

Agrotóxicos utilizados na produção do tomate em Goiânia e Goianápolis e efeitos na saúde humana.

Pesticides used in tomato production in Goiânia and Goianápolis and their effects on human health

Adriana Latorraca¹
Geisa Juliana Gomes Marques¹
Kamila Vieira Sousa¹
Nélida Schmid Fornés¹

RESUMO

Objetivo: Identificar os agrotóxicos mais utilizados na produção de tomate, na região de Goiânia e Goianápolis e os possíveis efeitos desses resíduos na saúde humana.

Métodos: A identificação dos agrotóxicos mais utilizados na produção de tomate, na região de Goiânia e Goianápolis realizou-se mediante a coleta de dados em estabelecimentos comerciais de produtos agropecuários. A avaliação dos efeitos dos resíduos de agrotóxicos presentes no tomate sobre a saúde humana foi realizada por meio de revisão da literatura utilizando os bancos de dados MEDLINE E LILACS, livros e dissertações relacionados ao tema.

Resultados: Observou-se que os pesticidas mais vendidos nos estabelecimentos comerciais de Goiânia e Goianápolis são os das classes inseticidas e fungicidas. A maioria possui permissão para uso na cultura, com exceção do inseticida de nome comercial Folidol 600 de ingrediente ativo parathion-methyl, que não tem registro para uso no cultivo do tomate. O risco determinado pelos agrotóxicos ou a probabilidade de um indivíduo adoecer pela ingestão desses resíduos é dado pela exposição que a pessoa tem a eles e a toxicidade dos mesmos. Assim, os resíduos podem provocar no organismo desde leves desequilíbrios, náuseas, vertigens, até alterações neurológicas, tremores, hepatomegalia, entre outros.

Conclusão: Confirmou-se o uso de agrotóxicos desautorizados pelo Ministério da Saúde do Brasil na cultura do tomate na região estudada, bem como o registro de efeitos dos resíduos na saúde do consumidor, como intoxicações agudas, efeitos adversos crônicos e doenças de diversas naturezas que podem levar o indivíduo contaminado até a morte.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Resíduos; Tomate; Saúde humana.

¹Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás, Goiânia-Goiás, Brasil

Correspondência
Nélida Schmid Fornés
Rua 10 n.º 930, apartamento 902, Setor Oeste, Goiânia-GO. 74120-020, Brasil.
nelida@fanut.ufg.br

Recebido em 27/maio/2008
Aprovado em 02/outubro/2008

ABSTRACT

Objective: To identify the most widely used pesticides in tomato production in the region of Goiania and Goianópolis and the possible effects of such residues on human health.

Methods: The identification of most widely used pesticides in tomato production in the region of Goiania and Goianópolis was done through data collection in agricultural supplies stores. The evaluation of the effects of residues of pesticides found in tomatoes on human health was done by means of a revision of the literature using the databases MEDLINE and LILACS, books and dissertations related to the subject.

Results: A major finding was that most pesticides sold in agricultural supplies stores in Goiania and Goianópolis belong to the class of insecticides and fungicides. Most of them are allowed to be used in the tomato culture, with the exception of an insecticide whose brand name is Folidol 600, containing an active ingredient PARATHION-methyl, which is unauthorized for use in tomato production. The risk determined by pesticides or the probability of an individual to become ill by the intake of such residues is related to the person's exposure to them and the residues toxicity. Thus, the residues can cause in the body from low level imbalances, nausea, dizziness, to neurological damage, tremors, hepaticomegaly, among many other disorders.

Conclusion: The study confirmed, for the studied region, the use of pesticides unauthorized by the Brazilian Ministry of Health, as well as the registration of residue effects in the consumers' health, such as from acute to chronic toxicity and with various kinds of adverse effects.

Key words: Pesticides; Residues; Tomatoes; Human health.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de tomate começou em Pernambuco, no início do século XX. Experimentou um grande impulso na década de 50, se mantendo regular até a década de 60, quando em 1972, teve um grande aumento principalmente no Estado de São Paulo, viabilizando a implantação de diversas agroindústrias. O crescimento acelerado tanto da modernização quanto da instalação de fábricas em áreas novas evoluiu em quantidade de matéria-prima por safra, que de 300 mil toneladas em 1973 chegou a 640 mil em 1975. Na década de 80, ela expandiu-se na região Nordeste, especialmente em Pernambuco e norte da Bahia. A partir de 1991, ocorreu redução da área plantada, pela maior oferta de polpa no mercado internacional pelo ataque severo da traça do tomateiro (*Tuta absoluta*)^{1,2}.

Desde 1990, a cultura vem se expandindo na região Centro-Oeste, onde a baixa umidade relativa do ar e as temperaturas amenas, entre os meses de março e setembro, favorecem o cultivo do tomateiro². Os solos profundos, bem drenados e a topografia plana facilitam a mecanização e permitem o uso de grandes sistemas de irrigação³.

O tomate é uma das culturas com maior volume de produção e consumo no Brasil, onde são comercializados anualmente cerca de 1,5 milhão de toneladas, sendo o Estado de Goiás um dos maiores produtores^{4,5}. Em 2002 o Brasil produziu cerca de 1,28 milhão de toneladas, em uma área de 18,25 mil hectares. Portanto, atualmente, nossa produtividade média é de aproximadamente 70 toneladas por hectare³.

A agroindústria brasileira tem capacidade instalada para processar 17080 toneladas diárias, do tomate rasteiro, em 20 unidades processadoras distribuídas nos Estados de Ceará, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais e São Paulo. Em Goiás a produção de tomate para processamento se encontra em Goiânia, Morrinhos, Vicentinópolis, Luziânia, Cristalina, Nerópolis, Nova Glória, Itapaci e Goianópolis⁶.

Separado conforme seu hábito de crescimento, o tomate (*Lycopersicon esculentum* Miel) pode ser dividido em “estaqueado” (de mesa) ou “rasteiro” (industrial)⁴. No estaqueado, as plantas apresentam porte maior e necessitam de suporte para o crescimento dependendo do uso intensivo de mão-de-obra, sendo preferida para o consumo “in natura”. Já o rasteiro, as cultivares são de porte baixo e não necessitam de suporte, sendo mais utilizado para a indústria⁵.

A crescente aceitação e o aumento da remuneração obtida pelo mercado têm provocado uma expansão em ritmo bastante acelerado das áreas plantadas com o tomate in natura, sobretudo nas regiões produtoras do Centro-Sul, Sudoeste e Sul do país⁷ e respondem por mais de 50% do volume comercializado na rede de supermercados em Goiás. Sendo crescente também a produção em sistemas protegidos e sistemas orgânicos, garantindo melhor qualidade⁶.

No entanto, devido à sua perecibilidade natural, seu cultivo exige uma grande quantidade de agrotóxicos que, muitas vezes utilizados de modo inadequado e excessivo, tem como conseqüência a contaminação com resíduos e assim inevitável comprometimento da saúde do consumidor^{5,8}.

A utilização de agrotóxicos na agricultura teve início no século XX, com os avanços tecnológicos agrícolas, como resposta à escassez crônica de alimentos ocorrida na Europa Ocidental, na transição do feudalismo para o capitalismo, proporcionando desta maneira a superação de dificuldades. Os produtos químicos foram introduzidos no período pós-guerra (1939), pela descoberta de propriedades inseticidas do Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) e conseqüentemente a introdução dos inseticidas organofosforados e em seguida o carbamato. No Brasil, as primeiras amostras de DDT chegaram em 1943, e em 1991 participou como o quinto maior consumidor de agrotóxicos no mundo^{9,10}.

Os agrotóxicos são produtos químicos destinados a prevenir ou controlar pragas, incluindo vetores

de doenças que causem prejuízo na produção, armazenamento, transporte e comercialização dos alimentos¹¹. Os defensivos recebem denominação diferente conforme espécie sobre a qual atua fundamentalmente. Assim os inseticidas agem sobre os insetos, os fungicidas sobre os fungos, acaricidas sobre os ácaros, herbicidas sobre as ervas, etc. São formulados de uma maneira geral em duas formas: líquida, compreendendo as soluções e concentrados emulsionáveis e sólida, compreendendo pó simples, concentrados e granulados¹². A escolha dos mesmos, para aplicação em determinada cultura vai depender do tipo de praga ou doença prévia a combater, dos seus meios de ação, da temperatura e ocasião da florada¹³.

Os organofosforados são grupos de compostos orgânicos que contêm fósforo e utilizam-se como inseticidas. Estes são caracterizados por sua estrutura física semelhante, podendo todos serem considerados em essência derivados do ácido fosfórico, ditiofosfórico, tiofosfórico e fosfônico, com seus análogos em forma de ésteres com alto grau de ação inseticida^{9,14}.

Para Midio e Martins⁹, os organofosforados apresentam algumas vantagens, como alta atividade inseticida; largo espectro de ação; ação sistêmica para a maioria dos insetos; baixa ação residual, decompondo-se para formar compostos de baixa toxicidade para vertebrados; biotransformação muito rápida, principalmente em vertebrados, com ausência de acumulação nos seus organismos, devido à alta polaridade de suas moléculas, não se acumulando em tecidos animais e gordurosos. Entretanto, a grande desvantagem de seu emprego consiste no alto risco de intoxicações a que estão expostos os organismos não alvos, exigindo, assim, medidas de proteção adequadas para seu uso, que nem sempre são tomadas.

O consumo destes produtos difere nas várias regiões do país, em função da mistura de atividades agrícolas intensivas e tradicionais, tendo o consumo, no Centro-Oeste, aumentado nas décadas de 70 e 80, devido à ocupação dos Cerrados¹⁰.

A política de incentivo à agricultura, ocorrida na mesma época, contribuiu para a consolidação desse pacote tecnológico, onde a clientela preferencial eram os produtores modernizados. Assim, desde a década de noventa, apesar de reduzido o poder de regulação do Estado sobre a agricultura, este modelo agrícola, baseado na aplicação de agrotóxicos e mecanização, se manteve como forma de garantir a produção e o retorno do capital investido⁵.

O Brasil é o 3.º maior consumidor de produtos agrotóxicos no mundo e o primeiro no âmbito da América Latina e, embora tenha logrado avanços consideráveis no controle da produção e consumo desses produtos nos últimos tempos, ainda apresenta condições socio sanitárias compatíveis àquelas de países em desenvolvimento¹⁵. Segundo dados da Associação Nacional de Defensivos Agrícolas (ANDEF)¹⁶ o país representa o quinto maior consumidor mundial de pesticidas, constituindo-se o maior produtor e consumidor de agrotóxico do terceiro mundo.

Pela ausência de seletividade e por ser incorporada ao ambiente por diversas vias, a utilização de agrotóxicos exige restrições, principalmente no que se refere à dose e freqüência de aplicação, que tem por objetivo minimizar os efeitos tóxicos paralelos, assim como contaminação do suprimento de alimentos durante a produção agropecuária, no processamento, armazenamento e embalagem dos alimentos⁹.

A Lei n.º 7 802, de 11 de julho de 1989, relativa a produtos fitossanitários e outros produtos, instituiu a exigência de que os mesmos sejam previamente registrados para fins de produção, importação, exportação, comercialização e utilização, atendidas as diretrizes e exigência dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde, da agricultura e do meio ambiente¹⁵. No entanto, o modelo agrícola atual, pela modernização da agricultura induzida tecnologicamente pela indústria, determinou uma prática agrícola predominante, caracterizada pelo uso abusivo de agrotóxicos associado a uma assistência técnica deficiente, onde nem sempre se segue às recomendações dos receituários agrônômicos, que contém informações a respeito do emprego de agrotóxicos autorizados por lei em determinadas culturas e de sua aplicação adequada, sendo inevitável além de outras conseqüências à presença de resíduos tóxicos nos alimentos^{5,17}.

Segundo Mídio e Martins⁹, de acordo com a possibilidade de ser incorporada ao ambiente, as grandes classes de praguicidas podem ser agrupadas em: não persistentes ou ligeiramente residuais (exemplos: inseticidas organofosforados, carbamatos e piretróides); moderadamente persistentes ou residuais (exemplos: herbicidas derivados da uréia); persistentes ou altamente residuais (exemplos: inseticidas e organoclorados).

Denomina-se persistência de um praguicida o tempo necessário para que 75 a 100% do compos-

to não seja mais encontrado no local da aplicação. Portanto, praguicidas são classificados de acordo com a duração residual em: não persistentes, de 1 a 18 meses, e persistentes, de 2 a 5 anos. O tempo de persistência para um praguicida varia com as condições ambientais, sendo que generalizações a respeito de uma classe estão sujeitas a várias exceções⁹.

Muitos praguicidas são continuamente pesquisados do ponto de vista toxicológico, dentre eles os compostos mais representativos da contaminação residual, são os inseticidas, fungicidas e herbicidas, uma vez que os seus efeitos podem ser: agudos, subagudos e crônicos¹⁸. Assim para a toxicologia de alimentos, consideram-se importantes os efeitos crônicos que eventualmente possam causar à saúde humana, nas concentrações que freqüentemente estão presentes nos alimentos, ou seja, como resíduos⁹.

Os agrotóxicos passam por uma investigação rigorosa quanto aos possíveis efeitos sobre a saúde humana. É feita uma análise contínua dos riscos, à luz dos conhecimentos científicos atuais, para garantir que não ocorram efeitos adversos à saúde e ao ambiente. Em média 15000 substâncias são pesquisadas para o lançamento comercial do produto¹⁹.

Atualmente, o Brasil alinha-se às melhores legislações quanto ao uso de agroquímicos no que se refere aos testes solicitados para sua utilização. Os processos iniciam-se com protocolos dos dados, simultaneamente, nos três órgãos envolvidos: Ministérios da Agricultura, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA). Após análises simultâneas a ANVISA envia ao Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), documento sobre a classificação e análise toxicológica do produto, e o IBAMA envia ao mesmo órgão a avaliação ambiental contendo Potencial de Periculosidade Ambiental, e a classificação ambiental do produto. O MAPA aprova o rótulo, a bula e emite o Certificado de Registro para comercialização nos diversos estados federativos devendo-se obter cadastro em todos eles²⁰.

Os efeitos mutagênicos das substâncias químicas podem ser avaliados através de ensaios com microorganismos e em organismos superiores, sendo aqueles com animais em laboratório de grande vantagem, por reproduzir as condições de exposição do homem²¹. Cabe ao Ministério da Saúde, por meio da ANVISA, proceder à avaliação toxicológica com animais de laboratórios, como ra-

tos, camundongos, coelhos, porquinhos-da-índia, dentro de protocolos internacionais²⁰.

Um dos maiores problemas para se estabelecer o nível de exposição tolerável à substância química está em definir o que é considerado dano ou efeito adverso. O efeito adverso definido como qualquer alteração fisiológica anormal (indesejável) ou nociva (patológica) após a exposição às substâncias potencialmente tóxicas, sendo a morte o efeito adverso mais drástico que pode ocorrer²².

Desta forma, para garantir à população produtos que não representem risco à saúde é de grande importância o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos disponíveis no comércio¹¹.

Assim, considerando o tomate, um alimento de alto consumo e de expressivo valor cultural no país, e a necessidade de um maior conhecimento do risco potencial dos agrotóxicos à saúde humana, visto que estudos sobre o tema são escassos, o presente estudo propõe-se identificar os agrotóxicos mais utilizados na produção de tomate, na região de Goiânia e Goianápolis, bem como os possíveis efeitos dos resíduos de agrotóxicos na saúde humana.

MÉTODO

A coleta de dados para conhecer os agrotóxicos mais freqüentemente empregados na produção do tomate foi realizada em 31 estabelecimentos comerciais localizados nas regiões centrais das cidades de Goiânia e Goianápolis, do estado de Goiás, Brasil. Foram identificados os pesticidas residuais mais vendidos para produtores de tomate da região, comparando-os com a relação de agrotóxicos permitidos pela ANVISA/Ministério da Saúde, para uso no país.

Para avaliar os efeitos dos resíduos de agrotóxicos presentes no tomate sobre a saúde humana foi realizada uma revisão da literatura em revistas indexadas nos bancos de dados MEDLINE e LILACS, e em livros e dissertações relacionados ao tema dos últimos vinte anos. As palavras-chave que auxiliaram a pesquisa foram agrotóxicos, resíduos, tomate, saúde humana.

Os estudos selecionados abordaram a utilização de agrotóxicos na agricultura; cultivo de tomate, presença de resíduos após utilização de agrotóxicos e relação com a saúde humana; classificação e toxicidade dos agrotóxicos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com a pesquisa realizada entre os principais revendedores da cidade de Goiânia e Goianápolis-GO, os agrotóxicos de classes inseticidas e fungicidas estão entre os mais vendidos e utilizados na cultura do tomate. Destes, o de grupo químico organofosforado foi o que apresentou maior freqüência de utilização (Tabela 1). Os intervalos de carência registrados para a cultura do tomate, para os agrotóxicos identificados, variaram de 1 a 21 dias.

Tabela 1

Agrotóxicos mais vendidos para a cultura do tomate nas cidades de Goiânia (GO) e Goianápolis (GO), e seus respectivos grupos químicos e ingredientes ativos.

Marca comercial*	Formulação	Ingrediente ativo	Grupo químico	Classe
Decis 25 CE	EC	Deltamethrin	Piretróide	Inseticida
Tamaron Br	SL	Methamidofós	Organofosforado	Inseticida
Lorsban 480 Br	EC	Chlorpyrifos	Organofosforado	Inseticida
Folidol 600	EC	Parathion-methyl	Organofosforado	Inseticida
Cartap Br 500	SP	Cartap	Ditiocarbamato	Fungicida / inseticida
Meothrin 300	EC	Fenprothrin	Piretróide	Inseticida
Pounce 384 CE	EC	Permethrin	Piretróide	Inseticida
Elsan EC	EC	Phenthoate	Organofosforado	Inseticida
Daconil 500	SC	Clorothalonil	Isoftalonitrila	Fungicida
Dithane PM	WP	Mancozeb	Ditiocarbamato	Fungicida
Recop	WP	Oxicloreto de cobre	Inorgânico	Fungicida

Fonte: Estabelecimentos comerciais de referência nas cidades de Goiânia-GO e Goianápolis-GO, 2003.

*Marca comercial dos agrotóxicos que foram citados duas ou mais vezes como mais vendidos para a cultura do tomate.

Este resultado difere do encontrado pela ANVISA²³, no período de junho de 2001 a junho de 2002, quando analisou 91 ingredientes ativos, de 189 amostras de tomate, em quatro capitais: Belo Horizonte, Curitiba, Recife e São Paulo, e detectou a presença, de 13 ingredientes ativos. Os fungicidas ditiocarbamatos foram os que apresentaram maior freqüência, detectados em 52,91% (n=100) das amostras; os organofosforados em 34,92% (n=66), piretróides em 3,71% (n=7), hidrocarbonetos aromáticos em 2,12% (n=4) e organoclorados em 1,59% (n=2).

Já Araújo et al.²⁴, pesquisando resíduos organofosforados parathion-methyl e methamidofós em tomate, constatou que, apesar de 45% dos produtores avaliados aplicarem doses acima dos recomendados nos rótulos das embalagens, o inseticida parathion-methyl não foi detectado em nenhuma das amostras, enquanto o inseticida methamidofós foi encontrado abaixo do limite máximo permitido.

Barreto et al.²⁵ constatou, em regiões do Estado de São Paulo, que os organoclorados e organofosforados estavam dentro do limite máximo permitido pela legislação para a cultura do tomate, exceto para uma amostra, que apresentou 0,01 mg/Kg (ppm) de resíduo de Endosulfan, não autorizado para esta cultura. As amostras analisadas apesar de coletadas “in natura” foram armazenadas a -15°C até o momento da análise. Este mesmo resíduo, também foi encontrado por Oliveira e Toledo⁸ em morangos, indicando que apesar de proibido pela legislação, por ser um inseticida organoclorado de alta persistência no ambiente, ainda é utilizado ilegalmente em algumas culturas. Resíduo do organoclorado BCH, também foi detectado em amostras de tomate em monitoramento realizado no Estado do Paraná. Resíduos de parathion metílico e cartap não foram encontrados nesse estudo, enquanto resíduos de methamidofós foram encontrados dentro do limite máximo previsto pela legislação²⁶.

Segundo Ciscato²⁷, ao pesquisar resíduos de pesticidas em hortaliças, identificou que em 68,1% das amostras não houve detecção de resíduos de pesticidas enquanto que 31,9% apresentaram resíduos de um ou mais pesticidas, sendo 1,1% de pesticidas acima do Limite Máximo de Resíduos (LMR) e 20,9% de resíduos de pesticidas não registrados para a cultura, de acordo com a legislação vigente. Das 26 amostras de tomate analisadas 38,4% se encontravam abaixo do LMR e 7,7% acima. Dentre os pesticidas encontrados pode-se destacar: acefato, clorotalonil, fentoato, methamidofós, procimidone.

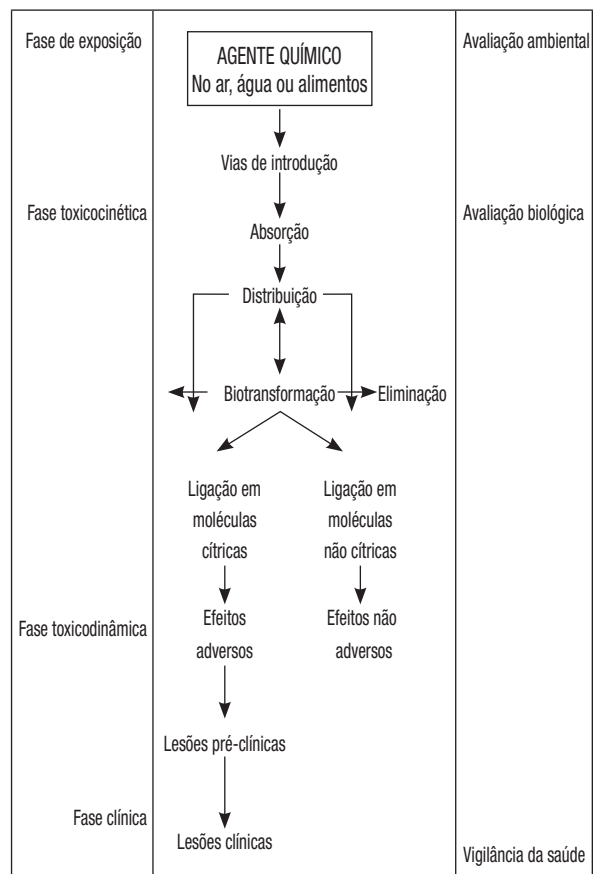
Atenção deve ser dada, no entanto, à temperatura de armazenamento da amostra. Oliveira e Toledo⁸, estudando o efeito da temperatura de 5°C por um período de 3 a 7 dias, sobre os níveis residuais dos agrotóxicos organoclorados: endosulfan e dicofol, e o organofosforado mancozeb em morangos, constataram, no último, a redução de 23% a 72% dos níveis residuais variando quanto as suas concentrações iniciais e tempo de estocagem, já os organoclorados não sofreram nenhuma redução. O clorotalonil, em pesquisa semelhante, não sofreu alteração em seus níveis residuais^{26,28}.

Em relação aos efeitos desses resíduos na saúde humana, uma série de complexos envolvendo o agente químico e o organismo resulta na manifestação do efeito tóxico. A carência de dados mais completos sobre a presença de resíduos de agrotóxicos no tomate e os efeitos na saúde humana limitou o desenvolvimento desse estudo. Os resul-

tados de um grande número de estudos sobre limites residuais e seus impactos são, em sua maior parte, inconclusivos. As reticências e ponderações presentes nas conclusões de inúmeros trabalhos não são apenas resultados da cautela ou precisismo científico nem da pretensa neutralidade científica, mas decorrem da impossibilidade de se avaliar a magnitude do impacto e, principalmente, de se demonstrar onexo-causal entre uma doença ou dano ambiental e o uso de agrotóxico²⁹.

O entendimento dos mecanismos responsáveis pela toxicidade após o uso de agrotóxicos só é possível por meio da compressão de processos bioquímicos. Portanto é fundamental conhecer as fases que antecedem o aparecimento dos efeitos tóxicos, ou seja, a fase de exposição, a fase toxicocinética e a fase toxicodinâmica (Figura 1)¹⁸.

Figura 1
Fases da intoxicação.



Fonte: Adaptado de Bernard & Lauwerys apud Salgado & Fernicola, 1989¹⁸.

A fase toxicocinética corresponde à absorção, distribuição, biotransformação, acumulação e eliminação do agente químico¹⁸. A quantidade da substância química distribuída na circulação sanguínea representa a disponibilidade biológica desta subs-

tância²¹. Esta biodisponibilidade está relacionada fundamentalmente com os mecanismos utilizados pelos agentes tóxicos para passarem através das membranas; as vias de introdução do agente tóxico; os sítios de armazenamento; as barreiras hematoencefálica e placentária; a biotransformação do agente tóxico; a indução ou inibição do sistema enzimático; a excreção do agente tóxico.

A substância química, uma vez absorvida pelo organismo interage com moléculas específicas nos seus sítios específicos de ação. Desta interação resulta uma resposta, cuja intensidade é função da quantidade de substância no local de sua ação específica, provocando desde leves desequilíbrios até a morte, caracterizando assim, a fase toxicodinâmica. A fase clínica corresponde ao aparecimento dos sintomas, que caracterizam os efeitos tóxicos e evidenciam a ocorrência do fenômeno da intoxicação^{21,18}.

A toxicidade é definida como sendo a capacidade potencial de uma substância em causar efeitos adversos à saúde. Em tese, todas as substâncias são tóxicas dependendo das condições de exposição, como dose administrada ou absorvida, tempo frequência de exposição, via pela qual é administrada e veículo pelo qual será distribuído no organismo, podendo variar entre as espécies e indivíduos da mesma espécie^{19,22}. A classificação toxicológica segundo Conceição¹⁹ é realizada baseando-se nos dados de toxicologia aguda do produto técnico e da formulação, que classifica os produtos em: extremamente tóxico (faixa vermelha); altamente tóxico (faixa amarela); medianamente tóxico (faixa azul); pouco tóxico (faixa verde).

O conhecimento da toxicidade das substâncias químicas é obtido por meio de experimentações laboratoriais utilizando-se animais. Esses métodos básicos de pesquisa são como todos os critérios científicos e nunca realizados unicamente com a finalidade de se cumprir exigências legais, mas para fornecer informações relativas aos mecanismos das ações tóxicas, aos efeitos tóxicos e, principalmente, para se avaliar riscos que possam ser explorados ao homem¹⁸.

Caldas e Souza⁴ avaliando o risco crônico da ingestão de 281 agrotóxicos registrados no ano de 1999, a partir da Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT) obtida da relação do Limite Máximo de Resíduos (LMR) estabelecido pela legislação e dados de consumo de alimentos em onze regiões metropolitanas, identificaram que 23 compostos ultrapassaram sua Ingestão Diária Aceitável (IDA),

sendo o tomate um dos maiores responsáveis por esta ingestão.

O mecanismo de ação tóxica dos organoclorados não é completamente conhecido, todavia, recentes evidências indicam que o composto é capaz de alterar o transporte de íons sódio e potássio através das membranas do axônio do nervo. Os sinais mais evidentes de envenenamento agudo compreendem: cefaléia que não cede ao analgésico comum; náuseas e vertigens; especialmente em casos crônicos a anorexia, perda de peso, mal estar geral, alterações nos reflexos profundos e superficiais, respiração deprimida, dispnéia, salivação, tremores e hepatomegalia²¹.

Os inseticidas organofosforados são absorvidos pelo organismo humano por meio de todas as vias, inclusive membranas mucosas. A absorção pelo trato gastrointestinal normalmente ocorre em intoxicações acidentais, ou quando ocorre ingestão de alimentos destinados ao consumo sem o devido cuidado para com o período de carência do inseticida, isto é, o período necessário para a natural degradação do composto²².

A toxicidade dos organofosforados é referida pela capacidade de ligarem-se às enzimas anticolinesterases, inibindo a sua atividade normal, que é a de degradar as moléculas do neurotransmissor excitatório acetilcolina, após a transmissão de um impulso nervoso. A inibição da acetilcolinesterase resulta em acúmulo de acetilcolina na fenda sináptica, causando hiperexcitabilidade do sistema nervoso central, devido à transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos²⁰.

Os principais sinais e sintomas desta ação colinérgica, segundo Oga²² compreendem: alterações do sono; dificuldade de concentração; comprometimento da memória; convulsões; tremores; disartria; incoordenação dos movimentos; náuseas; vômitos; dores abdominais; transpiração excessiva; fadiga muscular generalizada; contrações involuntárias e câibras.

Embora os organofosforados compartilhem sua sintomatologia colinérgica com os compostos carbamatos, a toxicologia dos organofosforados tem alguns aspectos que não se assemelham com os efeitos dos carbamatos, como por exemplo, a polineuropatia tardia induzida dos organofosforados e assim chamada síndrome intermediária³⁰. Esta síndrome é resultante da inibição de uma carbocinesterase neural não específica, caracterizada inicialmente por fraqueza muscular nos braços e pernas,

com depressão dos reflexos tendinosos, seguida de hipertonia e anormalidades nos reflexos^{22,30}.

A diferença quanto à ação qualitativa de anticolinesterase dos organofosforados, que é responsável por sua lenta e aguda toxicidade, se deve às diferenças quanto à absorção, distribuição e metabolismo³⁰. No entanto, os níveis de resíduos alimentares não parecem ser suficientes para causar intoxicações ao homem²².

Os inseticidas do grupo dos piretróides são moléculas pouco polares, de degradação mais lenta que os organofosforados, facilmente absorvidos pelo trato gastrointestinal. Os estudos sobre o mecanismo de ação tóxica não são conclusivos, sendo considerados de toxicidade baixa ou moderada^{20,21}. Estes atuam interagindo com os canais de sódio distribuídos ao longo do axônio, prolongando ou impedindo seu fechamento normal após a transmissão do impulso nervoso e, desta forma, desencadeando potenciais de ação repetitivos através do fluxo excessivo de íons sódio para o interior da célula nervosa²⁰. Alguns compostos de piretróides (como permethrin) promovem um aumento de cálcio livre na terminação nervosa por meio da inibição da ATPase e da calmodulina, proteína responsável pelas ligações intercelulares dos íons cálcio. Ao final, tem-se o aumento na liberação de neurotransmissores²¹. Os sintomas de envenenamento por ingestão de piretróides incluem: dores epigástricas, náuseas e vômitos, podendo levar à falência respiratória e morte. Os sintomas sistêmicos compreendem: vertigens, cefaléia, fadiga muscular e anorexia²².

Já os ditiocarbamatos têm sido usados em uma grande variedade de frutas e vegetais desde a década de 50. São toxicologicamente seguros para exposições agudas, conforme observado em experimentos com animais em laboratório. Todavia, para exposições em longo prazo, inclusive seus produtos de degradação e de biotransformação, efeitos deletérios tem sido observados e alguns considerados teratogênicos: nabam, zineb e maneb⁹. Os efeitos teratogênicos destes compostos, principalmente o maneb, parecem estar associados à deficiência de zinco, elemento integrante de diversas metaloenzimas e co-fator necessário à atividade enzimática. Estudos com administração de maneb no trato gastrointestinal de animais de laboratório mostram que parte do composto é metabolizado, sendo a maior parte (93%) excretada nas fezes e em pequena parcela na urina; podendo provocar leucopenia, danos hepáticos e nas gônadas²².

O Etileno-bis-ditiocarbamato (exemplo: mancozeb), quando decomposto no ambiente ou biotransformados, produzem etilenotiuréia (ETU), composto teratogênico, mutagênico e carcinogênico; provocando hiperplasia da tireóide e alterações significativas aos níveis séricos dos hormônios tireoidianos, no homem e em animais de laboratório^{9,22}. Já os dimetilditiocarbamatos não produzem este metabólito. Entretanto estas duas classes de compostos produzem por biotransformação o bissulfeto de carbono, existindo evidências de que este produto pode também ser formado durante o processamento de alimentos contaminados⁹.

Em animais de laboratório os fungicidas ditiocarbamatos provocam ataxia e hiperatividade, seguida de debilidade com perda de tônus muscular. Os efeitos sobre o sistema nervoso central incluem mudanças comportamentais e convulsões. Alguns autores têm demonstrado a ocorrência em animais de danos renais e hepáticos, além de efeitos teratogênicos, mutagênicos e carcinogênicos²⁶.

Entre os fungicidas inorgânicos a utilização do oxiclreto de cobre é permitida para o tomate; no entanto, assim como para todos os princípios ativos de uso autorizado no Brasil, devem obedecer aos limites máximos de resíduo e períodos de carência permitidos para a cultura determinada.

Os fungicidas inorgânicos são absorvidos por via oral e respiratória, podendo provocar intoxicações, lesão capilar, renal, gastroenterite hemorrágica, excitação do sistema nervoso central¹⁴. Os sintomas e sinais clínicos da intoxicação aguda incluem: náuseas, vômitos, icterícia, convulsões, excitação do sistema nervoso central, seguida de depressão. A absorção gradual por envenenamento sistêmico pode ocasionar a morte em alguns dias²⁶.

Na produção agrícola, o uso inadequado de praguicidas provoca impacto além do aspecto ocupacional, afetando o meio ambiente, os consumidores e os familiares que vivenciam o processo produtivo³¹.

A epistemologia da toxicologia pressupõe a aceitação de padrões, limites e tolerâncias aos resíduos construídos com base em um suposto "ser humano médio". Esta abstração acaba por limitar as análises dos agravos à saúde e ao meio ambiente, com um complicador maior que é o fato das legislações sobre os resíduos serem fundamentadas, exclusivamente, em estudos dessa natureza²⁹.

Nos últimos cinco anos houve aumento do monitoramento de resíduos de agrotóxicos no Brasil. Destaca-se o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), e o Programa Paulista de Análise Fiscal de Alimentos (PP). Apesar da evolução observada nos últimos anos, dados de consumo das populações ainda são escassos. A carência de dados mais completos sobre os resíduos de agrotóxicos nos alimentos e sobre o consumo não permite estimar o risco à saúde em relação aos resíduos de agrotóxicos de uma maneira mais condizente com a realidade³².

CONCLUSÃO

Os agrotóxicos identificados como os mais utilizados na região de Goiânia e Goianópolis para a produção do tomate, são os das classes inseticidas e fungicidas, sendo os inseticidas de uso mais comum. A maioria possui permissão para uso na cultura, com exceção do inseticida de nome comercial Folidol 600, de ingrediente ativo parathion-methyl, que não tem registro para uso no tomate.

A utilização de pesticida não autorizado por lei, detectado neste estudo, confirma a prática de produção agrícola atual inadequada na região, como determinante da presença de resíduos no tomate, e possivelmente também em outros alimentos; já que o mesmo tem sido utilizado sem o receituário agrônomo e sem assistência técnica suficiente, não sendo respeitados, conseqüentemente, os períodos de carência e frequência de aplicação.

Os estudos da toxicidade dos pesticidas mostram que apesar do rigor da pesquisa em avaliar seus efeitos na saúde humana, estas envolvem praticamente a exposição ocupacional e intoxicação aguda, sendo incertos os reais efeitos da ingestão a longo prazo destes resíduos em alimentos.

É imprescindível a ação conjunta dos órgãos responsáveis por todo o processo de produção, assistência técnica, fiscalização e comercialização, no trabalho de orientação dos agricultores, na pesquisa de novas formas de produção e fiscalização do seu uso.

O monitoramento, assim como a rotulagem obrigatória de produtos, identificando sua origem, seria importante para o rastreamento dos alimentos e avaliação da qualidade dos mesmos, proporcionando condições para se verificar tendência do aumento do uso, além de fornecer dados para

permitir que medidas preventivas e de controle possam ser efetuadas. Por outro lado, medidas para se avaliar o sucesso destas ações devem ser tomadas de maneira contínua para caracterizar a fonte emissora ou para ativar um sistema de alarme ou de controle.

Investimentos e incentivos às pesquisas dos efeitos da ingestão de resíduos, assim como possibilidades de redução dos mesmos, por meio de dados gerados pelo consumo alimentar nas diferentes faixas etárias da população brasileira, são necessários, para a identificação dos possíveis efeitos à saúde humana.

O tomate é uma cultura que exige uma alta frequência de aplicação de pesticidas e é um componente importante na dieta brasileira. Logo, estes estudos são importantes para informar ao consumidor a qualidade dos alimentos ingeridos, garantindo um consumo de alimentos livres de contaminantes, que são potencialmente tóxicos à saúde humana e pode significar um risco para a saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Minami K, Haag HP. O Tomateiro. 2a ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 235 p.
2. Silva JBC, Giordano LB. EMBRAPA: tomate para processamento industrial. Ministério da agricultura e abastecimento, 2000. 168 p.
3. Embrapa Hortaliças. Cultivo de tomate para industrialização. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/clima.htm>. Acessado em: 05/jun/2007.
4. Caldas ED, Souza LCKR. Avaliação do risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. Rev Saúde Pública. 2000. 34(5):13-25.
5. Reis Filho JS. Agrotóxicos na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*): causa do uso intensivo. [dissertação]. Universidade Federal de Goiás; 2002.
6. Santos MM. Diagnóstico da Cultura de Tomate de Mesa da Região de Goianópolis – Goiás. [tese]. Universidade Federal de Goiás, 2000.
7. Faria MV. Produtividade e Qualidade pós-colheita de frutos híbridos de tomateiro heterozigotos no locus *Alcobaça (alc)*, *Crimson (ogc)* e/ou *High Pigment (hp)*. [dissertação]. Universidade Federal de Lavras, 2000.

8. Oliveira JJV, Toledo MCF. Resíduos de agrotóxicos em morangos. *Pesticidas: Rev Técnica Científica*. 1995;5:95-110.
9. Midio AF, Martins DI. *Toxicologia de alimentos*. São Paulo: Varela, 2000. 295 p.
10. Spadotto CA, Gomes MAF, Rodrigues GS. Uso de agrotóxicos nas diferentes regiões brasileiras: subsídio para geomedicina. *Pesticidas: Rev Toxicologia e Meio Ambiente*. 1998. 8:111-126.
11. Oviedo MTP, Toledo MCF, Vicente E. Determinação de resíduos de agrotóxicos organoclorados em hortaliças. *Pesticidas: Rev Ecotoxicologia e Meio Ambiente*. 2002.12:111-130.
12. Schvastsman S. *Intoxicações agudas*. 3a ed. São Paulo: Sarvier, 1985. 443 p.
13. Biggi E. *Manual da cultura de tomate*. Piracicaba: Editado pelo autor, 1977. 164 p.
14. Brito Filho D. *Toxicologia humana e geral*. 2a ed. São Paulo: Atheneu, 1988. 678 p.
15. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota técnica de sobre livre comércio de agrotóxicos. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2005/270705_nota.pdf Acessado em: 05/jun/2007.
16. Associação Nacional de Defensivos Agrícolas. Disponível em: <http://www.andef.com.br> Acessado em: 01/nov/2003.
17. Nakano O. As pragas das hortaliças: seu controle e selo verde. *Horticultura Brasileira*. 1999. 17(1)4-5.
18. Salgado PET, Fernícola NAGG. *Noções gerais de toxicologia ocupacional*. São Paulo: Centro de Vigilância Sanitária, 1989. 146 p.
19. Conceição MZ. *Uso Racional de Agrotóxicos: implicações na Qualidade de vida em uma economia globalizada*. Anais do IV Congresso Nacional de Agrotóxicos e Receituário Agrônomo, Goiânia, 1998.
20. Stutzer G, Guimarães G. Aspectos toxicológicos e ambientais relacionados com o uso de produtos fitossanitários. In: Zambolim L. *O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários*. Viçosa: UFV; 2000. p. 69-84.
21. Larini L. *Toxicologia*. 3a ed. São Paulo: Manole, 1997. 301 p.
22. Oga S. *Fundamentos de toxicologia*. São Paulo: Atheneu, 1996. 515 p.
23. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acessado em: 04/mai/2003.
24. Araújo SMM, Lemos RNS, Queiroz MER, Nunes GSN. Uso de inseticidas organofosforados nos pólos de produção na ilha de São Luís (MA): condições de trabalho e contaminação de hortaliças. *Pesticidas: Rev Ecotoxicologia e Meio Ambiente*. 2001. 11:161-179.
25. Barreto HHC, Inomata ONK, Lemes VRR, Kussumi TA, Scorsafava MA, Rocha SOB. Monitoramento de resíduos de pesticidas em alimentos comercializados no Estado de São Paulo em 1994. *Pesticidas: Rev Técnica Científica*. 1996. 6:1-11.
26. Zandoná MS, Zappia VRS. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: Resultado de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná. *Pesticidas: Rev Técnica Científica*. 1993. 3(3):49-95.
27. Ciscato CHP, Gebara AB, Monteiro SH, Raspe J, Ferreira RCB. Resíduos de pesticidas em hortaliças. *Arq Instituto Biologia*. 2004. 71:1-749.
28. Oliveira JJV, Toledo MCF. Estudo do efeito da temperatura (5°) sobre os níveis residuais de agrotóxicos em morangos. *Pesticidas: Rev Técnica Científica*. 1996. 6:75-86.
29. Sobreira AEG, Adissi PJ. Agrotóxicos: falsas premissas e debates. *Rev Ciência & Saúde Coletiva*. 2003. 8(4):985-990.
30. Ballantyne B, Marrs T, Syversen T. *General and applied toxicology*. In: *Toxicology of pesticides*. 2nd ed. London: Macmillan distribution; 1999. p. 1993-2008.
31. Araújo ACP, Nogueira DP, Augusto, LGS. Impacto dos praguicidas na saúde: estudo da cultura de tomate. *Rev Saúde Pública*. 2000. 34(1).
32. Lemes VRR. *Avaliação de resíduos de etilenotiouréia (ETU) em frutas comercializadas na cidade de São Paulo [tese]*. Faculdade de Saúde Pública da USP; 2007.