

Pesticidas na Agricultura

Caio Franklin Vieira de **Figueiredo**^{1*}, Tiago Silveira **Machado**², Aliane Cristiane de Sousa **Formiga**³, Eduardo Bezerra **Junior**⁴, Roberto Remígio **Florêncio**⁵

¹ Doutorando em Engenharia de Processos, pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) / Professor Substituto em Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IFSertãoPE, campus Petrolina Zona Rural.

² Mestre em Engenharia de Produção (UFPB) / Professor em Universidade de Pernambuco (UPE), campus Salgueiro.

³ Doutoranda em Química Biológica pela Universidade Regional do Cariri (URCA).

⁴ Mestrando em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

⁵ Doutor em Educação (UFBA)/Professor em Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IFSERTÃOPE, campus Petrolina Zona Rural.

*Autor para correspondência E-mail: Caiovieirafigueiredo@gmail.com

Recebido: 19.07.2023 Aceito: 06.10.2023

RESUMO: O número de registros de pesticidas de acordo com o MAPA (2021) aumentou 85% de 2000 a 2021. No primeiro semestre de 2020 o Ministério da Agricultura já havia publicado o registro de 150 agrotóxicos para uso no Brasil. Destes, 118 foram liberados somente entre março a maio/2022, com 84 deles destinados agricultura e 34 para uso na indústria. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aponta que parte dessas novas mercadorias devem ser reavaliadas, pelas possíveis ligações a casos de câncer. Concomitante a isso, as empresas que concentram a produção de veneno, já haviam solicitado a liberação de mais 216 produtos. O presente artigo apresenta e discute o uso desses agrotóxicos e os problemas gerados a partir do uso indiscriminado.

Palavras-chave: Inorgânicos. MAPA. Orgânicos. Uso na agricultura.

Pesticides in Agriculture

ABSTRACT: The number of pesticide registrations according to MAPA (2021) increased by 85% from 2000 to 2021. In the first half of 2020, the Ministry of Agriculture had already published the registration of 150 pesticides for use in Brazil. Of these, 118 pesticides were released between March and May/2022 alone, with 84 destined for agriculture and 34 for use in industry. The National Health Surveillance Agency (ANVISA), points out that part of these new products should be reassessed, due to possible links to cases of cancer. Concomitant to this, the companies that concentrate the production of poison, had already requested the release of another 216 products. This article presents and discusses the use of these pesticides and the problems generated by their indiscriminate use.

Keywords: Inorganic. MAP. Organic. Use in agriculture.

Pesticidas en Agricultura

RESUMEN: El número de registros de plaguicidas según MAPA (2021) aumentó un 85% de 2000 a 2021. En el primer semestre de 2020, el Ministerio de Agricultura ya había publicado el registro de 150 plaguicidas para uso en Brasil. De estos, 118 se liberaron solo entre marzo y mayo/2022, con 84 destinados a la agricultura y 34 para uso en la industria. La Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA), señala que parte de estos nuevos productos deben ser reevaluados, por posibles vínculos con casos de cáncer. Concomitante a eso, las empresas que concentran la producción de veneno, ya habían solicitado la liberación de otros 216 productos. Este artículo presenta y discute el uso de estos pesticidas y los problemas que genera su uso indiscriminado.

Palabras-clave: Inorgánico. MAPA. Orgánico. Uso en agricultura.

1 INTRODUÇÃO

Há aproximadamente 10.000 anos, na Mesopotâmia (parte do atual Iraque, Turquia, Síria e Jordânia), deu-se início a prática da agricultura relativamente como se percebe hoje, onde sementes comestíveis foram inicialmente recolhidas por uma população de caçadores/coletores (MAYSHAR, MOAV, PASCALI, 2022). Na China, o arroz e o milho foram domesticados, ao passo que cerca de 7.500 anos atrás, arroz e sorgo foram cultivados na região do Sahel da África (MAYSHAR, MOAV, PASCALI, 2022).

É possível afirmar que a produção agrícola se desenvolveu paralelamente ao incentivo para encontrar maneiras de superar os problemas causados por pragas e doenças. O primeiro registro do uso de inseticidas é de cerca de 4.500 anos atrás por sumérios que usavam compostos de enxofre para controlar insetos e ácaros, enquanto que cerca de 3200 anos atrás, os chineses estavam usando compostos de mercúrio e arsenicais para controlar piolhos do corpo (MAYSHAR, MOAV, PASCALI, 2022).

Pesticidas são substâncias químicas, naturais ou sintéticas, utilizadas com a finalidade de prevenir a ação, controlar ou eliminar pragas que podem ser constituídas por insetos, fungos, ervas daninhas, ácaros, bactérias, nematoides, roedores entre outras formas de vida animal ou vegetal, indesejáveis ou prejudiciais à agricultura e à pecuária. Esta definição para o termo genérico pesticida, proposta pela Food and Environmental Protection Act (FEPA), abrange um largo espectro de substâncias biologicamente ativas, é usada em diferentes áreas de investigação inclusive a

ambiental (SABIK et al., 2000).

Como não havia indústria química, os produtos usados tinham de ser de planta ou animal, ou de natureza mineral, de fácil obtenção ou disponível. As ervas daninhas foram controladas principalmente por capina manual, mas vários métodos “químicos” também são descritos, tais como o uso de sal ou água do mar. Piretro, que é derivada a partir de flores secas de *Chrysanthemum*. “margaridas piretro”, tem sido utilizada como um inseticida a mais de 2.000 anos (DAIA FLORIOS, 2021).

2 HISTÓRICO

Até 1940, as substâncias inorgânicas, tais como clorato de sódio e ácido sulfúrico, ou produtos químicos orgânicos derivados de fontes naturais ainda foram amplamente utilizados no controle de pragas. No entanto, alguns agrotóxicos foram subprodutos da produção de gás de carvão ou outros processos industriais assim clorofenóis, creosoto, naftaleno e de petróleo, foram usados como produtos orgânicos precoces, como óleos nitro fenóis, fungos e pragas de insetos enquanto que o sulfato de amônio e de arseniato de sódio foram usados como herbicidas. A desvantagem para muitos destes produtos era suas altas taxas de aplicação, falta de seletividade e fitotoxicidade (DAIA FLORIOS, 2021).

O crescimento de agrotóxicos sintéticos foi acelerado na década de 1940 com a descoberta dos efeitos do dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) de acordo com Paul Muller o DDT possui alta letalidade, ele atravessa com facilidade o exoesqueleto de insetos afetando o sistema nervoso central. O benzene hexachloride (BHC) é um produto que combate pragas na lavoura e ao entrar em contato com a pele tem efeito acumulativo, causando danos irreversíveis ao sistema nervoso central. Existem outros agrotóxicos sintéticos como o aldrin, dieldrin, endrin, clordano, parathion, captan e 2,4-D, todos estes são eficazes e de baixo custo, porém o DDT é o mais popular, devido à sua atividade de amplo espectro (ALMEIDA et al., 2007).

No entanto, problemas podem surgir com o uso indiscriminado e, em 1962, estes foram destacados por Rachel Carson em seu livro *Primavera Silenciosa* (CARSON, 2010), isso trouxe para casa os problemas que podem ser associados com o uso indiscriminado de agrotóxicos e pavimentou o caminho para produtos ecologicamente

mais seguros e mais.

A investigação sobre agrotóxicos continuou e os anos 1970 e 1980 viu a introdução de maior herbicida do mundo de venda, o glifosato, o sulfonilurea baixa taxa de uso e imidazolinonas (IMI) herbicidas, bem como dinitroanilinas e ariloxifenoxipropionatos (FOP) e ciclohexanodionas (dim) famílias. Como muitos dos agroquímicos introduzidos neste momento tinha um único modo de ação, tornando-os mais seletivos, os problemas com a resistência ocorreram e estratégias de gestão foram introduzidas para combater este efeito negativo (ALMEIDA et al., 2007).

O número de registros de pesticidas de acordo com o MAPA (2021) aumentou 85% de 2000 a 2021 (Figura 1).

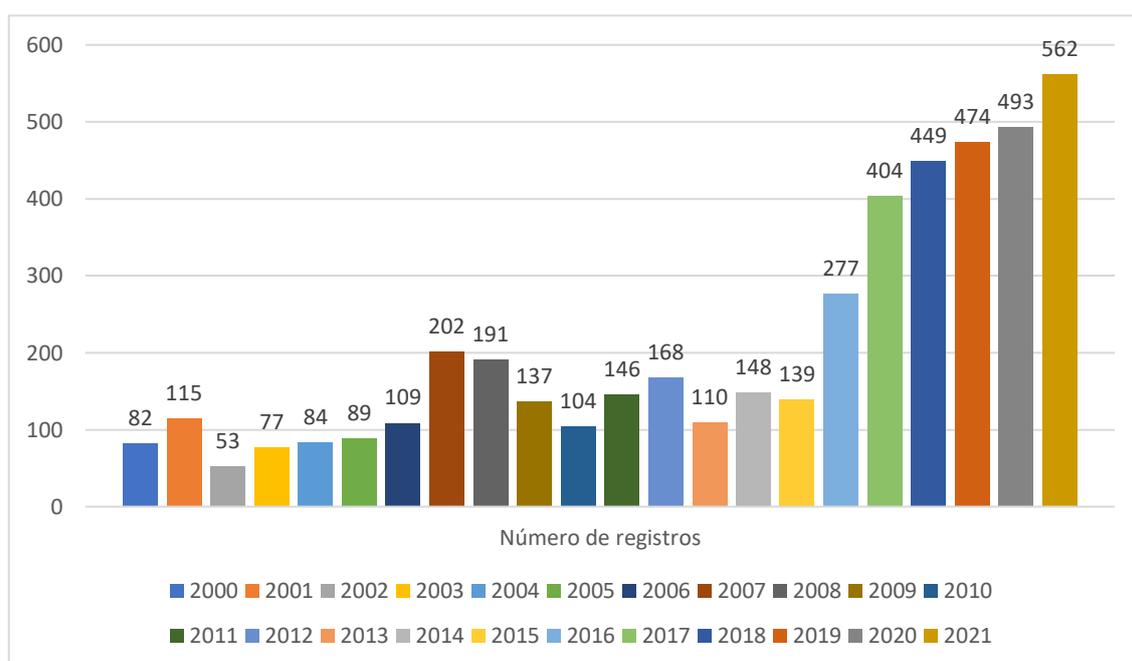


Figura 1. Registros de pesticidas.

Fonte: Autores.

Na década de 1990, atividades de pesquisa concentraram-se na descoberta de novos membros de famílias existentes, que têm uma maior seletividade e melhores perfis ambientais e toxicológicos. Além de novas famílias de agrotóxicos foram introduzidos no mercado, como o triazolopirimidina, tricetona e herbicidas isoxazol, as estrobilurinas e azolone fungicidas e chloronicotinyl, spinosin, fiprole e inseticidas diacil-hidrazinas (SANTOS et al., 2023).

3 CLASSIFICAÇÃO DOS PESTICIDAS

3.1 Quanto à finalidade

De acordo com Peixoto (2007) existem 3 tipos principais de pesticidas:

- O fungicida que destrói a ação dos fungos;
- O herbicida que é utilizado no controle de ervas daninhas;
- O inseticida que é usado para eliminar insetos

Os pesticidas podem ser classificados em: acaricidas (para o controle ácaros), bactericidas (para o controle de bactérias), nematicidas (para o controle de nematoides), raticidas (para o controle de ratos), formicidas (para controlar formigas), moluscicidas (para o controle de moluscos), algicida (para o controle de algas) (COSTA; TEIXEIRA, 2012).

3.2 Quanto à origem

- Orgânicos, de acordo com Peixoto (2007), são classificados em: Sintéticos: produtos à base de carbamatos (nitrogenados), clorados, fosforados e clorofosforados; e de Origem vegetal: À base de nicotina, piretrina, sabadina e rotenona.

- Inorgânicos, de acordo com Peixoto (2007), são tóxicos para os seres humanos e mamíferos.

3.3 Quanto à estrutura química

A estrutura desses compostos é classificada e organizada nos seguintes grupos:

- Organoclorados possuem baixa solubilidade em água e elevada solubilidade em solventes orgânicos e em geral possuem baixa pressão de vapor e alta estabilidade química, sendo o motivo para a lenta biodegradação. De acordo com Sá et al. (2012) a maioria dos organoclorados são poluentes orgânicos persistentes que se caracterizam por longos ciclos de vida no ambiente e por serem transportados a longas distâncias.

- Organofosforados de acordo com Vinhal; Soares (2018), são compostos que derivam do ácido fosfórico, tiosfosfórico ou ditiosfosfórico, sendo utilizados como acaricida, fungicida, inseticida e nematicida, tendo como mais relevantes para o uso no combate às pragas, os Diclorvós (DDVP), Temefós e Clorpirifós.

Seu efeito em mamíferos, manifesta-se principalmente por lacrimejo, salivação, sudorese, diarreia, tremores e distúrbios cardiorrespiratórios. Estes últimos são decorrentes de broncoconstrição, aumento das secreções brônquicas e bradicardia, bem como de depressão do sistema nervoso central, sendo as principais causas de morbidez e mortalidade por estes produtos (SÁ et al., 2012).

- Carbamatos são compostos derivados de ácido carbâmico, H_2NCOOH e foram introduzidos na década de 50, como inseticidas. Eles podem contaminar águas superficiais de forma direta ou indireta, por resíduos industriais ou derramamentos acidentais, embora seu nível de perigo no ambiente seja limitado (PEIXOTO, 2007).

Segundo Vinhal e Soares (2018), sua toxicidade é considerada aguda média e por degradarem-se rapidamente, não são bioacumulativos e seu efeito tóxico atua no sistema nervoso interferindo nas transmissões dos impulsos nervosos. Possuem como representantes principais o Aldicarb, Carbaril, Carbofuram, Metomil, Propoxur, entre outros.

- Triazinas são compostos que fazem parte de uma classe de herbicidas, sendo amplamente utilizado no controle de ervas daninhas no Brasil. As Triazinas são bastante tóxicas e persistentes no ambiente, principalmente em leitos ou corpos d'água com grande potencial carcinogênico para o homem, segundo as pesquisas de Patussi e Bündchen (2013).

O produto mais utilizado oriundo das Triazinas é a Atrazina, sendo o herbicida mais utilizado mundialmente, possuindo amplo espectro de ação, inclusive a folhas largas. Sua descoberta ocorreu no começo da década de 50, através da empresa Geicy Química, e sua divulgação ocorreu dez anos depois, quando foi lançada no mercado (SANTOS et al., 2023).

- Piretróides são a classe de inseticidas mais utilizadas na agricultura, de acordo com Santos *et al* (2012), devido a sua baixa toxicidade, acabando por ser uma alternativa ao uso dos organoclorados, proibido no Brasil na década de 80 e ao uso também dos carbamatos e organofosforados, por serem bastante tóxicos.

Possuem algum nível impacto ambiental e um amplo espectro de ação contra diversos tipos de insetos. Embora, segundo os estudos de Montanha e Pimpão (2012), sua utilização deva ser feita com bastante cautela, pois já se tem comprovado os efeitos tóxicos que podem acometer a invertebrados, como peixes, por exemplo.

- Cloroacetamidas pertencentes a classe dos herbicidas, este tipo de agrotóxico

é usado principalmente em plantações de milho e soja, tendo como principais compostos desta classe o, alaclor, metolaclor e o propalaclor (PEIXOTO, 2007).

As cloroacetamidas são inibidoras de crescimento do meristema apical e da raiz de ervas daninhas, que por sua sensibilidade aos compostos são mortas antes da emergência (KARAM *et al*, 2003).

4 CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA E TOXICIDADE

A classificação dos pesticidas foi obtida de acordo os resultados de estudos e testes feitos em laboratório, objetivando estabelecer um limite chamado dosagem letal de 50%, (DL50), sendo esta quantidade, a suficiente para matar os animais testados nos experimentos (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Diante do exposto, os pesticidas podem ser classificados em quatro classes distintas, de acordo com as cores dos rótulos, todas definidas por Lei:

- Classe I: Rótulo Vermelho – São os compostos químicos extremamente tóxicos, de grande risco a saúde humana e ao meio ambiente. Como exemplos, tem-se o grupo dos clorados, os clorofosforados.
- Classe II: Rótulo Amarelo – De toxicidade alta para os seres humanos. Possui os Carbamatos como exemplos.
- Classe III: Rótulo Azul – são substâncias consideradas de toxicidade mediana para a saúde humana. Como exemplo, os organofosforados.
- Classe IV: Rótulo Verde – são os produtos pouco tóxicos para os seres humanos.

5 IMPACTOS E SOLUÇÕES

Peixoto (2007) destaca que o uso de pesticidas pela agricultura é a principal fonte impactos no ambiente devido às grandes quantidades utilizadas.

A contaminação pode ocorrer por outros meios, como propagação pelos ventos, pela evaporação que ao atingir a atmosfera distribui esses agentes químicos para o solo ou as águas superficiais e pela disposição inadequada das embalagens vazias contendo

resíduos de contaminantes, comprometendo a qualidade da flora e da fauna nativas, sem falar na própria saúde de homem (PEIXOTO, 2007).

- Contaminação do Solo

O solo pode ser representado como um ciclo natural do qual participam fragmentos de rochas, minerais, água, ar, seres vivos e seus detritos em decomposição. Estes resultam de fatores climáticos no decorrer do tempo e da atividade combinada de microrganismos, decompondo restos de animais/vegetação, respectivamente (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Conforme descrito por Braibante e Zappe (2012), a produção agrícola e pecuária tende a se utilizar de pesticidas, para atender a uma crescente demanda por alimentos, apesar das consequências à saúde humana. O problema descrito por Santos et al. (2023), é que quando os pesticidas atingem o solo, seus efeitos afetam as suas propriedades físico-químicas, tornando-o infértil e contaminando-o. Uma vez contaminando, a substância pode permanecer por muito tempo, sendo absorvida pelas raízes das plantas e matando, inclusive, microrganismos que interagem com as raízes e colaboram com o crescimento das mesmas.

- Contaminação da água

O compartimento mais atingido é o ambiente aquático, para onde grande parte dos pesticidas é destinada. A preocupação com a contaminação de ambientes aquáticos aumenta, principalmente, quando a água é usada para o consumo humano (PEIXOTO, 2007).

Os principais problemas causados pelos pesticidas no ambiente aquático estão diretamente ligados ao escoamento superficial ou enxurrada, uma vez que a água causa um movimento do produto químico pelo solo, a lixiviação, contaminando lençóis freáticos, rios e lagos. Não esquecendo que ao atravessar o solo, a água dissolve e transporta uma série de substância nele presente, incluindo os pesticidas. (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

- Saúde humana

Siqueira e Kruse (2008) afirmam que estudos sobre agrotóxicos relacionados com a saúde humana detectaram a presença dessas substâncias em amostras de sangue humano, no leite materno e resíduos presentes em alimentos consumidos pela população em geral, apontando a possibilidade de ocorrência de anomalias congênitas, de câncer, de doenças mentais, e disfunções na reprodutividade humana relacionadas

ao uso de agrotóxicos.

Siqueira e Kruse (2008) relatam ainda que mutações gênicas e aberrações podem ser causadas pelo contato com pesticidas. Tal afirmação está apoiada em estudos citogenéticos que mostraram frequência de aberrações cromossômicas significativamente mais altas no grupo exposto ao contato com pesticidas, quando comparado a um grupo de controle.

Assim que o pesticida é lançado no meio ambiente e contamina solo e água, ele pode ser absorvido e translocado pelas plantas, podendo ser transferido para outras cadeias alimentares, através da Bioacumulação.

Eça *et al* (2012) definem bioacumulação como sendo o acúmulo de um ou mais elementos-traço nos tecidos de um organismo, como resultado do consumo de todas as rotas ou fontes disponíveis de alimento. Em outras palavras, bioacumulação é o somatório de sucessivas absorções de substâncias químicas no organismo.

A bioacumulação engloba dois processos: a bioconcentração e a biomagnificação. Kehrig *et al.* (2011) define bioconcentração como o acúmulo gradual de substâncias químicas nos tecidos dos organismos vivos ao longo do tempo e biomagnificação como resultando de uma sequência de bioacumulação que aumenta significativamente com o tempo.

6 TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA DIMINUIÇÃO DO USO DE PESTICIDAS

Algumas técnicas têm ganhado força ao longo dos anos, mas que ainda enfrentam resistência por parte dos grandes produtores. Algumas que já possuem aplicabilidade reconhecida, como veremos a seguir.

- Agricultura Orgânica

Santos *et al* (2012) destacam que esse modelo de agricultura é uma alternativa ao desenvolvimento sustentável e vem apresentando um grande desenvolvimento nas últimas décadas, por ser vista como uma atividade de produção ecologicamente sustentável e economicamente viável em todas as escalas da produção.

Um exemplo de sucesso de controle biológico segundo Ávila (2018), é o controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatallis*) por meio do Baculovirus anticarsia, inseticida natural que foi desenvolvido pela Embrapa na década de 80. Ele afirma também que é

inofensivo para vertebrados – inclusive o homem, e plantas. Mata apenas o inseto que ele infecta, que é a lagarta da soja. Ávila (2018) complementa afirmando que também não polui o solo ou as águas, pois ele é inócuo, não causando impacto sobre outras espécies.

- Biopesticidas

Uma alternativa para esse problema são os biopesticidas, que de acordo com a US Environmental Protection Agency (EPA), são derivados a partir de materiais naturais, tais como animais, plantas, bactérias e minerais. Um exemplo é o óleo de canola e o bicarbonato de sódio, pois tem aplicações de pesticida e são consideradas como biopesticidas. Ainda de acordo com a EPA, os biopesticidas se dividem em três classes principais:

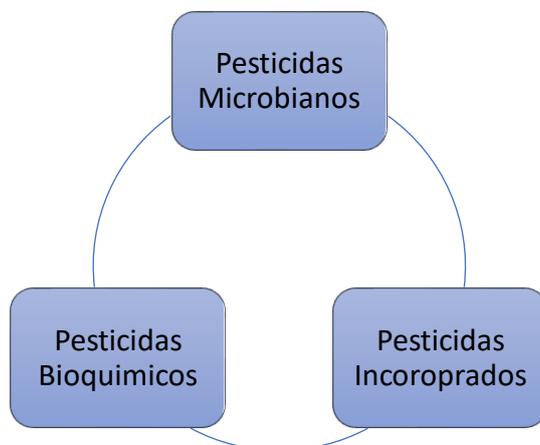


Figura 2. Classes de biopesticidas

Fonte: Autores.

- Hidroponia

Apesar da hidroponia ser pouco conhecida como um conjunto de técnicas, as pesquisas relacionadas a tais técnicas se iniciaram bem antes do século XX.

Em 1950, Hoagland e Arnon (1950) idealizaram duas soluções nutritivas objetivando o cultivo hidropônico do tomateiro. As soluções nutritivas de Hoagland e Arnon foram as mais utilizadas em pesquisas científicas e serviram de base para diversas outras soluções nutritivas.

A hidroponia se caracteriza por não necessitar de grande infraestrutura para a sua implementação, e que algumas vezes, apenas uma ou duas plantas são suficientes

para a demonstração do funcionamento do sistema.

Não necessita, portanto de grande investimento e como a função é apenas didática, o grau de pureza dos reagentes químicos não precisa obrigatoriamente de ser elevado.

A adoção de hidroponia requer uma boa visão empresarial de forma a minimizar certos custos sem comprometer a qualidade dos produtos e o retorno financeiro.

Várias são as vantagens do cultivo hidropônico, de forma que cada vantagem está associada a um sistema de cultivo. Por exemplo, o melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas é uma grande vantagem para a pesquisa com a Nutrição Mineral das Plantas. Melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas. Esta característica do cultivo hidropônico é de suma importância para as pesquisas com Nutrição Mineral das Plantas.

Existem vários sistemas de cultivo hidropônico que diferem entre si quanto à forma de sustentação da planta (meio líquido e substrato), ao reaproveitamento da solução nutritiva (circulantes ou não circulantes), ao fornecimento da solução nutritiva (contínua ou intermitente).

Quanto ao reaproveitamento da solução nutritiva, os sistemas hidropônicos são classificados em abertos e fechados. No primeiro caso, a solução nutritiva é aplicada uma única vez às plantas e posteriormente descartada, assemelhando-se à fertirrigação. No sistema fechado, a solução nutritiva aplicada é recuperada, e reutilizada, sendo periodicamente corrigida a composição da solução nutritiva, seja através da adição de água, ou de nutrientes minerais.

7 SEGURANÇA DO TRABALHO

Os pesticidas estão entre os produtos com fatores de risco mais relevantes para a saúde dos trabalhadores rurais e para o meio ambiente.

Diante do exposto, é evidente que o modelo de desenvolvimento econômico atual induz e impõe transformações no modo de vida que ensejam graves problemas de saúde ao trabalhador como, por exemplo, a exposição dos trabalhadores aos agrotóxicos no campo. Essas condições interferem na qualidade de vida, impactando, negativamente, na saúde do trabalhador rural e no meio ambiente.

A proteção à saúde da população, com base em ampla segurança, está inibida e fragilizada pelos interesses do mercado que, por sua vez, tem um arcabouço institucional e legislativo que lhe fornece meios necessários para manter o ciclo virtuoso de sua economia, em favor da utilização de produtos técnicos com o apoio dos governos.

Os trabalhadores do setor agropecuário são, sem dúvida, o grupo mais sujeito aos efeitos danosos dos agrotóxicos. Tanto os que têm contato direto, (aplicadores, preparadores da calda, almoxarifes) como os de contato indireto, podem ter exposição e apresentarem efeitos agudos e de longo prazo. O grupo de contato indireto, que é o que realiza capinas, roçadas, desbastes, colheitas, é o de maior preocupação. Como o período de reentrada nas lavouras não é respeitado, estes trabalhadores, muitas vezes, se expõem e se contaminam em maior grau do que o grupo de contato direto.

- Efeitos sobre a saúde

Os agrotóxicos podem ter vários efeitos sobre a saúde humana, dependendo da forma e tempo de exposição e do tipo de produto por sua toxicidade específica. Os agrotóxicos que mais causam preocupação, em termos de saúde humana, são os inseticidas organofosforados e carbamatos, os piretróides e os organoclorados, os fungicidas ditiocarbamatos e os herbicidas fenoxiacéticos (2,4-D), o glifosato e o paraquat. De acordo com o tempo de exposição, podem determinar três tipos de intoxicação: aguda, sobreaguda e crônica.

São agrotóxicos amplamente utilizados na agricultura e podem ser absorvidos por inalação, ingestão ou exposição dérmica. É importante ressaltar que mais de 90 % da absorção se dá pela pele e o restante via digestiva, pois as gotículas das pulverizações não são inaláveis por serem grandes e acabam sendo deglutidas quando estão nas vias aéreas superiores (nariz, garganta, faringe).

Após absorvidos, são distribuídos nos tecidos do organismo pela corrente sanguínea e sofrem biotransformação, principalmente no fígado. A principal via de eliminação é a renal

A principal ação dos organofosforados (OF) e carbamatos no organismo humano é a inibição da acetilcolinesterase (ACE) nas terminações nervosas. Sendo a ACE responsável pelo fim da atividade biológica do neurotransmissor acetilcolina (AC), sua inibição leva a um acúmulo de AC nas sinapses.

A AC atua na mediação do impulso nervoso e este acúmulo desencadeia uma série de efeitos: sinais e sintomas que mimetizam ações muscarínicas, nicotínicas e ações do SNC da acetilcolina (BRASIL, 2010).

As intoxicações agudas por carbamatos podem levar a sinais e sintomas que incluem diarreia, náusea, vômito, dor abdominal, salivação e sudorese excessivos, visão borrada, dificuldade respiratória, dor de cabeça, fasciculações musculares. Para os OF, os sinais e sintomas de intoxicação aguda podem ser divididos em três estágios:

- Leve: fadiga, dor de cabeça, visão borrada, dormência de extremidades, náusea, vômitos, salivação e sudorese excessivos.
- Moderada: fraqueza, dificuldade para falar, fasciculação muscular, miose.
- Severa: inconsciência, paralisia flácida, dificuldade respiratória, cianose.

Além desses sintomas clássicos, recentemente sinais de neurotoxicidade persistente vêm sendo relacionados aos organofosforados. O segundo estágio de intoxicação por OF é a síndrome intermediária, que pode ocorrer 24 a 96 horas após a crise aguda, tendo duração aproximada de 6 semanas e apresenta-se como uma sequência de sinais neurológicos e fraqueza muscular (BRASIL, 2010).

O terceiro estágio clínico descrito é a neurotoxicidade retardada induzida por organofosforados. Os sintomas podem surgir de 2 a 5 semanas após a exposição aguda, apresentando um quadro clínico que inclui fraqueza progressiva, paralisia distal flácida de membros inferiores e superiores e paralisia de músculos respiratórios. A recuperação pode ser demorada (de meses a anos), podendo não ocorrer total reversão do quadro. Assim, é importante que pacientes intoxicados agudamente por OF sejam acompanhados por semanas durante a recuperação de uma intoxicação aguda, para que se observe se ocorrerá a evolução do quadro para algum dos estágios citados (BRASIL, 2010).

- Segurança química

A segurança química é operacionalizada por meio de dispositivos legais e voluntários, bem como, de instrumentos, mecanismos e práticas, que são aplicados ao longo de todo o ciclo de vida da substância, em busca de um equilíbrio entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Efeitos adversos ao meio ambiente e às diferentes formas de vida ocasionados por agentes químicos dependem das propriedades físicas e químicas, características toxicológicas e ecotoxicológicas, formas de uso, via e intensidade de exposição, bem

como das especificidades dos seres vivos submetidos à exposição.

Em 1990 a OIT elaborou e adotou Convenção (170) e Recomendação (177) sobre Segurança no Uso de Produtos Químicos no Trabalho. A adoção desses instrumentos exige que um país possua um sistema para classificação e rotulagem de produtos químicos.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED – RIO 92), em 1992 no Brasil, realizou a Declaração do Rio sobre meio ambiente e desenvolvimento que é composta de 27 princípios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O excessivo número de agrotóxicos produzidos nos últimos quatro anos é um problema sério a ser pensado, pois uso de pesticidas pela agricultura é a principal fonte impactos no ambiente devido às grandes quantidades utilizadas.

O EPI é um equipamento que deve ser utilizado pelo trabalhador durante sua atividade profissional, a fim de evitar acidentes e riscos à sua saúde.

A NR-06 determina que toda empresa deve oferecer os equipamentos de proteção de forma totalmente gratuita e sem o desconto no salário. O EPI deve estar sempre em perfeito estado de conservação, e o funcionário deverá ser treinado para aprender como utiliza-lo corretamente.

Novaes e Soarez (2020) avaliaram a segurança no trabalho relacionada com o uso de EPI na aplicação de agrotóxicos para a cultura da batata. Eles constataram que o tipo de EPI utilizado influenciava diretamente na possibilidade de exposição dos trabalhadores rurais e, ainda, que mesmo utilizando os EPIs recomendados, os trabalhadores rurais continuavam se contaminando, uma vez que os EPIs foram “erroneamente recomendados com base apenas na classe toxicológica e não na exposição ocupacional que as condições de trabalho propiciam e na sua distribuição pelo corpo do trabalhador”.

Por isso, faz-se necessário avaliar a adequação de cada tecnologia em saúde (ATS) e as condições ambientais e antropométricas encontradas em cada situação de fato. A avaliação de tecnologias em saúde seria uma das ferramentas mais importantes à gestão de um sistema de saúde eficiente, tendo implicações sociais, éticas, legais e

econômicas (NOVAES; SOAREZ, 2020).

Os principais EPI utilizados para a aplicação de defensivos agrícolas são:

- Luvas de Segurança: A de borracha nitrílica ou de látex natural;
- Respiradores: Descartáveis ou de baixa manutenção que deve estar sempre limpo;
- Viseira Facial: Protege os olhos e o rosto. Deve ser transparente e não pode ficar em contato com o seu rosto para evitar que fique embaçado;
- Jaleco e calças hidro-repelentes: É feita com tecido de algodão tratado. O pano não fica molhado facilmente e não absorve o produto;
- Boné ou Touca Árabe: Protege a cabeça e o pescoço;
- Avental: Aumenta a proteção contra respingos ou possíveis vazamentos;
- Bota de segurança: impermeável: Protegem os pés. Deve ser impermeável de cano longo resistente e do tamanho adequado aos pés.

REFERÊNCIAS

Almeida, F.V et al. Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil. **Química Nova**, v.30, n.8, p. 1976-1985, 2007.

Ávila, C.S. Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da Soja. **Circular Técnico 143**, Embrapa, 2018. Disponível em: [DOC 143_2018.cdr \(embrapa.br\)](http://www.embrapa.br/doc/143_2018.cdr). Acessado em:04/10/2023.

Braibante, M.E.F; Zappe, J.A. A Química dos Agrotóxicos. **Química e Sociedade: Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p.10-15, 2012.

Brasil. Ministério da Saúde. **Vigilância do câncer ocupacional e ambiental**. Rio de Janeiro: INCA, 2010.

Carson, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010, 305p.

Costa, C; Teixeira, J.P. Efeitos Genotóxicos dos Pesticidas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p. 19-31, 2012.

Eça, G.F. et al. Corais como organismos biomonitores: aplicação, p ré-tratamento e determinação de elementos majoritários e minoritários. **Química Nova**, Salvador, v. 35, n. 3, p.581-592, 2012.

Hoagland Dr; Arnon Di. 1950. **The water culture method for growing plants without soil**. Berkeley, CA: Agric. Exp. Stn., Univ. of California. (Circ. 347).

Karam, D. Características do herbicida S-Metolachlor nas culturas do milho e sorgo.

Circular Técnica 36, Embrapa, 3p, 2003.

Kehrig, H.A. et al. Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Química Nova**, v.34, n.3, p.377-384, 2011.

Mayshar, J; Moav, O; Pascali, L. The Origin of the State: Land Productivity or Appropriability? **Journal of Political Economy**, v.130, n.4, 2022.

Minsitério da Agricultura e Pecuária – MAPA. **Filas de registro de Agrotóxico**. 2021. Disponível em: [Filas de Registro de Agrotóxicos — Ministério da Agricultura e Pecuária \(www.gov.br\)](http://www.gov.br) Acessado em 04/10/2023.

Montanha, F.P.; Pimpão, C.T. Efeitos Toxicológicos de Piretróides (CIPERMETRINA E DELTAMETRINA) em Peixes - Revisão. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v..X, n.18, p.58, 2012.

Novaes, H.M.D.; Soarez, P.C. A avaliação das tecnologias em saúde: origem, desenvolvimento e desafios atuais. Panorama Internacional e Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.36 n.9, p.e00006820, 2020.

Patussi, C.; Bündchen, M. Avaliação in situ da genotoxicidade de triazinas utilizando o bioensaio Trad-SHM de Tradescantia clone 4430. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 4, n. 18, p.1173-1178, 2012.

Peixoto, S.C. **Estudo da estabilidade a Campo dos Pesticidas Carbofurano e Quincloraque em Água de Lavoura de Arroz Irrigado empregando SPE e HPLC-DAD**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Química, Departamento de Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Cap. 2.

Sá, L.C. et al. Determination of organochlorine pesticides in agricultural soils applying quechers, C-ECD and GC-MS/MS. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p.329-336, 2012.

Sabik, H.; Jeanot, R.; Roundeau, B. Multiresidue methods using solid-phase extraction techniques for monitoring propriety pesticides, including triazines and degradation products, in ground and surface Waters. **Journal of Chromatography A**, v.885, p.217-236, 2000.

Santos, J.O. et al. A Evolução da Agricultura Orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, p.35-41, dez. 2012.

SANTOS, R.S.S. et al. Grade de agrotóxicos e agroquímicos da produção integrada de maçã. **Circular Técnico 230**. Embrapa Uva e Vinho, 2023.

Siqueira, S.; Kruse, M. H. L. Agrotóxicos e a saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. **Revista da Escola de Enfermagem**. São Paulo: USP, v. 42, n. 3. p. 584-90, 2008.

Vinhal, D.C; Soares, V.H.C. Intoxicação por organofosforados: uma revisão da literatura. **Revista Científica FacMais**, v. XIV, n.3, p.1-15, 2018.