadilha	Tomate Armadilha	IV	(2)	
T54	Trifloxistrobina	Estrobilurina	Fungicida	Tomate Foliar	II	0,5	7 dias
Z04	Zoxamida	Benzamida	Fungicida	Tomate Foliar	II	0,1	7 dias

Fonte: Adaptada de Anvisa (2019)

Anexo 10 Solução 2133-I (Rastreabilidade) Padrões analíticos utilizados

AGROTÓXICO	SOLUÇÃO	FORNECEDOR	PUREZA %
1-naftaleno acetamida	2489-E	AccuStandart	99,5
2,6-diclorobenzamida	2489-E	AccuStandart	99,6
3-hidroxicarbofuran	2481-E	AccuStandart	98
Abamectina	2487-E	AccuStandart	98,7
Acefato	2477-E	AccuStandart	99,9
Acetamiprido	2478-E	AccuStandart	99,1
Acetocloro	2488-E	AccuStandart	98,9
Acibenzolar-S-methyl	2477-E	AccuStandart	100
Alacloro	2488-E	AccuStandart	99,4
Alanicarbe	2487-E	AccuStandart	99,8
Aldicarbe	2480-E	AccuStandart	100
Aldicarbe sulfone	2481-E	AccuStandart	100
Aldicarbe Sulfóxido	2479-E	AccuStandart	98,2
Ametrina	2483-E	AccuStandart	100
Amicarbazona	2485-E	AccuStandart	99,5
Aminocarbe	2481-E	AccuStandart	99,5
Amitraz	2132-E		
Atrazine	2132-E		
Azoconazole	2132-E		

Azamethiphos	2132-E		
Azinphos-ethyl	2479-E	AccuStandart	100
Azociclotina	2489-E	AccuStandart	98,5
Azoxistrobina	2478-E	AccuStandart	99,4
Benalaxil	2479-E	AccuStandart	100
Bendiocarbe	2480-E	AccuStandart	99
Benfuracarbe	2490-E	AccuStandart	96,7
Bentazona	2490-E	AccuStandart	99,3
Benzoato de emamectina	2487-E	AccuStandart	99,4
Bifenazate	2479-E	AccuStandart	99
Bitertanol	2481-E	AccuStandart	100
Boscalida	2477-E	AccuStandart	95,5
Brumoconazol	2483-E	AccuStandart	100
Bupirimato	2481-E	AccuStandart	99,9
Buprofezina	2478-E	AccuStandart	98,6
Butacloro	2488-E	AccuStandart	99
Butocarbozim	2481-E	AccuStandart	98
Butocarbozim sulfoxide	2132-E		
Cadusafos	2132-E		
Carbaril	2477-E	AccuStandart	97
Carbendazim	2132-E		
Carbetamida	2480-E	AccuStandart	95,7
Carbofuran	2480-E	AccuStandart	99,9
Carbosulfan	2487-E	AccuStandart	99,3
Carboxina	2480-E	AccuStandart	100
Carbutilate	2489-E	AccuStandart	98,7
Carfentrazona-etil	2479-E	AccuStandart	99,1
Carpropamid	2464-E	AccuStandart	
Chlorbromuron	2132-E		
Ciazofamida	2479-E	AccuStandart	98,1
Cicloxdima	2489-E	AccuStandart	100
Ciflufenamida	2483-E	AccuStandart	98
Cihexatina	2489-E	AccuStandart	99
Cimoxanil	2478-E	AccuStandart	100
Ciproconazole	2484-E	AccuStandart	100
Ciprodinil	2481-E	AccuStandart	100
Ciromazina	2477-E	AccuStandart	98,8
Cletodim	2480-E	AccuStandart	98,7
Clofentezina	2481-E	AccuStandart	99,9
Clorantraniliprole	2484-E	AccuStandart	98,4
Clordimeform	2490-E	AccuStandart	99,7
Clorfenvinfós	2485-E	AccuStandart	98,8

Clorfuazurom	2490-E	AccuStandart	98,2
Clorimuron etil	2488-E	AccuStandart	98,5
Cloroxuron	2483-E	AccuStandart	99
Clorpirifós	2482-E	AccuStandart	99,9
Clorpirifós-metil	2483-E	AccuStandart	100
Clotianidina	2477-E	AccuStandart	96,5
Coumafós	2486-E	AccuStandart	96,7
Cresoxim-metil	2483-E	AccuStandart	95
Cumiluron	2486-E	AccuStandart	98
Daimuron	2485-E	AccuStandart	97,1
Demeton-S-methyl	2132-I		
Desmedifam	2480-E	AccuStandart	98,6
Diafentiuron	2486-E	AccuStandart	99,9
Diazinona	2486-E	AccuStandart	100
Diclofluanid	2132-I		
Diclorvós	2485-E	AccuStandart	100
Dicrotofós	2478-E	AccuStandart	96,7
Dietofencarbe	2480-E	AccuStandart	100
Difenoconazole	2481-E	AccuStandart	100
Dilfubenzuron	2479-E	AccuStandart	97,4
Dimetenamida	2486-E	AccuStandart	98,4
Dimetoato	2478-E	AccuStandart	100
Dimetomorfe	2477-E	AccuStandart	98
Dimoxistrobina	2483-E	AccuStandart	99,6
Diniconazol	2487-E	AccuStandart	100
Dinotefuran	2478-E	AccuStandart	99,2
Dioxacarbe	2479-E	AccuStandart	98
Disulfoton	2132-I		
Ditianon	2489-E	AccuStandart	99,1
Diuron	2479-E	AccuStandart	100
DMSA	2132-I		
DMST	2489-E	AccuStandart	99,5
DNOC	2486-E	AccuStandart	100
Dodemorph	2132-I		
Dodina	2489-E	AccuStandart	98
Doramectina	2487-E	AccuStandart	95,1
Epoconazole	2482-E	AccuStandart	100
Eprinomectin	2487-E	AccuStandart	98,6
EPTC	2485-E	AccuStandart	96,8
Espinetoram	2483-E	AccuStandart	98
Espinosade	2477-E	AccuStandart	96,6
Espirodiclofen	2482-E	AccuStandart	100

Espiromesifen	2478-E	AccuStandart	
Espirotetramat	2483-E	AccuStandart	95
Espiroxamina	2479-E	AccuStandart	100
Esprocarbe	2486-E	AccuStandart	100
Etaconazole	2487-E	AccuStandart	100
Etefon	2488-E	AccuStandart	tech mix
Ethiofencarbe	2132-I		
Ethiofencarbe sulfone	2132-I		
Ethoprophos	2132-I		
Etidimuron	2486-E	AccuStandart	99,9
Etiofencarbe sulfoxido	2489-E	AccuStandart	97,6
Etiona	2484-E	AccuStandart	98,4
Etiprole	2484-E	AccuStandart	98,2
Etimol	2484-E	AccuStandart	99,9
Etobenzanida	2486-E	AccuStandart	100
Etofenprox	2132-I		
Etofumesato	2481-E	AccuStandart	100
Etoprop	2486-E	AccuStandart	97,6
Etoxazole	2478-E	AccuStandart	100
Etrimfos	2132-I		
Famoxadona	2483-E	AccuStandart	99,4
Fenamidona	2479-E	AccuStandart	99,9
Fenamiphos	2132-I		
Fenarimol	2487-E	AccuStandart	99
Fenazaquim	2479-E	AccuStandart	100
Fenbuconazole	2481-E	AccuStandart	100
Fenhexamida	2479-E	AccuStandart	99,6
Fenmedifam	2483-E	AccuStandart	
Fenobucarbe	2484-E	AccuStandart	97
Fenoxicarbe	2479-E	AccuStandart	98,8
Fenpiroximato	2484-E	AccuStandart	99,4
Fenpropidin	2132-I		
Fenpropimorfe	2484-E	AccuStandart	97,7
Fenthion	2132-I		
Fenthion sulfoxide	2132-I		
Fenuron	2482-E	AccuStandart	98
Fipronil	2490-E	AccuStandart	98,1
Flonicamida	2480-E	AccuStandart	98
Fluazifop-d-butyl	2132-I		
Fluazinam	2490-E	AccuStandart	98,5
Flubendiamida	2484-E	AccuStandart	99,8
Fludioxonil	2480-E	AccuStandart	100

Flufenacete	2485-E	AccuStandart	99,9
Flufenoxuron	2484-E	AccuStandart	98,1
Fluoxastrobina	2484-E	AccuStandart	97,9
Fluquinconazole	2486-E	AccuStandart	99,9
Flusilazole	2481-E	AccuStandart	98,5
Flusulfamida	2490-E	AccuStandart	100
Flutiacete metil	2485-E	AccuStandart	96,5
Flutolanil	2481-E	AccuStandart	99,9
Flutriafol	2482-E	AccuStandart	100
Fluxaproxade	2132-I		
Forclorfenuron	2480-E	AccuStandart	99,7
Formesafen	2487-E	AccuStandart	98
Formetonato HLC	2477-E	AccuStandart	98,5
Fosfamidon	2132-I		
Foxim	2481-E	AccuStandart	98
Fuberidazole	2481-E	AccuStandart	100
Furalaxil	2480-E	AccuStandart	100
Furatiocarbe	2479-E	AccuStandart	97,3
Halofenozida	2484-E	AccuStandart	98
Heptenofós	2132-I		
Hexaconazole	2132-I		
Hexaflumuron	2490-E	AccuStandart	98
Hexitiazoni	2478-E	AccuStandart	99,8
Hidrazina maleica	2489-E	AccuStandart	100
Idoxacarbe	2477-E	AccuStandart	96,9
Imazalil	2477-E	AccuStandart	99,9
Imazapic	2132-I		
Imazapir	2490-E	AccuStandart	99,5
Imazaquin	2132-I		
Imzasulfuron	2488-E	AccuStandart	98,7
Imazetapyr	2490-E	AccuStandart	99,9
Imibenconazole	2490-E	AccuStandart	100
Imidacloprido	2478-E	AccuStandart	99,5
Ioxinil	2490-E	AccuStandart	98,5
Iprovalicarbe	2480-E	AccuStandart	98,7
Isocarbamida	2484-E	AccuStandart	99,9
Isocarbofós	2487-E	AccuStandart	96,7
Isofenfós	2485-E	AccuStandart	97,9
Isoprocarbe	2480-E	AccuStandart	100
Isoprotiolane	2486-E	AccuStandart	100
Isoproturon	2482-E	AccuStandart	99,6
Isoxaflutole	2132-I		

Isoxathion	2132-I		
Ivermectina	2487-E	AccuStandart	94
Lactofen	2484-E	AccuStandart	97,4
Linuron	2478-E	AccuStandart	100
Lufenuron	2490-E	AccuStandart	98,5
Malationa	2483-E	AccuStandart	100
Mandipropamida	2484-E	AccuStandart	99,7
Mefenacete	2479-E	AccuStandart	100
Mepanipirim	2481-E	AccuStandart	100
Mephosfolan	2132-I		
Mepronil	2479-E	AccuStandart	100
Mesotrione	2490-E	AccuStandart	99,9
Metaflumizona	2490-E	AccuStandart	99,5
Metalaxil-M	2477-E	AccuStandart	98
Metamidofós	2478-E	AccuStandart	100
Metconazole	2479-E	AccuStandart	99,9
Metfuroxam	2486-E	AccuStandart	100
Methiocarb sulfone	2132-I		
Metidationa	2484-E	AccuStandart	98,3
Metiocarb sulfóxide	2132-I		
Metiocarbe	2480-E	AccuStandart	99,9
Metobromuron	2482-E	AccuStandart	100
Metomil	2477-E	AccuStandart	99,9
Metoprene	2132-I		
Metoprotrine	2486-E	AccuStandart	100
Metoxifenozida	2484-E	AccuStandart	99,5
Metoxuron	2488-E	AccuStandart	99,5
Metrafenona	2486-E	AccuStandart	100
Metribuzin	2485-E	AccuStandart	100
Metsulfuron metil	2488-E	AccuStandart	99,2
Mevinfós	2481-E	AccuStandart	95,5
Miclobutanil	2477-E	AccuStandart	100
Mocrotofós	2478-E	AccuStandart	100
Molinate	2132-I		
Molinade	2132-I		
Monolinuron	2482-E	AccuStandart	100
Moxidectina	2487-E	AccuStandart	97
Neburon	2483-E	AccuStandart	99,1
Nitenpiram	2482-E	AccuStandart	100
Norflurazon	2485-E	AccuStandart	97,7
Novaluron	2490-E	AccuStandart	97
Noviflumuron	2490-E	AccuStandart	97,7

Nuarimol	2482-E	AccuStandart	100
Ometoato	2477-E	AccuStandart	98
Oxaduargyl	2132-I		
Oxardixil	2480-E	AccuStandart	97,9
Oxamil	2480-E	AccuStandart	99,9
Oxamyl oxime	2132-I		
Óxido de fenbutatina	2489-E	AccuStandart	97,7
Oxycarboxin	2132-I		
Paclobutrazol	2482-E	AccuStandart	99,8
Pencicuron	2483-E	AccuStandart	99,4
Penconazole	2132-I		
Pendimethalin	2132-I		
Phentoato	2132-I		
Phosalone	2132-I		
Phosmet	2132-I		
Picoxistrobina	2483-E	AccuStandart	100
Pimetrozina	2482-E	AccuStandart	99,7
Piperonil butóxido	2477-E	AccuStandart	98,4
Piraclostrobina	2478-E	AccuStandart	99,9
Piridaben	2477-E	AccuStandart	100
Pirimetanil	2478-E	AccuStandart	100
Pirimicarb-desmethyl	2132-I		
Pirimicarbe	2480-E	AccuStandart	99,5
Pirimifós metil	2484-E	AccuStandart	100
Pirimiphos-ethyl	2132-I		
Piriproxifen	2484-E	AccuStandart	100
Procloraz	2478-E	AccuStandart	99,4
Profam	2480-E	AccuStandart	98,5
Profenofós	2132-I		
Prometon	2485-E	AccuStandart	100
Prometrina	2483-E	AccuStandart	98,6
Propaclor	2485-E	AccuStandart	99,8
Propamocarbe	2477-E	AccuStandart	99,9
Propanil	2132-I		
Propargita	2478-E	AccuStandart	97
Propazina	2486-E	AccuStandart	100
Propiconazole	2477-E	AccuStandart	97,2
Propoxur	2480-E	AccuStandart	99,9
Propyzamide	2132-I		
Proquinazida	2489-E	AccuStandart	100
Protioconazole	2490-E	AccuStandart	99,5
Pyrazophos	2132-I		

Pyridaphention	2132-I		
Pyrifenox	2350-E	AccuStandart	
Quinalphos	2132-I		
Quinoxifen	2486-E	AccuStandart	100
Quizalofope etil (Aspon)	2486-E	AccuStandart	98
Rotenona	2481-E	AccuStandart	99,2
Sebutilazin	2485-E	AccuStandart	99,7
Siduron	2483-E	AccuStandart	98,6
Simazine	2132-I		
Simetrina	2485-E	AccuStandart	99,9
Sulfentrazona	2490-E	AccuStandart	100
Tebuconazole	2482-E	AccuStandart	100
Tebufenozida	2483-E	AccuStandart	99,9
Tebufenpirade	2485-E	AccuStandart	98,3
Tebutiuron	2482-E	AccuStandart	100
Teflubenzuron	2490-E	AccuStandart	98,7
Temefós	2482-E	AccuStandart	97,3
Tepraloxidim	2489-E	AccuStandart	94,7
Terbufos	2132-I		
Terbumeton	2485-E	AccuStandart	100
Terbutrina	2485-E	AccuStandart	98,4
Tetraconazole	2485-E	AccuStandart	99,5
Thiofanox sulfone	2132-I		
Thiofanox sulfoxide	2132-I		
Tiabendazole	2477-E	AccuStandart	100
Tiacloprido	2482-E	AccuStandart	98,6
Tiametoxan	2478-E	AccuStandart	100
Tidiazuron	2482-E	AccuStandart	99,5
Tiobencarbe	2479-E	AccuStandart	98,9
Tiofanato metil	2477-E	AccuStandart	98,1
Tiofanox	2490-E	AccuStandart	99
Tolclofos-methyl	2132-I		
Tolyfluanide	2132-I		
Triadimefon	2482-E	AccuStandart	100
Triadimenol	2484-E	AccuStandart	100
Triazofós	2481-E	AccuStandart	95,6
Triciclazole	2482-E	AccuStandart	100
Troclorfom	2482-E	AccuStandart	100
Tridemorfe	2488-E	AccuStandart	98
Trofloxisulfuron sódico	2488-E	AccuStandart	99,4
Trifloxistrobina	2478-E	AccuStandart	100
Triflumizole	2481-E	AccuStandart	100

Triflumuron	2490-E	AccuStandart	99,9
Triflurosulfuron metil	2488-E	AccuStandart	99
Triforine	2483-E	AccuStandart	99
Triticonazole	2487-E	AccuStandart	100
Uniconazole	2483-E	AccuStandart	99,1
Vamidothion	2132-I		
Zoxamida	2479-E	AccuStandart	98,6

Fonte: INCQS/ FIOCRUZ

Anexo 11 Rastreamento do preparo da solução intermediária de fortificação 2133

Nº 2133-I	Data de Validade: 22/08/2019	Data de Preparo: 22/08/2018			
Volume de diluição Final: 200 mL (A)	Solvente: Metanol 0,02% / Ácido acético Glacial				
Nº de calibração do Balão: V2442	Fornecedor: Tedia / Merck				
	Lote: 703151 / K39438566 850				
AGROTÓXICO	Solução Usada			Concentração	Obs.: Nº (X) Pipeta () Bureta
	Nº	Conc. (µg/mL) (B)	Aliquota (mL) (C)	Calculada (µg/mL) (B*C/A)	
Anexo 3 - Rastreamento do preparo da sol 1	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
1-naftaleno acetamida					
2,6-diclorobenzamida	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
3-hidroxicarbofuran	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Abamectina	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Acefato	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Acetamiprido	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Acetocloro	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Acibenzolar-S-metil	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Alacloro	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Alanicarbe	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078

Aldicarbe	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Aldicarbe sulfone	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Aldicarbe Sulfóxido	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Ametrina	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Amicarbazona	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Aminocarbe	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Amitraz	2132-E	4,0	10,0	0,200	V5139
Atrazine	2132-E	4,0	10,0	0,200	V5139
Azoconazole	2132-E	4,0	10,0	0,200	V5139
Azamethiphos	2132-E	4,0	10,0	0,200	K6819
Azinphos-ethyl	2479-E	4,0	10,0	0,200	V5139
Azociclotina	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Azoxistrobina	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Benalaxil	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Bendiocarbe	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Benfuracarbe	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Bentazona	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Benzoato de emamectina	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Bifenazate	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Bitertanol	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Boscalida	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Brumoconazol	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Bupirimato	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Buprofezina	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Butacloro	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Butocarboxim	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Butocarboxim sulfoxide	2132-E	4,0	10,0	0,200	V5139
Cadusafos	2132-E	4,0	10,0	0,200	K5139

Carbaril	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Carbendazim	2132-E	4,0	10,0	0,200	V5139
Carbetamida	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Carbofuran	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Carbosulfan	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Carboxina	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Carbutilate	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Carfentrazona-etil	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Carpropamid	2464-E	4,0	10,0	0,200	V5135
Chlorbromuron	2132-E	4,0	10,0	0,200	V5139
Ciazofamida	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Cicloxidima	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Ciflufenamida	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Cihexatina	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Cimoxanil	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Ciproconazole	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Ciprodinil	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Ciromazina	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Cletodim	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Clofentezina	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Clorantraniliprole	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Clordimeform	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Clorfenvinfós	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Clorfuazurom	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Clorimuron etil	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Cloroxuron	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Clorpirifós	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Clorpirifós-metil	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075

Clotianidina	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Coumafós	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Cresoxim-metil	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Cumiluron	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Daimuron	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Demeton-S-methyl	2132-I	20,0	2,0	0,200	V5139
Desmedifam	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Diafenturon	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Diazinona	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Diclofluamid	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Diclorvós	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Dicrotofós	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Dietofencarbe	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Difenoconazole	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Dilfubenzuron	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Dimetenamida	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Dimetoato	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Dimetomorfe	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Dimoxistrobina	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Diniconazol	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Dinotefuran	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Dioxacarbe	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Disulfoton	2132-I	4,0	10,0	0,200	K5139
Ditianon	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Diuron	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
DMSA	2132-I	4,0		0,200	V5139
DMST	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
DNOC	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708

Dodemorph	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Dodina	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Doramectina	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Epoxiconazole	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Eprinomectin	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
EPTC	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Espinetoram	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Espinosade	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Espirodiclofen	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Espiromesifen	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Espirotetramat	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Espiroxamina	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Esprocarbe	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Etaconazole	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Etefon	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Ethiofencarbe	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Ethiofencarbe sulfone	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Ethoprophos	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Etidimuron	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Etiofencarbe sulfoxido	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Etiona	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Etiprole	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Etirimol	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Etobenzanida	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Etofenprox	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Etofumesato	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Etoprop	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Etoxazole	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705

Etrimfos	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Famoxadona	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Fenamidona	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Fenamiphos	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Fenarimol	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Fenazaquim	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Fenbuconazole	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Fenhexamida	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Fenmedifam	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Fenobucarbe	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Fenoxicarbe	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Fenpiroximato	2484-E	20,0	10,0	0,200	C077
Fenpropidin	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Fenpropimorfe	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Fenthion	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Fenthion sulfoxide	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Fenuron	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Fipronil	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Flonicamida	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Fluazifop-d-butyl	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Fluazinam	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Flubendiamida	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Fludioxonil	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Flufenacete	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Flufenoxuron	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Fluoxastrobina	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Fluquinconazole	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Flusilazole	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782

Flusulfamida	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Flutiacete metil	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Flutolanil	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Flutriafol	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Fluxaproxade	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Forclorfenuron	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Formesafen	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Formetonato HLC	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Fosfamidon	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Foxim	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Fuberidazole	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Furalaxil	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Furatiocarbe	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Halofenozida	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Heptenofós	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Hexaconazole	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Hexaflumuron	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Hexitiazoni	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Hidrazina maleica	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Idoxacarbe	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Imazalil	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Imazapic	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Imazapir	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Imazaquin	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Imzasulfuron	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Imzetapyr	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Imibenconazole	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Imidacloprido	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705

Ioxinil	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Iprovalicarbe	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Isocarbamida	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Isocarbofós	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Isofenfós	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Isoprocabe	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Isoprotiolane	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Isoproturon	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Isoxaflutole	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Isoxathion	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Ivermectina	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Lactofen	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Linuron	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Lufenuron	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Malationa	2483-E	20,0	2,0	0,200	K075
Mandipropamida	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Mefenacete	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Mepanipirim	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Mephosfolan	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Mepronil	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Mesotrione	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Metaflumizona	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Metalaxil-M	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Metamidofós	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Metconazole	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Metfuroxam	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Methiocarb sulfone	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Metidationa	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077

Metiocarb sulfóxide	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Metiocarbe	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Metobromuron	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Metomil	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Metoprene	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Metoprotrine	2486-E	20,0	10,0	0,200	V3708
Metoxifenoazida	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Metoxuron	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Metrafenona	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Metribuzin	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Metsulfuron metil	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Mevinfós	2481-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Miclobutanil	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Mocrotofós	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Molinate	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Molinade	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Monolinuron	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Moxidectina	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Neburon	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Nitenpiram	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Norflurazon	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Novaluron	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Noviflumuron	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Nuarimol	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Ometoato	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Oxaduargyl	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Oxardixil	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Oxamil	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079

Oxamyl oxime	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Óxido de fenbutatina	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Oxycarboxin	2132-I	4,0		0,200	V5139
Paclobutrazol	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Pencicuron	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Penconazole	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Pendimethalin	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Phentoato	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Phosalone	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Phosmet	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Picoxistrobina	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Pimetrozina	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Piperonil butóxido	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Piraclostrobina	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Piridaben	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Pirimetanil	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Pirimicarb-desmethyl	2132-I	4,0	10,0	0,200	K5139
Pirimicarbe	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Pirimifós metil	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Pirimiphos-ethyl	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Piriproxifen	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Procloraz	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Profam	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Profenofós	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Prometon	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Prometrina	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Propaclor	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Propamocarbe	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719

Propanil	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Propargita	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Propazina	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Propiconazole	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Propoxur	2480-E	20,0	2,0	0,200	C079
Propyzamide	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Proquinazida	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Protioconazole	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Pyrazophos	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Pyridaphention	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Pyrifenox	2350-E	4,0	10,0	0,200	V5137
Quinalphos	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Quinoxifen	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Quizalofope etil (Aspon)	2486-E	20,0	2,0	0,200	V3708
Rotenona	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Sebutilazin	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Siduron	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Simazine	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Simetrina	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Sulfentrazona	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Tebuconazole	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Tebufenozida	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Tebufenpirade	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Tebutiuron	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Teflubenzuron	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Temefós	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Tepraloxidim	2489-E	20,0	2,0	0,200	K6707
Terbufos	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139

Terbumeton	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Terbutrina	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Tetraconazole	2485-E	20,0	2,0	0,200	C076
Thiofanox sulfone	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Thiofanox sulfoxide	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Tiabendazole	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Tiacloprido	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Tiametoxan	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Tidiazuron	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Tiobencarbe	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819
Tiofanato metil	2477-E	20,0	2,0	0,200	K6719
Tiofanox	2490-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Tolclofos-methyl	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Tolyfluanide	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Triadimefon	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Triadimenol	2484-E	20,0	2,0	0,200	C077
Triazofós	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Triciclazole	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Troclorform	2482-E	20,0	2,0	0,200	C071
Tridomorfe	2488-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Trofloxissulfuron sódico	2488-E	20,0	2,0	0,200	K6705
Trifloxistrobina	2478-E	20,0	2,0	0,200	K6782
Triflumizole	2481-E	20,0	2,0	0,200	K6746
Triflumuron	2490-E	20,0	2,0	0,200	V3714
Triflusulfuron metil	2488-E	20,0	2,0	0,200	C075
Triforine	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075
Triticonazole	2487-E	20,0	2,0	0,200	C078
Uniconazole	2483-E	20,0	2,0	0,200	C075

Vamidotion	2132-I	4,0	10,0	0,200	V5139
Zoxamida	2479-E	20,0	2,0	0,200	K6819

Fonte:INCQS/FIOCRUZ

Anexo 12 PESQUISA COM OS PLANTADORES

**Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)**

Escola Politécnica & Escola de Química - Programa de Engenharia Ambiental - Doutorando: João Roberto Fortes Mazzei

PESQUISA COM OS PLANTADORES

Objetivo: Bases e características do plantio do tomate nos sistemas: convencional, orgânico e sustentável.

Nome:

Propriedade:

Endereço:

Questionário:

01. Sua propriedade realiza rotação de cultura?
02. Qual é forma de Manejo e preparação do solo adotada nessa propriedade?
03. Quanto tempo é necessário entre a última plantada e o início da nova?
04. Que tipos de semente do tomate são utilizadas para a plantação?
05. Em caso de mudas, como são obtidas essas mudas?
06. Quanto tempo em média é necessário para o transplântio das mudas?
07. Há algum tipo de tratamento nas mudas?
08. Quais são os substratos utilizados?
09. Como é feito o controle de ervas daninhas?
10. Como é feito o controle de plantas já infestadas por pragas?
11. Como é feito o controle de plantas infestadas por doenças?
12. Qual o período do ano que o senhor (a) enfrenta maiores problemas em sua plantação?
13. Como é tratada a cultura em sua plantação?
14. Quantas pessoas trabalham na sua lavoura?
15. Qual o sistema de condução das plantas adotados por sua propriedade?
16. Qual é o tipo de adubação utilizado em seu plantio?
17. Após o plantio, quando começa a colheita dos tomates?
18. Quantas vezes é feita a colheita por pé?
19. Quantos quilogramas de tomate são produzidos por planta no seu sistema de plantio?
20. Qual é o preço médio/Kg alcançado pelo seu produto?
21. Em que mercado são distribuídos os seus tomates?

Anexo 13 - Laudos de análise - Tomate sustentável

Agrotóxico	Concentração encontrada (mg kg ⁻¹)	Limite de Quantificação do método – LQ (mg kg ⁻¹)	Limite Máximo de Resíduo – LMR (ANVISA) (mg kg ⁻¹)
Diafenturon	traços	-	0,5
Dimetomorfe	< LQ	0,01	0,5
Metalaxil-M	< LQ	0,01	0,05
Tiametoxam + Clotianidina	< LQ	0,01	1,0*

Fonte: INCQS/FIOCRUZ

Produtor: Área 4 - Trajano de Moraes – Distrito de Tirol

Não foram encontrados resíduos dos agrotóxicos listados abaixo em nível igual ou maior que o Limite de Detecção/Quantificação do método (LQ (mg kg⁻¹)).

3-Hidroxi-carbofurano (0,02); Abamectina (0,01); Acefato (0,01); Acetamiprido (0,01); Acibenzolar-S-metílico (0,03); Aldicarbe (0,01); Aldicarbe sulfona (0,01); Aldicarbe sulfóxido (0,01); Atrazina (0,01); Azaconazol (0,01); Azametifós (0,01); Azinfos etílico (0,01); Azinfos metílico (0,01); Azoxistrobina (0,01); Buprofezina (0,02); Butocarboxim sulfóxido (0,01); Carbaril (0,01); Carbendazim (0,03); Carbofurano (0,03); Carbosulfano (0,01); Carpropamida (0,01); Ciazofamida (0,01); Cimoxanil (0,01); Ciprodinil (0,01); Ciromazina (0,01); Clorbromuron (0,01); Clorfenvinfós (0,03); Clorpirifós (0,01); Cresoxim metílico (0,01); Desmedifan (0,03); Diazinona (0,01); Diclofuanida (0,01); Diclorvós (0,01); Dicrotofós (0,01); Dietofencarbe (0,01); Dimetoato (0,01); Dissulfotom (0,02); Diuron (0,01); Dodemorfe (0,01); Epoxiconazol (0,02); Espiroxamina (0,01); Etofencarbe sulfona (0,01); Etofencarbe sulfóxido (0,01); Etiprole (0,01); Etirimol (0,01); Etofenproxi (0,01); Etoprofós (0,03); Fenamidona (0,01); Fenamifós (0,01); Fenazaquina (0,01); Fenpiroximato (0,01); Fenpropimorfe (0,01); Fentoato (0,01); Fluazifope-p-butílico (0,01); Flufenacete (0,01); Flutriafol (0,01); Fosmete (0,01); Furatiocarbe (0,01); Halofenosídeo (0,01); Hexitiazoxi (0,03); Imazalil (0,01); Imidacloprido (0,01); Isoprotiolona (0,01); Isoxaflutol (0,01); Linurom (0,01); Lufenuron (0,05); Malationa (0,01); Mandipropamida (0,01); Mefenacete (0,01); Mefosfolan (0,01); Mepanipirim (0,01); Mepronil (0,01); Metamidofós (0,01); Metidationa (0,02); Metiocarbe sulfóxido (0,01); Metobromuron (0,01); Metomil (0,01); Metoxifenosida (0,01); Metoxuron (0,01); Mevinfós (0,01); Miclobutanil (0,01); Monocrotofós (0,01); Monolinuron (0,01); Nitenpiran (0,01); Nuarimol (0,01); Ometoato (0,01); Oxadixil (0,01); Oxamil (0,01); Oxamil oxima (0,02); Oxicarboxina (0,01); Paclobutrazol (0,01); Pimetrozina (0,01); Piperonil butóxido (0,03); Piraclostrobina

(0,02); Piridafentiona (0,01); Pirimicarbe (0,01); Pirimicarbe desmetil (0,02); Piriproxifem (0,01); Propargito (0,01); Propizamida (0,01); Propoxur (0,01); Tebufenosida (0,01); Tebufenpirade (0,01); Terbufós (0,01); Tetraconazol (0,01); Tiabendazol (0,01); Tiacloprido (0,01); Tiodicarbe (0,01); Tiofanox sulfona (0,01); Tiofanox sulfóxido (0,01); Triadimefon (0,01); Triazofós (0,01); Triciclazol (0,01); Triclorfon (0,01); Triflumizol (0,01).

Foram encontrados os resíduos dos agrotóxicos relacionados na tabela abaixo:

Observações:

- A consulta do LMR foi feita no site da ANVISA em 20/07/2016.
*O LMR refere-se ao ingrediente ativo tiametoxam e seu metabólito, clotianidina.

Conclusão: A amostra foi considerada satisfatória, pois os resíduos encontrados estão em concentrações inferiores aos LMR.

Resultado: Satisfatório.

Produtor: Área 06 - Conquista - Nova Friburgo.

Não foram encontrados resíduos dos agrotóxicos listados abaixo em nível igual ou maior que o Limite de Detecção/Quantificação do método (LQ (mg kg⁻¹)).

3-Hidroxi-carbofurano (0,02); Abamectina (0,01); Acefato (0,01); Acetamiprido (0,01); Acibenzolar-S-metílico (0,03); Aldicarbe (0,01); Aldicarbe sulfona (0,01); Aldicarbe sulfóxido (0,01); Atrazina (0,01); Azaconazol (0,01); Azametifós (0,01); Azinfos etílico (0,01); Azinfos metílico (0,01); Azoxistrobina (0,01); Buprofezina (0,02); Butocarboxim sulfóxido (0,01); Carbaril (0,01); Carbendazim (0,03); Carbofurano (0,03); Carbosulfano (0,01); Carpropamida (0,01); Ciazofamida (0,01); Cimoxanil (0,01); Ciprodinil (0,01); Ciromazina (0,01); Clorbromuron (0,01); Clorfenvinfós (0,03); Clorpirifós (0,01); Clotianidina (0,03); Cresoxim metílico (0,01); Desmedifan (0,03); Diazinona (0,01); Diclofuanida (0,01); Diclorvós (0,01); Dicrotofós (0,01); Dietofencarbe (0,01); Dimetoato (0,01); Dimetomorfe (0,01); Dissulfotom (0,02); Diuron (0,01); Dodemorfe (0,01); Epoxiconazol (0,02); Espiroxamina (0,01); Etiofencarbe sulfona (0,01); Etiofencarbe sulfóxido (0,01); Etiprole (0,01); Etirimol (0,01); Etofenproxi (0,01); Etoprofós (0,03); Fenamidona (0,01); Fenamifós (0,01); Fenazaquina (0,01); Fenpiroximato (0,01); Fenpropimorfe (0,01); Fentoato (0,01); Fluazifope-p-butílico (0,01); Flufenacete (0,01); Flutriafol (0,01); Fosmete (0,01); Furaticarbe (0,01);

Halofenosídeo (0,01); Hexitiazoxi (0,03); Imazalil (0,01); Imidacloprido (0,01); Isoprotiolona (0,01); Isoxaflutol (0,01); Linurom (0,01); Lufenuron (0,05); Malationa (0,01); Mandipropamida (0,01); Mefenacete (0,01); Mefosfolan (0,01); Mepanipirim (0,01); Mepronil (0,01); Metalaxil (0,01); Metalaxil-M (0,01); Metamidofós (0,01); Metidationa (0,02); Metiocarbe sulfóxido (0,01); Metobromuron (0,01); Metomil (0,01); Metoxifenosida (0,01); Metoxuron (0,01); Mevinfós (0,01); Miclobutanil (0,01); Monocrotófós (0,01); Monolinuron (0,01); Nitenpiran (0,01); Nuarimol (0,01); Ometoato (0,01); Oxadixil (0,01); Oxamil (0,01); Oxamil oxima (0,02); Oxicarboxina (0,01); Paclobutrazol (0,01); Pimetrozina (0,01); Piperonil butóxido (0,03); Piraclostrobina (0,02); Piridafentiona (0,01); Pirimicarbe (0,01); Pirimicarbe desmetil (0,02); Piriproxim (0,01); Propargito (0,01); Propizamida (0,01); Propoxur (0,01); Tebufenosida (0,01); Tebufenpirade (0,01); Terbufós (0,01); Tetraconazol (0,01); Tiabendazol (0,01); Tiacloprido (0,01); Tiametoxam (0,01); Tiodicarbe (0,01); Tiofanox sulfona (0,01); Tiofanox sulfóxido (0,01); Triadimefon (0,01); Triazofós (0,01); Triciclazol (0,01); Triclorfon (0,01); Triflumizol (0,01).

Conclusão: A amostra foi considerada satisfatória pois não foram encontradas as substâncias analisadas.

Resultado: Satisfatório.

Anexo 14 - Laudos de análise - Tomate convencional

Laudos 1

Paty do Alferes

Não foram encontrados resíduos dos agrotóxicos listados abaixo em nível igual ou maior que o Limite de Detecção/Quantificação do método (LQ (mg kg⁻¹)).

3-Hidroxi-carbofurano (0,02); Abamectina (0,01); Acefato (0,01); Acetamiprido (0,01); Acibenzolar-S-metílico (0,03); Aldicarbe (0,01); Aldicarbe sulfona (0,01); Aldicarbe sulfóxido (0,01); Atrazina (0,01); Azaconazol (0,01); Azametifós (0,01); Azinfos etílico (0,01); Azinfos metílico (0,01); Azoxistrobina (0,01); Buprofezina (0,02); Butocarboxim sulfóxido (0,01); Carbaril (0,01); Carbendazim (0,03); Carbofurano (0,03); Carbosulfano (0,01); Carpropamida (0,01); Ciazofamida (0,01); Cimoxanil (0,01); Ciprodinil (0,01); Clorbromuron (0,01); Clorfenvinfós (0,03); Clorpirifós (0,01); Clotianidina (0,03); Cresoxim metílico (0,01); Desmedifan (0,03); Diazinona (0,01); Diclofuanida (0,01); Diclorvós (0,01); Dicrotofós (0,01); Dietofencarbe (0,01); Dimetoato

(0,01); Dissulfotom (0,02); Diuron (0,01); Dodemorfe (0,01); Epoxiconazol (0,02); Espiroxamina (0,01); Etiofencarbe sulfona (0,01); Etiofencarbe sulfóxido (0,01); Etiprole (0,01); Etirimol (0,01); Etofenproxi (0,01); Etoprofós (0,03); Fenamidona (0,01); Fenamifós (0,01); Fenazaquina (0,01); Fenpiroximato (0,01); Fenpropimorfe (0,01); Fentoato (0,01); Fluazifope-p-butílico (0,01); Flufenacete (0,01); Flutriafol (0,01); Fosmete (0,01); Furatiocarbe (0,01); Halofenosídeo (0,01); Hexitiazoxi (0,03); Imazalil (0,01); Isoprotirolona (0,01); Isoxaflutol (0,01); Linurom (0,01); Lufenuron (0,05); Malationa (0,01); Mandipropamida (0,01); Mefenacete (0,01); Mefosfolan (0,01); Mepanipirim (0,01); Mepronil (0,01); Metalaxil (0,01); Metalaxil-M (0,01); Metamidofós (0,01); Metidationa (0,02); Metiocarbe sulfóxido (0,01); Metobromuron (0,01); Metomil (0,01); Metoxifenosida (0,01); Metoxuron (0,01); Mevinfós (0,01); Miclobutanil (0,01); Monocrotofós (0,01); Monolinuron (0,01); Nitenpiran (0,01); Nuarimol (0,01); Ometoato (0,01); Oxadixil (0,01); Oxamil (0,01); Oxamil oxima (0,02); Oxicarboxina (0,01); Paclobutrazol (0,01); Pimetrozina (0,01); Piperonil butóxido (0,03); Piraclostrobina (0,02); Piridafentiona (0,01); Pirimicarbe (0,01); Pirimicarbe desmetil (0,02); Piriproxifem (0,01); Propargito (0,01); Propizamida (0,01); Propoxur (0,01); Tebufenosida (0,01); Tebufenpirade (0,01); Terbufós (0,01); Tetraconazol (0,01); Tiabendazol (0,01); Tiacloprido (0,01); Tiametoxam (0,01); Tiodicarbe (0,01); Tiofanox sulfona (0,01); Tiofanox sulfóxido (0,01); Triadimefon (0,01); Triazofós (0,01); Triciclazol (0,01); Triclorfon (0,01); Triflumizol (0,01).

Foram encontrados resíduos dos agrotóxicos relacionados na tabela abaixo:

Agrotóxico	Concentração encontrada (mg kg⁻¹)	Limite de Quantificação do método – LQ (mg kg⁻¹)	Limite Máximo de Resíduo – LMR (ANVISA) (mg kg⁻¹)
Ciromazina	< LQ	0,01	0,03
Dimetomorfe	< LQ	0,01	0,5
Imidacloprido	0,017	0,01	0,5

Fonte: INCQS

Observações:

- A consulta dos LMRs foi feita no site da ANVISA em 24/10/2016.

Conclusão: A amostra foi considerada satisfatória pois as substâncias

encontradas estão em concentrações inferiores aos LMRs.

Resultado: Satisfatório.

Laudo 2

Produtor: Paty de Alferes

Não foram encontrados resíduos dos agrotóxicos listados abaixo em nível igual ou maior que o Limite de Detecção/Quantificação do método (LQ (mg kg⁻¹)).

3-Hidroxi-carbofurano (0,02); Abamectina (0,01); Acibenzolar-S-metílico (0,03); Aldicarbe (0,01); Aldicarbe sulfona (0,01); Aldicarbe sulfóxido (0,01); Atrazina (0,01); Azaconazol (0,01); Azametifós (0,01); Azinfos etílico (0,01); Azinfos metílico (0,01); Azoxistrobina (0,01); Buprofezina (0,02); Butocarboxim sulfóxido (0,01); Carbaril (0,01); Carbendazim (0,03); Carbofurano (0,03); Carbosulfano (0,01); Carpropamida (0,01); Ciazofamida (0,01); Cimoxanil (0,01); Ciprodinil (0,01); Ciromazina (0,01); Clorbromuron (0,01); Clorfenvinfós (0,03); Clorpirifós (0,01); Clotianidina (0,03); Cresoxim metílico (0,01); Desmedifan (0,03); Diazinona (0,01); Diclofuanida (0,01); Diclorvós (0,01); Dicrotofós (0,01); Dietofencarbe (0,01); Dimetoato (0,01); Dimetomorfe (0,01); Dissulfotom (0,02); Diuron (0,01); Dodemorfe (0,01); Epoxiconazol (0,02); Espiroxamina (0,01); Etofencarbe sulfona (0,01); Etofencarbe sulfóxido (0,01); Etiprole (0,01); Etirimol (0,01); Etofenproxi (0,01); Etoprofós (0,03); Fenamidona (0,01); Fenamifós (0,01); Fenazaquina (0,01); Fenpiroximato (0,01); Fenpropimorfe (0,01); Fentoato (0,01); Fluazifope-p-butílico (0,01); Flufenacete (0,01); Flutriafol (0,01); Fosmete (0,01); Furatiocarbe (0,01); Halofenosídeo (0,01); Hexitiazoxi (0,03); Imazalil (0,01); Isoprotirolona (0,01); Isoxaflutol (0,01); Linurom (0,01); Lufenuron (0,05); Malationa (0,01); Mandipropamida (0,01); Mefenacete (0,01); Mefosfolan (0,01); Mepanipirim (0,01); Mepronil (0,01); Metalaxil (0,01); Metalaxil-M (0,01); Metidationa (0,02); Metiocarbe sulfóxido (0,01); Metobromuron (0,01); Metomil (0,01); Metoxifenosida (0,01); Metoxuron (0,01); Mevinfós (0,01); Miclobutanil (0,01); Monocrotofós (0,01); Monolinuron (0,01); Nitenpiran (0,01); Nuarimol (0,01); Ometoato (0,01); Oxadixil (0,01); Oxamil (0,01); Oxamil oxima (0,02); Oxicarboxina (0,01); Paclobutrazol (0,01); Pimetrozina (0,01); Piperonil butóxido (0,03); Piraclostrobina (0,02); Piridafentiona (0,01); Pirimicarbe (0,01); Pirimicarbe desmetil (0,02); Piriproxifem (0,01); Propargito (0,01); Propizamida (0,01); Propoxur (0,01); Tebufenosida (0,01); Tebufenpirade (0,01); Terbufós (0,01); Tetraconazol (0,01); Tiabendazol (0,01);

Tiacloprido (0,01); Tiametoxam (0,01); Tiodicarbe (0,01); Tiofanox sulfona (0,01); Tiofanox sulfóxido (0,01); Triadimefon (0,01); Triazofós (0,01); Triciclazol (0,01); Triclorfon (0,01); Triflumizol (0,01).

Foram encontrados resíduos dos agrotóxicos relacionados na tabela abaixo:

Agrotóxico	Concentração encontrada (mg kg⁻¹)	Limite de Quantificação do método – LQ (mg kg⁻¹)	Limite Máximo de Resíduo – LMR (ANVISA) (mg kg⁻¹)
Acefato	0,050	0,01	0,5 ^[1]
Acetamiprido	< LQ	0,01	0,5
Imidacloprido	0,024	0,01	0,5
Metamidofós	0,028	0,01	ME ^[2]

Fonte: INCQS

Observações:

- A consulta dos LMRs foi feita no site da ANVISA em 24/10/2016.

^[1] Uso autorizado somente para tomate rasteiro, com fins industriais.

^[2] Para fins de monitoramento de resíduos, será aceitável a presença do metabólito metamidofós quando em concentração inferior à concentração de acefato.

ME – Monografia Excluída

A amostra foi considerada insatisfatória devido a presença de acefato, autorizado somente para tomate rasteiro, com fins industriais.

no tomate

Anexo 15 Print do painel da Anvisa com as 119 monografias de agrotóxicos autorizados para o aplicação no tomate

Painel de Monografias de Agrotóxicos

CULTURA

Tomate X

Tabela de Limite de Resíduos (LMR)

INGREDIENTE ATIVO	CULTURA	LMR (mg/kg)	ATO LEGAL
ABAMECTINA	Tomate	0,010	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ACEFATO	Tomate	0,020	RESOLUÇÃO-RE Nº 3.083, DE 17 DE NOVEMBRO DE 2016
ACETAMIPRIDO	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ACIBENZOLAR-S-METÍLICO	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ALANICARBE	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ALFA-CIPERMETRINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
AZOXISTROBINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 149, DE 25 DE JUNHO DE 2004
BENALAXIL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BENTIAVALICARBE ISOPROPÍ...	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 3.364, DE 17 DE SETEMBRO DE 2008
BETA-CIFLUTRINA	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BETA-CIPERMETRINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BIFENTRINA	Tomate	0,020	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BOSCALIDA	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BROMUCONAZOL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BUPROFEZINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CAPTANA	Tomate	15,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003

119

Tabela de Resíduos selecionados

CLASSE AGRONÔMICA

Tabela de informações gerais sobre cada monografia

ÍNDICE MONOGRÁFICO	CLASSE AGRONÔMICA	IDA	DRFA	FÓRMULA BRUTA	GRUPO QUÍMIL...	INGREDIENTE ATIVO (MON...	Nº CAS	LINK
A02 - Acetato	INSETICIDA E ACARICIDA	0,0012 mg/...	-	C4H10NO3P5	Organofosforado	ACEFATO (acephate)	30560-19...	
A18 - Abamectina	ACARICIDA, INSETICIDA ...	0,002 mg/...	-	Ver monografia	Avermectinas	ABAMECTINA (abamectin)	71751-41...	
A26 - Azoxistrobina	FUNGICIDA	0,02 mg/k...	-	C22H17N3O5	Estrobilurina	AZOXISTROBINA (azoxystrobin)	131860-3...	
A27 - Alanicarbe	INSETICIDA	-	-	C17H25N3O4S2	Metilcarbamato ...	ALANICARBE (alanycarb)	83130-01...	
A29 - Acetamiprido	INSETICIDA	0,024 mg/...	-	C10H11CN4	Neonicotiníde	ACETAMIPRIDO (acetamiprid)	135410-2...	
A38 - Acibenzolar - S - Metil...	ATIVADOR DE PLANTA	0,05 mg/k...	-	C8H6N2O52	Benzotiazol	ACIBENZOLAR-S-METÍLICO (aci...	135158-5...	
B26 - Bifentrina	INSETICIDA, FORMICIDA ...	0,02 mg/k...	-	C23H22CF3O2	Piretróide	BIFENTRINA (bifenthrin)	82657-04...	
B29 - Buprofezina	INSETICIDA E ACARICIDA	0,01 mg/k...	-	C16H23N3O5	Tiadiazinona	BUPROFEZINA (buprofezin)	69327-76...	
B32 - Bromuconazol	FUNGICIDA	-	-	C13H12BrCl2N3O	Triazol	BROMUCONAZOL (bromuconaz...	116255-4...	
B38 - Benalaxil	FUNGICIDA	0,04 mg/k...	-	C20H23NO3	Acilalaninato	BENALAXIL (benalaxyf)	71626-11...	
B41 - Boscalida	FUNGICIDA	0,04 mg/k...	-	C18H12Cl2N2O	Anilida	BOSCALIDA (boscalid)	188425-8...	
B42 - Bentiavalicarbe Isopro...	FUNGICIDA	0,0099 mg...	-	C18H24FN3O3S	Valinamida carba...	BENTIAVALICARBE ISOPROPÍLIC...	177406-6...	
C02 - Captana	FUNGICIDA	0,1 mg/kg ...	-	C9H8Cl3NO2S	Dicarbóximida	CAPTANA (captan)	133-06-2	
C03 - Carbaril	INSETICIDA	0,003 mg/...	-	C12H11NO2	Metilcarbamato ...	CARBARIL (carbaryl)	63-25-2	
C07 - Casugamicina	FUNGICIDA E BACTERICIL...	0,1 mg/kg ...	-	C14H25N3O9	Antibiótico	CASUGAMICINA (kasugamycin)	6980-19-3	
C09 - Cimoxanil	FUNGICIDA	0,01 mg/k...	-	C7H10N4O3	Acetamida	CIMOXANIL (cymoxanil)	57966-95...	

119

Monografias selecionadas

Fonte: Monografias de produtos GGTOX (Atualizado 07/02/2020) Elaborado por GECOR/GGREG

Fonte: ANVISA Consulta em: 12/10/2020

Anexo 16 Os 119 agrotóxicos aprovados pela ANVISA para aplicação no plantio do Tomate

← Voltar ao relatório
TABELA DE LIMITE DE RESÍDUOS (LMR)
ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO:12/02/2020 11:41:21

INGREDIENTE ATIVO	CULTURA	LMR (mg/kg)	ATO LEGAL
ABAMECTINA	Tomate	0,010	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ACEFATO	Tomate	0,020	RESOLUÇÃO-RE Nº 3.083, DE 17 DE NOVEMBRO DE 2016
ACETAMIPRIDO	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ACIBENZOLAR-S-METÍLICO	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ALANICARBE	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ALFA-CIPERMETRINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
AZOXISTROBINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 149, DE 25 DE JUNHO DE 2004
BENALAXIL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BENTIAVALICARBE ISOPROPÍ...	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 3.364, DE 17 DE SETEMBRO DE 2008
BETA-CIFLUTRINA	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BETA-CIPERMETRINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BIFENTRINA	Tomate	0,020	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BOSCALIDA	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BROMUCONAZOL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
BUPROFEZINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CAPTANA	Tomate	15,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CARBARIL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CARBOSULFANO	Tomate	0,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 2.477, DE 06 DE SETEMBRO DE 2018
CASUGAMICINA	Tomate	0,030	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CIANTRANILIPROLE	Tomate	0,070	RESOLUÇÃO - RE Nº 902, DE 26 DE MARÇO DE 2015
CIAZOFAMIDA	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CIFLUTRINA	Tomate	0,020	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003

[Voltar ao relatório](#)

TABELA DE LIMITE DE RESÍDUOS (LMR)

ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO:12/02/2020 11:41:21

INGREDIENTE ATIVO	CULTURA	LMR (mg/kg)	ATO LEGAL
CIFLUTRINA	Tomate	0,020	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CIMOXANIL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CIPERMETRINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CIPRODINIL	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 2.364, DE 23 DE AGOSTO DE 2019
CIROMAZINA	Tomate	0,030	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CLETODIM	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO - RE Nº 1.339, DE 24 DE MARÇO DE 2010
CLORANTRANILIPROLE	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CLORETOS DE BENZALCÔNIO	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CLORFENAPIR	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CLORFLUAZUROM	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CLORIDRATO DE CARTAPE	Tomate	0,010	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CLOROTALONIL	Tomate	3,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 1.987, DE 22 DE MAIO DE 2009
CLORPIRIFÓS	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO - RE Nº 2.241, DE 14 DE SETEMBRO DE 2005
CLOTIANIDINA	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 193, DE 3 DE OUTUBRO DE 2003
CRESOXIM-METÍLICO	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
CROMAFENOZIDA	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 3.342, DE 21 DE DEZEMBRO DE 2009
DELTAMETRINA	Tomate	0,030	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
DIAFENTIUROM	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
DIFENOCONAZOL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
DIFLUBENZUROM	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
DIMETOATO	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
DIMETOMORFE	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO - RE Nº 2.341, DE 17 DE AGOSTO DE 2015

[Voltar ao relatório](#)

TABELA DE LIMITE DE RESÍDUOS (LMR)

ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO:12/02/2020 11:41:21

INGREDIENTE ATIVO	CULTURA	LMR (mg/kg)	ATO LEGAL
DINOTEFURAN	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 2.117, DE 1º DE AGOSTO DE 2019
ESFENVALERATO	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ESPINETORAM	Tomate	0,010	RESOLUÇÃO - RE Nº 5.403, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2012
ESPINOSADE	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ESPIRODICLOFENO	Tomate	0,030	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ESPIROMESIFENO	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 2.395, DE 2 DE SETEMBRO DE 2016
ETOFENPROXI	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ETOXAZOL	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO 4209/ANVISA 2006
FAMOXADONA	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
FENAMIDONA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
FENAMIFÓS	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
FENOXAPROPE-P	Tomate	0,080	RESOLUÇÃO-RE Nº 4.112, DE 6 DE NOVEMBRO DE 2008
FENPIROXIMATO	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
FENPROPATRIINA	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
FLAZASSULFUROM	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
FLUASIFOPE-P-BUTÍLICO	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
FLUAZINAM	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
FLUBENDIAMIDA	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO 4647/ANVISA 2008
FLUDIOXONIL	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 2.363, DE 23 DE AGOSTO DE 2019
FLUENSULFONA	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 3.288, DE 14 DE DEZEMBRO DE 2017
FLUOPICOLIDA	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO 3486/ANVISA 2008
FLUPIRADIFURONE	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 801, DE 28 DE MARÇO DE 2018

[Voltar ao relatório](#)

TABELA DE LIMITE DE RESÍDUOS (LMR)

ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO:12/02/2020 11:41:21

INGREDIENTE ATIVO	CULTURA	LMR (mg/kg)	ATO LEGAL
FLUTRIAFOL	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO - RE Nº 2.753, DE 2 DE OUTUBRO DE 2019
FLUXAPIROXADE	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO - RE Nº 3.564, DE 23 DE SETEMBRO DE 2013
FORMETANATO	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
GAMA-CIALOTRINA	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO 192/ANVISA 2004
IMIDACLOPRIDO	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
INDOXACARBE	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 2.724, DE 25 DE OUTUBRO DE 2005
IPIRODIONA	Tomate	4,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
IPIROVALICARBE	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
LAMBDA-CIALOTRINA	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
LUFENUROM	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
MALATIONA	Tomate	3,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
MANCOZEBE	Tomate	2,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
MANDIPROPAMIDA	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
METAFLUMIZONA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO 3330/ANVISA 2016
METAM-SÓDICO	Tomate	2,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
METCONAZOL	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
METIOCARBE	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
METIRAM	Tomate	2,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
METOMIL	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
METRIBUZIM	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
MILBEMECTINA	Tomate	0,010	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
NOVALUROM	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO 110/ANVISA 2017

[Voltar ao relatório](#)

TABELA DE LIMITE DE RESÍDUOS (LMR)

ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO:12/02/2020 11:41:21

INGREDIENTE ATIVO	CULTURA	LMR (mg/kg)	ATO LEGAL
PACLOBUTRAZOL	Tomate	0,010	RESOLUÇÃO - RE Nº 945, DE 14 DE MARÇO DE 2014
PERMETRINA	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PIMETROZINA	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO 3753/ANVISA 2007
PIRACLOSTROBINA	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PIRIDABEM	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 159, DE 20 DE JANEIRO DE 2017
PIRIMETANIL	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PIRIMICARBE	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PIRIPROXIFEM	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 1.082, DE 20 DE ABRIL DE 2017
PROCIMIDONA	Tomate	2,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROFENOFÓS	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROPAMOCARBE	Tomate	3,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROPARGITO	Tomate	2,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROPICONAZOL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROPINEBE	Tomate	2,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
QUINTOZENO	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
QUIZALOFOPÉ-P-ETÍLICO	Tomate	0,030	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
SULFOXAFLOR	Tomate	0,200	Resolução RE nº 3.501 de 26 de dezembro de 2018
TEBUCONAZOL	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TEBUFENAZIDA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TEFLUBENZUROM	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TETRACONAZOL	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TETRADIFONA	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003

[Voltar ao relatório](#)

TABELA DE LIMITE DE RESÍDUOS (LMR)

ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO:12/02/2020 11:41:21

INGREDIENTE ATIVO	CULTURA	LMR (mg/kg)	ATO LEGAL
PROFENOFÓS	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROPAMOCARBE	Tomate	3,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROPARGITO	Tomate	2,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROPICONAZOL	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
PROPINEBE	Tomate	2,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
QUINTOZENO	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
QUIZALOFOPÉ-P-ETÍLICO	Tomate	0,030	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
SULFOXAFLOR	Tomate	0,200	Resolução RE nº 3.501 de 26 de dezembro de 2018
TEBUCONAZOL	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TEBUFENAZIDA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TEFLUBENZUROM	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TETRACONAZOL	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TETRADIFONA	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TIABENDAZOL	Tomate	0,010	RESOLUÇÃO 1443/ANVISA 2014
TIACLOPRIDO	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TIAMETOXAM	Tomate	1,000	RESOLUÇÃO-RE Nº 289, DE 1º DE FEVEREIRO DE 2018
TIOFANATO-METÍLICO	Tomate	0,200	RESOLUÇÃO - RE Nº 3.751, DE 04 DE DEZEMBRO DE 2007
TRIAZOFÓS	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO 215/ANVISA 2003
TRIFLOXISTROBINA	Tomate	0,500	RESOLUÇÃO-RE Nº 225, DE 26 DE JANEIRO DE 2005
TRIFLUMUROM	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
TRIFLURALINA	Tomate	0,050	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003
ZETA-CIPERMETRINA	Tomate	0,300	RESOLUÇÃO - RE Nº 1.121, DE 26 DE ABRIL DE 2007
ZOXAMIDA	Tomate	0,100	RESOLUÇÃO-RE Nº 165, DE 29 DE AGOSTO DE 2003

Anexo 17 Pesagens das amostras - Balança Metler Toledo Modelo: AG-245

T=22°C Unidade relativa = 51%

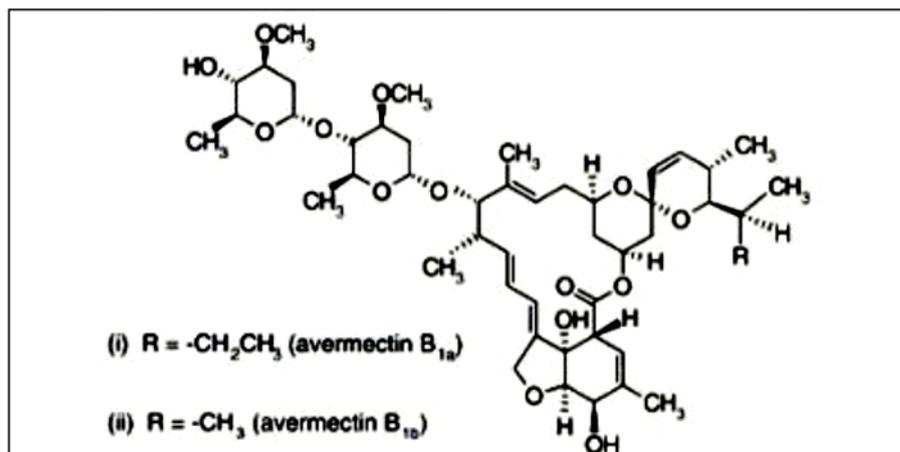
Amostra	Massa (g)	Amostra	Massa (g)
A1Br05	15,0012	A105	15,0014
A1Br510	15,0024	A1510	15,0034
A1Br1020	15,0027	A11020	15,0017
A2Br05	15,0040	A205	15,0020
A2Br510	15,0007	A2510	15,0017
A2Br1020	15,0030	A21020	15,0033
A3Br05	15,0042	A305	15,0044
A3Br510	15,0057	A3510	15,0037
A3Br1020	15,0004	A31020	15,0010
A4Br05	15,0060	A405	15,0018

A4Br510	15,0012	A4510	15,0009
A4Br1020	15,0046	A41020	15,0004
A5Br05	15,0032	A505	15,0007
A5Br510	15,0097	A5510	15,0005
A5Br1020	15,0010	A51020	15,0010
A6Br05	15,0019	A605	15,0037
A6Br510	15,0017	A6510	15,0042
A6Br1020	15,0021	A61020	15,0022
A7Br05	15,0004	A705	15,0004
A7Br510	15,0037	A7510	15,0011
A7Br1020	15,0083	A71020	15,0070

Fonte: elaborada pelo autor

Anexo 18 - Resultados de análise química – Fertilidade – Laboratório FertiMóvel (EMBRAPA)

Anexo 19 Propriedades físico-químicas dos agrotóxicos-foco selecionados para este estudo



Fonte: ANVISA

A18 - Abamectina

a) Ingrediente ativo ou nome comum: ABAMECTINA (abamectin)

b) Sinonímia: Avermectin B1; Aversectin S; A 14906; A 8612

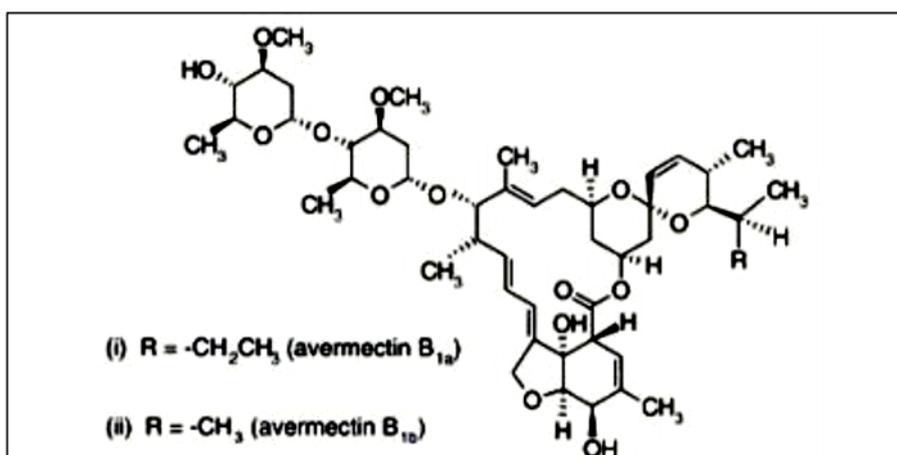
c) N° CAS: 71751-41-2

d) Nome químico: (10E,14E,16E,22Z)-(1R,4S,5'S,6S,6'R,8R,12S,13S,20R,21R,24S)-6'-[(S)-secbutyl]-21,24-dihydroxy-5',11,13,22-tetramethyl-2-oxo-(3,7,19-

trioxatetracyclo[15.6.1.14,8.020,24]pentacosa-10,14,16,22-tetraene-6-spiro-2'-(5',6'-dihydro-2'H-pyran)-12-yl-2,6-dideoxy-4-O-(2,6-dideoxy-3-O-methyl- α -L-arabino-hexopyranosyl)-3-O-methyl- α -L-arabino-hexopyranoside (i) mixture with (10E,14E,16E,22Z)-(1R,4S,5'S,6S,6'R,8R,12S,13S,20R,21R,24S)-21,24-dihydroxy-6'-isopropyl-5',11,13,22-tetramethyl-2-oxo-3,7,19-trioxatetracyclo[15.6.1.14,8.020,24]pentacosa-10,14,16,22-tetraene-6-spiro-2'-(5',6'-dihydro-2'H-pyran)-12-yl-2,6-dideoxy-4-O-(2,6-dideoxy-3-O-methyl- α -L-arabino-hexopyranosyl)-3-O-methyl- α -L-arabino-hexopyranoside (ii) (4:1) (i) R = -CH₂CH₃ (avermectin B1a) (ii) R = -CH₃ (avermectin B1b)

e) Fórmula bruta: componente B1a: C₄₈H₇₂O₁₄ componente B1b: C₄₇H₇₀O₁₄

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Avermectinas

h) Classe: Acaricida, inseticida e nematicida

i) Classificação toxicológica: Classe I

j) j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de algodão, amendoim, batata, berinjela, café, cana-de-açúcar, cebola, citros, coco, cravo, crisântemo, ervilha, feijão, feijão-vagem, figo, maçã, mamão, manga, melancia, melão, morango, pepino, pêra, pêsego, pimentão, rosa, soja, tomate e uva.

A26 – Azoxistrobina

a) Ingrediente ativo ou nome comum: AZOXISTROBINA (azoxystrobin)

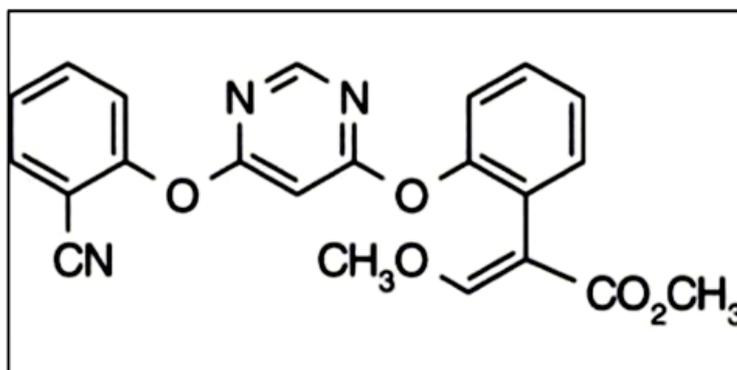
b) Sinonímia: ICIA5504, E5504, R 12 5504

c) N° CAS: 131860-33-8

d) Nome químico: methyl (E)-2-{2-[6-(2-cyanophenoxy)pyrimidin-4-yloxy]phenyl}-3-methoxyacrylate

e) Fórmula bruta: C₂₂H₁₇N₃O₅

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Estrobilurina

h) Classe: Fungicida

i) Classificação toxicológica: Classe III

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de abacate, abóbora, abobrinha, alface, algodão, alho, alstroeméria, ameixa, amendoim, antúrio, arroz, aveia, azaleia, banana, batata, begônia, berinjela, beterraba, café, caju, calandiva, caqui, cana-de-açúcar, chalota, cebola, cenoura, centeio, cevada, citros, couve-flor, crisântemo, ervilha, eucalipto, feijão, figo, gérbera, girassol, goiaba, kalanchoe, lisianthus, mamão, manga, maracujá, melancia, melão, milho, milheto, morango, nectarina, pepino, pêsego, pimentão, rosa, soja, sorgo, tomate, trigo, tritcale e uva. Aplicação em sementes de algodão, milho e sorgo. Aplicação através de tratamento industrial de propágulos vegetativos (mudas) antes do plantio na cultura de cana-de-açúcar.

A29 – Acetamiprido

a) Ingrediente ativo ou nome comum: ACETAMIPRIDO (acetamiprid)

b) Sinonímia: NI-25

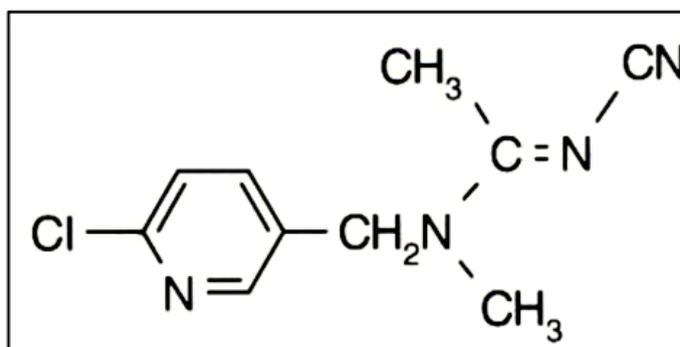
c) N° CAS: 135410-20-7

d) Nome químico:

(E)-N1-[(6-chloro-3-pyridyl)methyl]-N2-cyano-N1-methylacetamidine.

e) Fórmula bruta: C₁₀H₁₁ClN₄

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Neonicotinóide

h) Classe: Inseticida

i) Classificação toxicológica: Classe III

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado.

Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de abacate, abacaxi, abóbora, abobrinha, acelga, agrião, alface, algodão, alho, almeirão, alstroemeria, alyssum, amaryllis, ameixa, amendoim, arroz, aveia, azaléa, batata, batata doce, berinjela, beterraba, boca de leão, brócolis, café, caju, cana indica, caqui, carambola, cebola, celósia, centeio, cevada, citros, chicória, chuchu, coleus, couve, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, cravo, espinafre, eucalipto, euonymus, feijão, figo, gardênia, gerânio, gérbera, gladiólos, goiaba, hortênsia, jiló, lantana, lírio, lisianthus, maçã, mamão, mandioca, manga, mangaba, maracujá, margarida, marmelo, maxixe, melancia, melão, milheto, milho, mostarda, nectarina, nêspera, pastagem,

pepino, pera, pêsego, pimenta, pimentão, pinhão-manso, pitósporo, quiabo, repolho, rosa, rúcula, ruscus, sálvia, sedum makinoi, soja, sorgo, tomate, trigo, triticales, uva, verbena, vinca e zinnia. Aplicação em sementes de algodão, amendoim, arroz, feijão, milho, soja e trigo. Aplicação no tronco de café e citros.

A38 - Acibenzolar-S-metílico

a) Ingrediente ativo ou nome comum: ACIBENZOLAR-S-METÍLICO (acibenzolar-S-methyl)

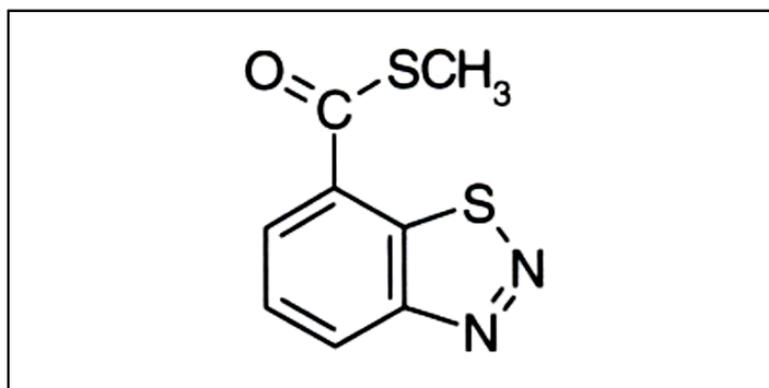
b) Sinonímia: -

c) N° CAS: 135158-54-2

d) Nome químico: S-methyl benzo[1,2,3]thiadiazole-7-carbothioic

e) Fórmula bruta: C₈H₆N₂OS₂

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Benzotiadiazol

h) Classe: Ativador de planta

i) Classificação toxicológica: Classe IV

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de algodão, alstroeméria, batata, café, cebola, crisântemo, feijão, gérbera, melancia, melão, rosa, tomate e trigo. Aplicação foliar em mudas de cacau e de citros.

B29 – Buprofezina

a) Ingrediente ativo ou nome comum: BUPROFEZINA (buprofezin)

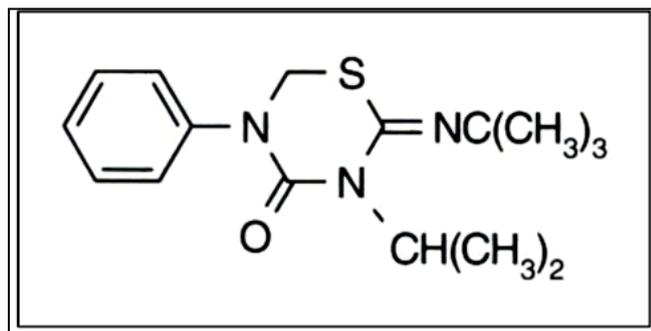
b) Sinonímia: NNI 750

c) Nº CAS: 69327-76-0

d) Nome químico: 2-tert-butylimino-3-isopropyl-5-phenyl-1,3,5-thiadiazinan-4-one

e) Fórmula bruta: $C_{16}H_{23}N_3OS$

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Tiadiazinona

h) Classe: Inseticida e acaricida

i) Classificação toxicológica: Classe IV

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: aplicação foliar nas culturas de abacate, abacaxi, abóbora, abobrinha, algodão, anonáceas, begônia, berinjela, cacau, chuchu, citros, cupuaçu, feijão, guaraná, gérbera, jiló, kiwi, mamão, manga, maracujá, maxixe, melancia, melão, pepino, pimenta, pimentão, quiabo, romã, soja e tomate.

C24 – Carbendazim

a) Ingrediente ativo ou nome comum: CARBENDAZIM (carbendazim)

b) Sinonímia: MBC; Carbendazol

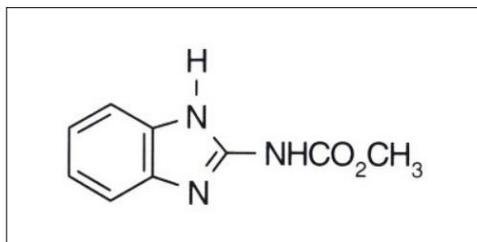
c) Nº CAS: 10605-21-7

d) Nome químico: methyl benzimidazol-2-ylcarbamate

e) Fórmula bruta: $C_9H_9N_3O_2$

f) Fórmula estrutural:

Fórmula estrutural do Carbendazim



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Benzimidazol

h) Classe: Fungicida

i) Classificação toxicológica: Classe III

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de algodão, citros, feijão, maçã, milho, soja e trigo. Aplicação em sementes de algodão, arroz, feijão, milho e soja.

C37 –Ciromazina

a) Ingrediente ativo ou nome comum: CIROMAZINA (cyromazine)

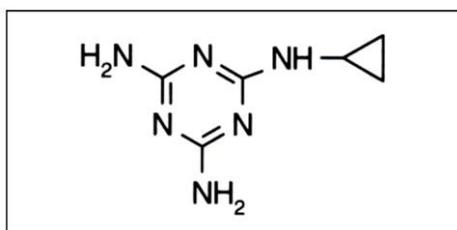
b) Sinonímia: OMS-2014; CGA 72 662

c) Nº CAS: 66215-27-8

d) Nome químico: N-cyclopropyl-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine

e) Fórmula bruta: C₆H₁₀N₆

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Triazinamina

h) Classe: Inseticida

i) Classificação toxicológica: Classe IV

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: aplicação foliar nas culturas de batata, crisântemo, feijão, feijão-vagem, melancia, melão, pepino e tomate.

D41 - Diafentiurom

a) Ingrediente ativo ou nome comum: DIAFENTIUROM (diafenthiuron)

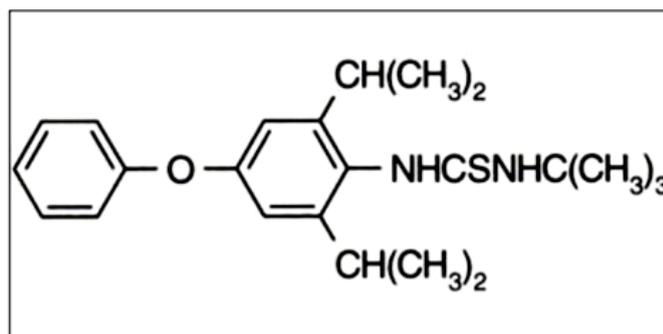
b) Sinonímia: CGA-106630

c) N° CAS: 80060-09-9

d) Nome químico: 1-tert-butyl-3-(2,6-di-isopropyl-4-phenoxyphenyl) thiourea

e) Fórmula bruta: $C_{23}H_{32}N_2OS$

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Feniltiouréia

h) Classe: Acaricida e inseticida

i) Classificação toxicológica: Classe III

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de algodão, alstroeméria, azaléia, batata, begônia, berinjela, café, celósia, citros, crisântemo, feijão, gérbera, melancia, melão, milho, pepino, repolho, rosa, soja, tomate e trigo.

L05 - Lufenurom (Benzoiluríea)

a) Ingrediente ativo ou nome comum: LUFENUROM (lufenuron)

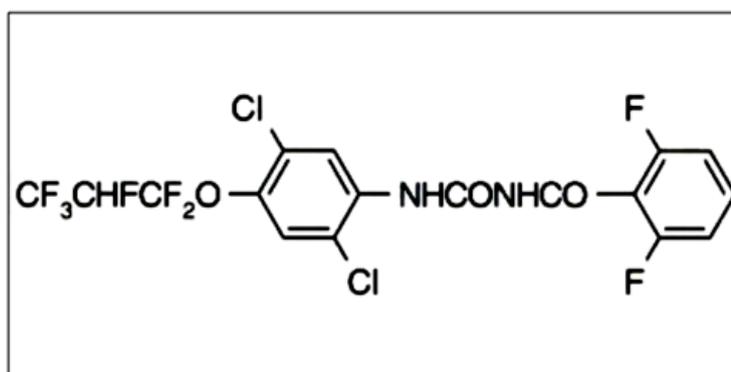
b) Sinonímia: CGA 184,669

c) Nº CAS: 103055-07-8

d) Nome químico: (RS)-1-[2,5-dichloro-4-(1,1,2,3,3,3-hexafluoropropoxy)phenyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

e) Fórmula bruta: $C_{17}H_8Cl_2F_8N_2O_3$

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Benzoiluréia

h) Classe: Inseticida e acaricida

i) Classificação toxicológica: Classe III

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de algodão, alstroeméria, aveia, batata, café, cana-de-açúcar, canola, celósia, centeio, cevada, citros, coco, cravo, caravínea, crisântemo, eucalipto, feijão, gérbera, girassol, lisianthus, maçã, mandioca, milheto, milho, pepino, pêssego, repolho, rosa, soja, sorgo, tomate, trigo e triticales.

M45 - Mandipropamida

a) Ingrediente ativo ou nome comum: MANDIPROPAMIDA (mandipropamid)

b) Sinonímia: NOA 446510

c) Nº CAS: 374726-62-2

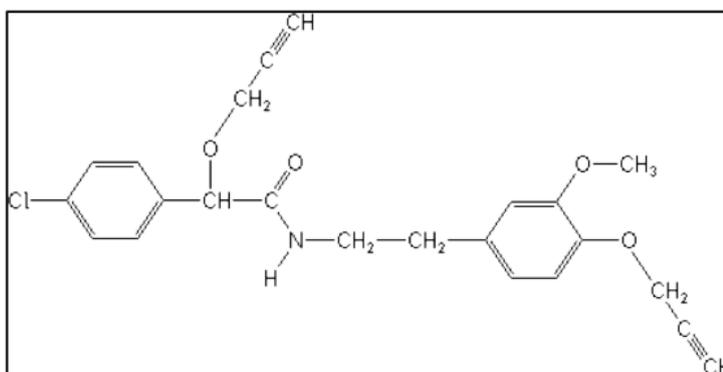
d) Nome químico:

(RS)-2-(4-chlorophenyl)-N-[3-methoxy-4-(prop-2-ynyloxy)phenethyl]-2-(prop2-

nyloxy)acetamide

e) Fórmula bruta: $C_{23}H_{22}ClNO_4$

f) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

g) Grupo químico: Éter Mandelamida

h) Classe: Fungicida Sistemico

i) Classificação toxicológica: Classe II

j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: aplicação foliar nas culturas de abóbora, abobrinha, alface, batata, begônia, brócolis, calandiva, cebola, cebolinha, couve, couve-flor, gérbera, kalanchoe, lírio, mamão, melancia melão, orquídeas, pepino, tomate, rosa e violetas.

M17 - Metomil

a) Ingrediente ativo ou nome comum: METOMIL (methomyl)

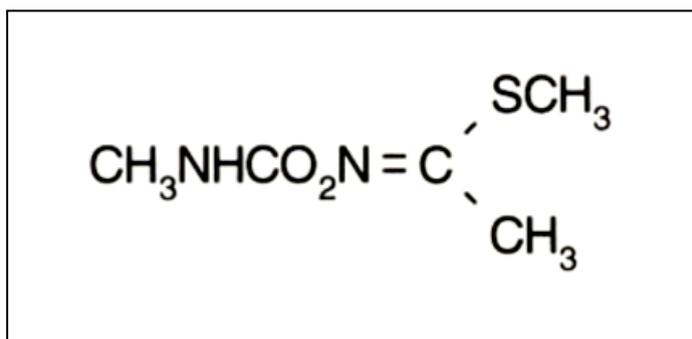
b) Sinonímia: -

c) Nº CAS: 16752-77-5

d) Nome químico: S-methyl N- (methylcarbamoxyloxy)thioacetimidate

e) Fórmula bruta: $C_5H_{10}N_2O_2S$

f) Fórmula estrutural:

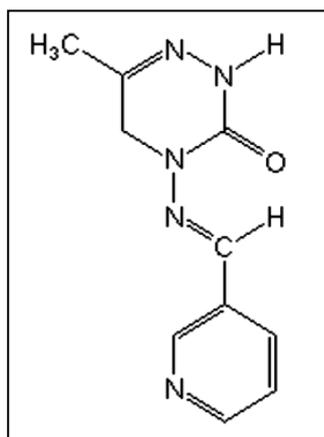


Fonte: ANVISA

- g) Grupo químico: Metilcarbamato de oxima
- h) Classe: Inseticida e acaricida
- i) Classificação toxicológica: Classe I
- j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de algodão, arroz, aveia, batata, brócolis, café, centeio, cevada, couve, dendê, feijão, milheto, milho, repolho, soja, sorgo, tomate, trigo e triticales. Aplicação pré-plantio nas culturas de milho e soja.

P52 – Pimetrozina

- a) Ingrediente ativo ou nome comum: PIMETROZINA (pymetrozine)
- b) Sinonímia: -
- c) N° CAS: 123312-89-0
- d) Nome químico: (E)-4,5-dihydro-6-methyl-4-(3-pyridylmethyleneamino)-1,2,4-triazin-3(2H)-one
- e) Massa molecular: 217,2
- f) Fórmula bruta: C₁₀H₁₁N₅O
- g) Fórmula estrutural:



Fonte: ANVISA

h) Grupo químico: piridina Azometina

i) Classe: inseticida

j) Classificação toxicológica: Classe II

k) Uso agrícola: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Aplicação foliar nas culturas de alface, algodão, alstroeméria, batata, begônia, brócolis, celósia, couve, couve chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, crisântemo, fumo, gérbera, hibiscos, melancia, melão, orquídeas, pepino, poinsetia, rosa, tomate e repolho.

T48 – Tiametoxam

a) Ingrediente ativo ou nome comum: TIAMETOXAM (thiamethoxam)

b) Sinonímia: -

c) Nº CAS: 153719-23-4

d) Nome químico: 3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene(nitro)amine

e) Fórmula bruta: $C_8H_{10}ClN_5O_3S$

f) Fórmula estrutural:

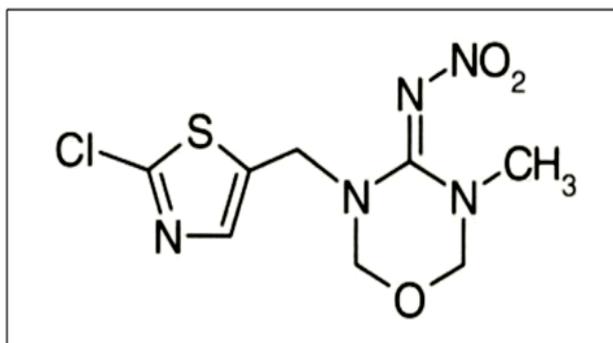


Figura: ANVISA

- g) Grupo químico: neonicotinóide
- h) Classe: Inseticida
- i) Classificação toxicológica: Classe III
- j) Uso agrícola: autorizado conforme indicado.

Modalidade de emprego: Aplicação no solo nas culturas de abacaxi, abobrinha, alface, amendoim, arroz, batata, berinjela, café, cana-de-açúcar, citros, feijão-vagem, fumo, maçã, mamão, melancia, melão, morango, pepino, pêssigo, pimentão, repolho, tomate e uva. Aplicação em sementes de alface, algodão, amendoim, arroz, aveia, batata, cebola, cevada, feijão, girassol, melão, milho, pastagem, soja, sorgo, tomate e trigo. Aplicação foliar nas culturas de alface, algodão, alho, alho-porró, agrião, amendoim, arroz, aveia, batata, berinjela, cana-de-açúcar, cebola, cebolinha, cevada, citros, coentro, crisântemo, ervilha, feijão, figo, fumo, girassol, maçã, mamão, mandioca, manga, melancia, melão, milho, morango, palma forrageira, pastagem, pepino, pimentão, repolho, rosa, soja, sorgo, tomate, trigo e uva.

O tiametoxam é um inseticida da classe dos neonicotinóides, registrado no Brasil para o controle de pragas em várias culturas, como arroz, batata, cana-de-açúcar, fumo, trigo e soja. O produto comercial recebe o nome de Actara®, utilizado para aplicação no solo e foliar, e com o nome de Cruiser®, aplicado ao tratamento de sementes. É um ingrediente ativo que apresenta alta toxicidade a insetos e pouco tóxico a mamíferos, com DL-50 para ratos (dose letal a 50% dos indivíduos tratados) em torno de 1500 mg kg⁻¹ de peso corporal. Em contato frequente esse agrotóxico apresenta elevado potencial carcinogênico, sendo seu limite aceitável para impacto na água do solo de 0,94 µg L⁻¹ (OLIVEIRA, 2009).

Devido às suas propriedades físico-químicas, o tiametoxam apresenta baixa sorção aos colóides do solo, apresentando maior interação com a matéria orgânica do solo e gerando alta capacidade de lixiviação em condições de campo (OLIVEIRA, 2009).

Todas as informações sobre os agrotóxicos apresentadas neste capítulo tiveram como objetivo, provocar uma reflexão crítica do quanto importante é a conscientização com relação aos problemas ambientais dos atores envolvidos direta e/ou indiretamente na agricultura. Independente das pressões sofridas pelo agricultor, a sustentabilidade ambiental deve ser priorizada em detrimento aos números exigidos pelo mercado. Dessa forma, torna-se imprescindível o conhecimento dos princípios que norteiam a sustentabilidade ambiental.