

EFEITOS DOS INSETICIDAS  
NAS PLANTAS

Francisco de Souza Ramalho (1)

A luta da humanidade contra os insetos começou muito antes dos primórdios da civilização e continuará incessantemente, enquanto a espécie humana persistir. A competição entre o homem e as espécies daninhas de insetos é evidente, pois ambos lutam pelos mesmos objetivos a batalha pela alimentação. Entretanto, muitas características importantes capacitam os insetos a competir com o homem, tais como o seu diminuto tamanho, capacitando-os a viverem nos mais difíceis recônditos, abundância e rápida multiplicação, capacidade de adaptação e persistência.

Muitos métodos de controle tem sido largamente empregados, como o controle físico, cultural, biológico, químico, etc, contra as espécies de insetos prejudiciais as plantas cultivadas, porém a luta é ardua e complexa, envolvendo muitos conhecimentos técnicos, a fim de tornar o controle, eficiente e econômico.

Segundo BONNEMAISON (1964), a luta contra os insetos da agricultura teve início desde meados do século XIX, com o auxílio das substâncias químicas. Os primeiros ensaios foram realizados nos Estados Unidos, empregando-se o verde paris (acetato arsenito de cobre), em 1867 e o arseniato de chumbo, 1892. A cal da sulfocálcica foi utilizada na Califórnia por volta de 1880 para controlar o piolho de São José. Enfim, o tratamento de árvores frutíferas com ácido cianídrico em fumigação, foi utilizado a partir de 1886 na Califórnia contra a cochonilha-Aonidiella aurantii Mask

---

(1) Pesquisador II -

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi - Árido

CPATSA - EMBRAPA

Petrolina-PE.

Com o advento dos inseticidas orgânicos sintéticos, que teve início com a descoberta das propriedades inseticidas do DDT, abriram-se novas perspectivas da luta química contra os insetos. Os inseticidas modernos agem por contato, ingestão, fumigação ou ainda profundidade, em contraste com a maioria dos inseticidas antigos, como os arsenicais, que agiam apenas por ingestão reservando a ação por contato para os inseticidas de origem vegetal.

A utilização de qualquer inseticida depende inteiramente da aplicação apropriada, sendo determinada pelas propriedades do inseticida, a natureza da praga, o complexo de praga que se deseja controlar e o ponto no qual a aplicação há de se realizar (METCALF & FLINT, 1964). As vantagens e os benefícios auferidos para a agricultura com o emprego de inseticidas são deveras impressionantes e o aumento da produção agrícola é evidentemente notório. A aplicação de inseticidas, geralmente deve ser realizada na época certa, com a finalidade de obter-se os melhores resultados possíveis. Normalmente, recomenda-se aplicar inseticidas, quando a população da praga chega a ser uma ameaça econômica. Deste modo, evita-se o dano econômico e tornam-se, em muitos casos, desnecessários tratamentos posteriores.

Os métodos gerais de aplicação de inseticidas são: polvilhamento, pulverização e fumigação, sendo a gama de inseticidas orgânicos-sintéticos disponíveis à indústria agrícola muito numerosa. Esses produtos, conforme a classificação moderna, estão divididos em grupos, de acordo com a sua composição química em: clorados, organofosforados, carbamatos e fumigantes (neste grupo se incluem muitos compostos de origem inorgânica). Muitos destes compostos são tóxicos violentos para os mamíferos e outros seres bióticos, e a sua aplicação carece de conhecimentos técnicos indispensáveis para se evitar desastres ecológicos, envenenamentos, e fitotoxicidade. É, sem dúvida, o emprego de inseticidas, um problema sumamente complexo, que envolve capacidade e prudência. A imprudência ou a falta de conhecimentos de causa suficiente, podem acarretar uma série de problemas que julga-se necessário mencioná-los: a influência dos tratamentos inseticidas sobre o solo, a microflora e a microfauna; toxicidade para os mamíferos; determina

ção do período apropriado para os tratamentos; eleição de um tipo apropriado de inseticida e o modo de aplicá-lo; preservação dos inimigos naturais e polinizadores, resistência de insetos e inseticidas, presença de resíduos tóxicos nos alimentos que se destinam ao consumo e problemas relacionados, com a fitotóxicidade. Por estas razões, é recomendável que nos programas de aplicação de inseticidas e outros produtos tóxicos, observem-se todas as precauções e instruções adequadas e, em caso de dúvida, solicitar a presença de um entomólogo especialista que conheça as condições locais relativas aos programas de aplicação de defensivos para os diferentes cultivos e pragas.

No tocante à fitotoxicidade, muitas substâncias químicas aplicadas nas plantas para o controle de pragas, têm mostrado algum grau de fitotoxicidade. Em adição, para causar a fitotoxicidade um composto orgânico pode atuar como um metabolito ou anti-metabolito se absorvido pelas folhas ou outros tecidos vivos. Em várias etapas, os processos respiratórios, nutricionais, fotossintéticos e de desenvolvimento podem ser afetados por muitas aplicações de defensivos.

Diversos inseticidas foram desenvolvidos especialmente, por suas propriedades sistêmicas nas plantas, tendo sido estudados para determinar-se locais para penetração, roteiros para translocação, períodos de degradação e resíduos nos tecidos das plantas. (FINLAYSON & MCCARTHY, 1965).

O presente estudo, visa abordar aspectos relacionados, com os efeitos dos inseticidas organico-sintéticos, mormente os mais empregados na agricultura, quando aplicados nas partes epígeas e hipógeas das plantas.

Muitos produtos químicos com ação inseticida, podem causar injúrias as partes vegetais, quando empregados em concentrações acima das recomendadas. Os inseticidas utilizados nos tratamentos de sementes, apresentam uma ação fitotóxica muito variável, segundo a natureza do produto e as propriedades da matéria inerte. Os tratamentos das partes epígeas das plantas, em polvilhamento ou pulverização podem causar transtornos variáveis, dependendo da dosagem empregada, sensibilidade da planta e fatores intrínsecos e

extrínsecos.

MITCHELL et al. (1960) demonstraram vários caminhos de penetração dos inseticidas nas plantas: a) paredes dos pelos, das raízes ou células epidérmicas dos pelos; b) através da cutícula dos pelos nas partes aéreas ou nas células epidérmicas; c) penetração pelos estômatos, através da cutícula das células do mesófilo esponjoso; d) através da cutícula e paredes dentro das células epidérmicas associadas com extensões de feixes recobertos; e) através das lenticelas ou fendas na cutícula e periderma, dentro das células do felogênio; f) através da cutícula, dentro da lamela média entre células epiteliais adjacentes.

A absorção dos inseticidas parece depender grandemente, da sua polaridade molecular. Ambos os compostos, polares e apolares são absorvidos em algum grau, havendo um aumento da absorção pela presença de surfactantes. Muitos compostos orgânicos inseticidas são apolares e solúveis em lipídios, sendo capazes de penetrar uniformemente na cutícula das folhas, frutos, caules, raízes e sementes.

Segundo GALLO et al. (1970), a ação fitotóxica dos inseticidas se exerce sobre as células em multiplicação, em distinção e diferenciação, bem como nos processos fisiológicos do metabolismo: fotossíntese, respiração, transpiração, síntese de proteínas, etc.

A resistência de uma planta à ação fitotóxica de um determinado inseticida varia com fatores morfológicos, estruturais e fisiológicos.

A ação dos inseticidas sobre as plantas, manifesta-se, produzindo alterações no gosto, fitotóxicidade ou interferindo diretamente na fisiologia das plantas, dando-lhes maior vigor.

Vários defensivos causam cloroses nos vegetais por bloquearem o processo fotossintético. No caso dos herbicidas, a inibição da fotossíntese nas folhas de plantas intactas pode ser demonstrada internamente, duas a quatro horas após colocar-se raízes de plantas em  $2 \times 10^{-5}$  M de simazina ou monuron (VANOORSCHOT & BELKMA, 1961), citado por BRUINSMA (1965). DDT causou uma reação

significativa na fotossíntese de pepino e foi pouco pronunciada em feijão de lima (HARRIS, 1952). PICKETT et al. (1951) demonstraram a não ocorrência de efeitos na atividade fotossintética de folhas de pessegueiro, quando pulverizadas com DDT e clordane.

Entretanto, parathion causou uma redução na fotossíntese. O tecido paliçádico de folhas pulverizadas com clordane foi significativamente mais espesso do que, quando receberam pulverizações de parathion. WESTWOOD et al. (1960) demonstraram que Aramite reduziu a fotossíntese em folhas de macieira, porém dicofol, tetradifon e parathion não causaram efeitos.

A iniciação floral pode ser diretamente influenciada, em algumas plantas e em outras, pode ser indiretamente modificada por pesticidas. Polvilhamento com DDT a 3% em batatas, resultou um aumento da floração (BRUCE & RAUBER, 1945).

FADIGAS & GIANNOTTI (1960), em ensaio de controle de três pragas do algodoeiro: Eutetranychus telarius, Aphis gossypii e Hemitarsonemus latus, com vários inseticidas, chegaram as seguintes conclusões: a) todos os tratamentos determinaram um aumento significativo de botões florais, em relação a testemunha; b) não foram mais produtivas as parcelas tratadas com os inseticidas que melhor controlaram a praga; c) trithion que foi o mais eficiente contra as três pragas, proporcionou maior produção, com redução de 50% em relação a outras parcelas mais produtivas; d) os compostos que não se mostraram tão eficientes contra as pragas, foram os que determinaram um aumento significativo na produção; e) as plantas tratadas com sevin e tuzet apresentaram maior desenvolvimento, exibindo um verde mais pronunciado.

DDT ocasiona a acumulação de aminoácidos e glucídios nas folhas de plântulas novas de trigo, favorecendo com isto, o desenvolvimento do fungo Puccinia graminis var. tritici, causador da ferrugem do trigo (FORSYTH, 1954), citado por (BONNEMAISON, 1964).

SINKOVER & SHENEFELT (1952), observaram anomalias anatómicas e citológicas produzidas pelo BHC, em raízes de pinheiro. Tricloro benzeno e produtos de degradação do BHC foram os componentes mais injuriosos, quando testados como vapores ou em soluções.

SASS (1952) demonstrou que uma dose alta de BHC produz mal conformação de radículas e plúmulas. Exames citológicos daque

las estruturas demonstraram que a resposta dos meristemas é similar para aquelas obtidas com diversos compostos que são usados como fungicidas, herbicidas ou agentes que provocam poliploidia.

Algumas combinações de produtos inseticidas e métodos de aplicação têm provocado fitotoxicidade em determinadas plantas. No grupo dos inseticidas orgânicos clorados, o isômero gama do BHC, lindane, tem frequentemente apresentado efeitos fitotóxicos para muitas plantas. Mal conformação de mudas e redução no número de emergência, foi observado no tratamento de sementes com BHC (MCLEOD, 1946). STOKER (1948) observou clorose severa e queima das folhas de plantinhas de rabanete tratadas com lindane. Também, Brásicas, espinafre, beterraba e batatas, foram sensíveis ao lindane. As cucurbitáceas apresentam alta sensibilidade ao lindane, Este também inibe a germinação de sementes de feijão (BROOKS & ANDERSON 1947).

LICHTEINSTEIN et al (1962), trataram solo arenoso com 18 inseticidas para determinar seus efeitos no crescimento das plantas. Demonstraram que os hidrocarbonetos clorados inibiram o crescimento das plantas menos do que os organofosforados e carbaryl. Crescimento em trigo foi inibido mais do que em ervilhas: redução na taxa respiratória de raízes foi provocada por lindane em trigo e aveia; pelo p - p' DDT em aveia, ervilha e cucurbitáceas; pelo metoxicloro em ervilhas; pelo demeton em aveia e ervilhas e pelo carbaryl em ervilhas e cucurbitáceas, enquanto que o parathion provocou um aumento significativo na respiração de raízes de trigo. BONNEMAISON (1964) verificou que o BHC a 20 Kg/ha, atrasa o crescimento de cereais, beterraba e batatas, porém acelera o crescimento de alfafa e algumas leguminosas. O trigo é mais sensível que o milho, aveia e sobretudo que a cebola. Cereais podem também mostrar uma estimulação do crescimento, depois de uma inibição inicial, causada por tratamento com lindane (HEIDENREICH, 1953 citado por BRUINSMA, 1965). DDT, geralmente, tem apresentado menor toxicidade que o lindane (BROOKS & ANDERSON, 1947). Entretanto foi observado uma clorose severa em folhas de plantas jovens de morangueiros com o emprego de doses normais de emulsão de DDT.

BHC, DDT, parathion, aldrin e dieldrin, carecem todos de ação tóxica sobre as nodosidades das leguminosas, microrganismos nitrificantes ou amoniacais, bem como protozoários do solo (POCHON & LAJUDIE, 1948), (GAINEY, 1952), citados por BONNEMAISON (1964).

BROOKS & ANDERSON (1947), demonstraram que, a exemplo de outros hidrocarbonetos clorados, clordane pode causar cloroses em cucurbitáceas. PICKETT et al. (1951), observou a formação de uma terceira camada de parênquima paliçádico sob a pulverização de folhas do broto terminal expostas, de macieira, com clordane. Esse efeito formativo não afetou apreciavelmente a capacidade fotossintética daquelas folhas. Canfeno clorado favoreceu o aparecimento de uma queimadura marginal das folhas de ameixeira, representada por um amarelimento geral e eventual abscisão (BRUINSMA, 1965). WESTWOOD & BATJER (1960), determinaram que o crescimento médio dos frutos de peras foi reduzido por seis pulverizações de toxafeno e dieldrin. Entretanto, três pulverizações com os mesmos inseticidas não afetaram o fruto.

KOSTOFF (1949) efetuou o tratamento de "Seedlings" de várias espécies de plantas: Zea mays, Triticum Vulgare, I. monococcum, I. compactum, Secale cereale, Setaria italica, Panicum miliaecum, Helianthus annuus, Crepis capillans, Vicia jaba, V. sativa, Brassica nigra, etc., com vários inseticidas a base de BHC. Estudos citológicos de raízes afetadas, hastes e tecidos do coleoptilo demonstraram que os agentes atuam primeiramente no citoplasma e interferem com os processos citoplasmáticos envolvidos na formação de fusos acromáticos: os cromossomos não se agruparam na placa equatorial (metáfase) após a prófase, mas permaneceram espalhados aproximadamente, como eles se apresentam durante a prófase.

RODRIGUEZ et al. (1960) observaram que a aplicação de inseticidas clorados no solo afetaram a composição de nitrogênio, fósforo e potássio, de feijão, soja e algodão, afetando, também, a população de Tetranychus telarius que se alimenta dessas plantas. DDT aplicado na concentração de 800 - 1000 gramas/acre e DDT a ambos os níveis de material absorvente. O peso das folhas foi calculado e determinados os teores de açúcar, nitrogênio, fósforo e po

tássio. Os resultados demonstraram que um constituinte orgânico da planta, reduzindo o teor de açúcar, tem sido marcadamente influenciado na planta pela adição de altos níveis de DDT no solo. Concluíram, também, que os açúcares da planta são necessários para o desenvolvimento de Tetranychus telarius

HAGLEY (1965) estudou os efeitos de aldrin, clordane, DDT e toxafeno no crescimento e estabelecimento de tomate, couve-flor e couve-chinesa. Os resultados demonstraram que: aldrin e DDT a 14 lb/acre inibiram o desenvolvimento das raízes e reduziram o tamanho de todas as plantas. Esses produtos, mais o toxafeno, também reduziram a proporção de crescimento de couve-flor e tomate; clordane não produziu efeitos adversos; clordane e toxafeno, reduziram o tamanho das mudas de couve-chinesa, mas não afetaram significativamente o desenvolvimento radicular. Todos os produtos causaram cloroses severas, marginal e intervenal e necrose das folhas, em plantas afetadas: DDT e toxafeno mostraram grandes efeitos fitotóxicos em tomates, resultando na morte de 50% e 33%, das plantinhas, nas segundas e terceiras semanas de crescimento, respectivamente; aldrin aparentemente, estimulou o crescimento de "seedlings" de tomate, entretanto, reduziu o crescimento médio de couve-flor.

Efeitos estimulatórios de inseticidas clorados tem sido apresentados com aldrin e dieldrin no tratamento de sementes de várias plantas cultivadas (COX & LILLY, 1952).

CHAPMAN & ALLEN (1948) em observações de campos, indicaram que o DDT atua como uma substância que promove o crescimento. A altas concentrações de DDT, muitas plantas foram injuriadas, mostrando deformações, clorose e necrose. Foi a seguinte, a ordem de crescente de suscetibilidade: abóbora, pepino, tomate, feijão, cenoura, batata, ervilha e trigo. A quantidade de DDT requerida para o máximo crescimento foi muito baixa para a abóbora e pepino - 0,0005%; tomate - 0,008%; feijão - 0,032%; cenoura e batata - 0,512%; ervilha e trigo mostraram pouca injúria ou estimulação pelo DDT. Todas as partes das plantas apresentaram grande desenvolvimento a aquelas concentrações de DDT, produzindo muitas plantas altas.

Nos organofosforados, também, são conhecidos efeitos estimulatórios e fitotóxicos. Parathion causou uma clorose temporária em pepino (CARRUTH & HOWE, 1948).

PRITCHARD & BEER (1949) demonstraram que roseiras são frequentemente tolerantes a pulverizações com parathion, exceto Sthephanotis, a qual pode reagir com manchas cloróticas nas folhas. Em contraste com muitas folhagens de plantas ornamentais, samambaias foram altamente sensíveis ao parathion, apresentando queimaduras e necrose típica. Tratamentos com pulverizações de aerossóis mostraram ser muito mais fitotóxicos do que preparações de pó molhável.

Schradan e paraoxon produziram mudanças nas plantas, similares aquelas causadas pelo 2 - 4D. Incluíam um aumento no conteúdo de carboidratos e com Schradan, um aumento na composição de nitrato de feijões e ervilhas. Os efeitos foram mais pronunciados em plantas crescendo na presença de luz solar do que quando se desenvolveriam no escuro (ZEID & CUTKOMP, 1951).

Demeton-S pulverizado em plantas, reduziu grandemente, a razão de hidrólise, a qual persistiu em folhas, inicialmente pulverizadas por dois meses. Foi demonstrado que esse produto atuava como um enzima inibidor e que alguma interferência com o metabolismo da planta podia ser detectado e associado com fitotoxicidade, através do tratamento com organofosforados a altas concentrações. (LORD, 1955).

MISTRIC & SPYHALSKI (1959) estudaram a ação do Thimet quando utilizado no tratamento de sementes de algodão, provocando efeitos adversos sobre a germinação, emergência e crescimento vegetativo, bem como um atraso na frutificação do algodoeiro.

O crescimento de trigo, feijão e beterraba açucareira, foi estudado com os seguintes inseticidas: disulfoton, phorate, thionazin ou menazon. Este último, foi apenas levemente fitotóxico, phorate e disulfoton foram intermediários e thionozin, mais severo em efeito (SCOPES, 1969).

Thiometon (0,0 dimetil-S etil mercapto etil ditiofosfato) inibiu a germinação de Brassica campestris L., por limitar a atividade da enzima lipase, a qual promove a degradação de lipídios.

Em última análise, ela deprecia a biossíntese dos carboidratos... (CHOPRA & MANDRA, 1969).

Sementes de plantas foram tratadas com inseticidas técnicos dissolvidos em acetona ou em formulações de pó molhável de alguns inseticidas. As sementes foram armazenadas por três meses e germinaram em casas de vegetação. Diazinon técnico, Monsanto CP-53926 (0,0-dimetil S-N- formil, N-metil carbomol metil) fosforotionato, reduziram a germinação de feijão de lima; CP-53926 foi fitotóxico para soja; Dimethoato e NIA-10242 (2 - 3 - dihidro- 2-2- dimetil - 7 - benzofuramil metilcarbomato) não afetaram adversamente a germinação de algumas sementes das plantas. Ervilhas, trigo e abóbora não foram afetadas pelos tratamentos inseticidas (BROERSMA & LUCKMANN, 1967). Pulverizações em plantas de cravo e tomate com Tepp causaram efeitos morfológicos e fisiológicos, semelhantes a tratamentos com auxinas, incluindo curvaturas, alongamento dos caules e um aumento da taxa respiratória (HALL, 1951). COSTA et al. (1971), empregando Aldicarb, phorate e metil demeton, visando controlar o pulgão da batata, Mysus persicae e verificar o efeito deste sobre a incidência do enrolamento das folhas na batata produzida. As parcelas tratadas com metil demeton, mostraram amarelamento, atribuível a uma ação fitotóxica do produto. SAMPAIO & ORLANDO (1971), utilizando vários inseticidas em goiabeira, para controle da mosca dos frutos, Anastrepha fratercula, demonstraram que o Dimethoato, que foi o inseticida que conseguiu maior performance, na concentração de 0,15% do produto comercial, mostrou-se, altamente fitotóxico. MALAGUTI & VALDIVIESCO (1963) investigaram efeitos fitotóxicos causados por inseticidas em plantas de milho. Gusathion, em concentrações elevadas, acusou a mais alta percentagem de podridão do ápice, enquanto que parathion, nas mesmas condições, provocou a maior percentagem de plantas deformadas, com enrolamento do ápice. Em geral, os danos foram maiores quando se empregaram quantidades de produtos de uma só vez do que quando distribuídos em três aplicações sucessivas. RUPPEL et al. (1964) empregaram vários inseticidas, visando o controle de Spodoptera frugiperda em milho. Várias misturas de aldrin, heptacloro e toxafeno testados contra a praga em comparação com os mesmos inseticidas usados na forma individual, não mostraram nenhum efeito na efetividade. Thimet, aplicado em sementes, foi altamente fitotóxico. As

aspersões com WL 1650, não obstante resultar ligeiramente fitotóxicas, demonstraram ser superiores. A fitotoxicidade deste composto pode ser reduzida, diminuindo-se a dose de aplicação ao mínimo e fetivo e usando-se na preparação dos concentrados, um solvente como xilol.

Desinfecção de sementes com organofosforados tem provocado estimulação do crescimento às vezes, depois um início de retardamento. Grãos de trigo tratados com Thimet, demeton (Systox) ou metil demeton (Isosystox) para o controle da mosca do Hesse, Phytophaga destructor (Say), primeiramente, causaram uma redução do "standard" e retardamento do crescimento, mas, posteriormente, as plantas, completamente recuperadas, apresentaram um aumento de vigor (BROW, 1957, GUYER et al., 1958, citados por BRUINSMA, 1965). KAMAL & WOOD-BRIDGE (1960) conduziram estudos para determinação de efeitos de certos inseticidas na fração do nitrogênio de tecidos de folhas de pera. DDT aumentou significativamente o nitrogênio total e fração do nitrogênio proteico; malathion, parathion e Systox tiveram um efeito positivo limitado. Óleo e calda sulfocálcica, quando aplicados separadamente não afetaram as frações de nitrogênio total e proteico, contidas nas folhas, porém, quando misturados e aplicados, causaram um aumento daquelas frações.

Bactérias quimiolitotróficas, em culturas puras, são extremamente sensíveis a baixas concentrações (2-10 ug/ml) de vários inseticidas. A nitrificação por Nitrobacter agilis (Nelson) foi sensível para 3 hidrocarbonetos clorados inseticidas: aldrin, lindane e TDE a concentrações de 1 ug/ml. A concentrações de 10 ug/ml, ambos, TDE e aldrin exerceram completa inibição durante um período de duas semanas. Lindane foi consideravelmente menos tóxico causando apenas uma demora, num limite de concentração de 1-1000ug/ml. Malathion e parathion diferiram amplamente em sua toxicidade para N. afinis. Malathion foi o menos tóxico de todos os compostos testados, causando apenas uma demora na nitrificação a 1000 ug/ml. Parathion, que não é tão tóxica quanto o aldrin, provocou uma completa inibição a 10 ug/ml. Baygon retardou a nitrificação por Nitrobacter a concentração de 10ug/ml, Lindane, malathion e Baygon foram, também testados contra Nitrosomonas europeae. Completa ini

bição foi obtida com todos os 3 compostos a 10 ug/ml, porém a baixas concentrações, o retardamento de nitrificação não foi evidente (GARRETSON & SAN CLEMENTE, 1968).

Propanil (3, 4- dicloro propionamílica), um herbicida, interagindo com certos carbamatos e fosfatos inseticidas, usados em tratamento de sementes de arroz. Inseticidas clorados, utilizados no tratamento de sementes, não interferiram com propanil. As interações foram caracterizadas pela queima das folhas de mudas de arroz e perda no rendimento (BOWLING & FLINCHYM, 1968). Segundo GALLO et al. (1970), muitas macieiras e pereiras são bastante sensíveis aos efeitos do EPN e sevin. Pereiras, quando pulverizadas com carbaryl, produziram frutas com poucas sementes (GRIGGS et al. 1965).

Segundo PAGE & LUBATTI (1963), os danos causados por fumigantes ocorrem durante o período imediato de fumigação ou pós-fumigação.

Coníferas ornamentais são suscetíveis as injúrias do brometo de metila na primavera, quando o seu metabolismo torna-se grandemente ativo, porém não o são no inverno, quando apresentam-se dormentes (LATTA & JONHSON, 1944). Os danos causados a mudas não enraizadas de Chrysanthemum, pelo brometo de metila, foram diminuídos pelo armazenamento destas por um dia a 4°C, antes da fumigação a 18°C. Após o armazenamento, a adição de 10% de gás carbônico não afetou o dano causado. Houve variação significativa nos danos sofridos pelas diferentes mudas, quando aquelas não enraizadas foram fumigadas a 4°C e as com raízes a 18°C (GOSTRICK & POWELL, 1971). Brometo de metila a temperatura de 30°C foi fitotóxico para roseiras, macieiras, pereiras, ameixeiras e groselheiras, vermelha e preta (GOSTRICK, 1969). Quatro variedades de cevada foram fumigadas com brometo de metila e gás cianídrico, sob as condições do teste, a germinação das sementes não foi afetada, pelo ácido cianídrico; brometo de metila causou a morte da semente. Pouca evidência do retardamento da emergência foi observado. Dosagem, temperatura, tempo de exposição e conteúdo de mistura das sementes foram variáveis julgadas mais importantes em contribuir para a injúria do brometo de metila (STRONG & LINDGREN, 1959). Brometo de metila e ácido cianídrico afetaram a germinação de semen

tes de milho. A injúria resultante do brometo de metila pode ser identificada como um retardamento da emergência, crescimento de raízes e brotos, em vários graus; duas fumigações resultaram em baixas percentagens de germinação do que uma apenas (STRONG & LINDGREN, 1961).

Cloropicrina é bastante fitotóxica para muitas sementes e plantas. Segundo BROW (1951), esse fumigante não é recomendado para a fumigação de plantas e pode causar danos na germinação de algumas sementes. É capaz de alterar o poder germinativo de sementes de alfafa e rabanete.

Bissulfeto de carbono é muito tóxico para insetos e plantas. Entretanto, grãos e sementes sem muita umidade podem ser tratados sem haver praticamente nenhum problema para a germinação. As frutas secas podem ser expurgadas com segurança, desde que após o tratamento sejam expostas a ventilação por um período mais ou menos longo (MARICONI, 1963).

Phostoxin é bastante empregado no Estados Unidos e Alemanha no tratamento de cereais, não demonstrando qualquer efeito fitotóxico nas sementes. No Brasil, tem sido empregado no tratamento de algumas pragas do solo e no tratamento de sementes, não tendo apresentado efeitos fitotóxicos. Phostoxin não afetou o poder germinativo das sementes de trigo, nem influenciou na qualidade da farinha e pão fabricados (HESELTINE & THOMPSON, 1959). Hidrogênio fosfato ( $\text{PH}_3$ ) tem sido usado para fumigação de grãos armazenados na Alemanha. Os dados indicam sua eficiência contra Tribolium confusum; Sitophilus granarius; S. oryzae; Tragoderma granarium; Rhyzoperta dominica e Oryzaephilus Surinamensis. Não afetou a germinação de sementes de trigo (LINDGREN et al. 1958). Estudos dos efeitos do hidrogênio fosfato sob várias condições de conteúdo de mistura de sementes, temperatura, dosagens e tempo de exposição, demonstraram que o produto não afetou a germinação de sementes de cereais, sorgo e algumas leguminosas (STRONG & LINDGREN, 1960). COUTINHO et al (1961), estudaram a ação do Phostoxin no controle de pragas: besouro de café (Araecerus fasciculatus), largata rodada (Pectinophora gossypiella) e lagarta do amendoim (Corcyra cephalonica): O fumigante mostrou-se eficiente no controle das pragas. A análise de germinação de sementes de algodão e amendoim e classificação da bebida e grãos de café revelaram não ter qualquer alteração prejudicial.

LITERATURA CITADA

- BONNEMAISON, L. Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. Barcelona, Ediciones de Occidente, 1964. 605 p.
- BROERSMA, D.B. & LUCKMANN, W.H. Seedtreatment techiques and phytoxicity studies on some grain and vegetable crops. J. Econ. Entomol., 60: 821-3, 1969
- BROOKS, J.W. & ANDERSON, D. Toxicity teste of some new insecticides. J. Econ. Entomol., 40: 220, 1947.
- BROW, W.A. Insect control by chemicals. London, John Wiley & Sons Inc., 1951. 817 p.
- BRUCE, W.N. & RAUBER, O.E. Trials withe DDT on potatoes, cabbage and squash. J. Econ. Entomol., 38: 439-41, 1945.
- BRUINSMA, J. Effect of pesticidal treatment on the chlophyll content of plant parts. Residue Reviews, 10: 1-39, 1965.
- CARRUTH, L.A. & HOWE, W.L. Factors affeting use and phytotoxicity of DDT and other insecticida for squash borer control. J. Econ. Entomol., 41: 352, 1948
- CHAPMAN, R.K. & ALLENT, T.C. Stimulation and supression of some vegetable plants by DDT. J Econ. Entomol., 41: 616-23, 1948.
- COSTA, C.L., CUPERTINO, F.P., COSTA, A.S., LEITE, N. Efeito de inseticidas sistêmicos no controle do virus do enrolamento da folha em batatal para sementes. O Biológico, 37 (7): 165,70,1971.
- COUTINHO, J.M., PUZZI, D., ORLANDO, A. Emprego do fumigante fosfina (hidrogênio fosfato) no combate dos insetos de grãos armazenadas. O Biológico, 27 (11): 271-5, 1961.
- COX, H. C. & LILLY, J.H. Effects of aldrin and dieldrin on germination and early growth of field crop seeds. J. Econ. Entomol., 45: 421, 1952

- FADIGAS, M. & GIANNOTTI, O. Ensaios com diversos novos inseticidas para o controle de três pragas do algodoeiro. Arq. Inst. Biol., 27: 11-5, 1960.
- FINLAYSON, D.E. & MCCARTHY, H.R. The movement and persistence of insecticides in plant tissue. Res. Rev., 9: 114-52, 1965.
- GALLO, D., NAKANO, O., WIENDL, F.M., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R.P.L. Manual de entomologia, pragas das plantas e seu controle. São Paulo, Agronômica Ceres, 1970. 858 p.
- GARRETSON, A.L. & SAN CLEMENTE, C.L. Inhibition of nitrifying chemolitho trophic bacteria by several insecticides. J. Econ. Entomol., 61: 285-8, 1968.
- GOSTRICK, K.G. Phytotoxicity of methyl bromide to some plants of San José Scale. Plant Pathol., 18: 94-6, 1969.
- \_\_\_\_\_. & POWELL, D.F. Phytotoxicity of methyl bromide to chrythemum cuttings. Plant Pathol., 20: 136-42, 1971.
- GRIGGS, W.H., IWAKINI, B.T., MADSEN, H.F. Effect of dilute and concentrated sprays of 1 naphthyl, N-methylcarbamate (sevin) on fruit set, size, and seed content of Bartlett pears. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 81 : 93-7, 1962.
- HAGLEY, E.A.C. Effect of insecticides on the growth of vegetable seedlings. J. Econ. Entomol., 58: 777-8, 1965.
- HALL, W.C. Morphological and physiological responses of carnation and tomato to organic phosphorus insecticides and inorganic soil phosphorus. Plant Physiol., 26 : 502, 1951.
- HESELTINE, H.R. & THOMPSON, R.H. The use of aluminium phosphide tablets for the fumigation of grain. Rev. Appl. Entomol., 47: 307-9, 1959.
- HARRIS, C.S. Effects of certain insecticides and related chemicals on photosynthesis in cucumbers and beans. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 60: 335-40, 1952.

- KAMAL, A.L. & WOODBRIDGE, C.G. The effects of some insecticides on the nitrogen fraction of Bartlett pear leaf tissue. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 76: 68-72, 1960.
- KOSTOFF, D. Induction of cytogenic changes and atypical growth by hexachlorocyclohexane. Science. 109: 467, 1949.
- LATTA, E. & JOHNSON, A.A. Mebr injury to conifers. J. Econ. Entomol., 37: 261-3, 1944.
- LICHTEINSTEIN, F.P., MILLINGTON, W.F., CONLEY, G.T. Insecticidal effects on plant growth, effect of various insecticides on growth and respiration of plants. J. Agric. Food. Chem., 10: 251, 1962.
- LINDGREN, D.L., VINCENTE, L.E., STRONG, R.G. Studies on hydrogen phosphide as a fumigant. J. Econ. Entomol., 51: 900-3, 1958.
- LORD, K.A. Esterase inhibition by organo-phosphorus residues with some observations on possible effects on plant metabolism. Ann. Appl. Biol., 43. 192, 1955.
- MALAGUTI, G.A. & VALDIVIESCO, L. Danõs por inseticidas y herbicidas a plantas de maiz.. Agron. Trop. 13 (11): 43-7, 1963.
- MARICONE, F.A.M. Inseticidas e seu emprego no combate as pragas. São Paulo, Agronõmica Ceres, 1963, 1963. 607 p.
- MCLEOD, W.S. Effects of hexachlorocyclohexane on onion seedlings. J. Econ. Entomol., 39: 815, 1946.
- METCALF, C.L. & FLINT, W.P. Insectos de structivos y insectos utiles, sus costumbres y su control. Mexico, Editorial Continental, 1966. 1208 p.
- MISTRIC, W.J. & SPYHALSKI, E. J. Response of cotton and cotton pests to thimet seed-treatment. J. Econ. Entomol., 52:807-11, 1959.
- MITCHELL, J.W., SMALE, B.C., METCALF, R.L. Absorption and translocation of regulators and compounds used to control planta diseases and insects. Adv. Pest. Contr. Res., 3: 359, 1960.

- PAGE, A.B.P. & LUBATTI, D.F. Fumigation of insects. Ann. Review Entomol., 8 : 239-64, 1963.
- PICKETT, W. F. FISH, A.S., SHAN, K.S. The influence of certain organic spray materials on the photosynthetic activity of peach, and apple foliage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 57: 111, 1951.
- PRITCHARD, A.E. & BEER, R. E. Parathion for control pests of ornamental and flowering plants. J. Econ. Entomol., 42:372, 1949.
- RODRIGUEZ, J.G., MAYNARD, D.E. SOUTH, W. T. Effects of soil insecticides and absorbents on plant sugars and resulting effect on mite nutrition. J. Econ. Entomol., 53: 491-5, 1960.
- RUPPEL, R.F., BRAVO, G. CARMONA, C., IDROBO, E., RELEVO, M.A. Control quimico del Cogollero del maiz. Agric. Trop. , 20(5) : 253-67, 1964.
- SAMPAIO, A.S. & ORLANDO, A. Seleção de novas pragnicidas no combate a mosca. Sul America, Anastrepha fratercula em goiaba. O Biológico, 37 (3): 62-5, 1971.
- SASS, J. E. Response of meristems of seedlings to benzene hexachloride used as a seed protectant. Science, 114: 466, 1952.
- SCOPES, N.E.A. Some quantitative effects of soil applied organophosphorous insecticides on crop growth. Plant Pathol., 18 (1): 10-5. 1969.
- SINKOVER, H.G. & SHENEFELT, R.D. Phytotoxicity of some insecticides to coniferous seedlings with particular reference to benzene hexachloride. J. Econ. Entomol., 45: 11-5, 1952.
- STOKER, R.I. The phytotoxicity of DDT and of benzene hexachloride. Ann. Appl. Biol., 35 :110, 1948.
- STRONG, R.G. & LINDGREN, D.L. Effect of methyl bromide and hydrocyanic acid fumigation on the germination of barley. J. Econ. Entomol., 52: 319-22, 1959.

\_\_\_\_\_. & \_\_\_\_\_. Germination of cereal, sorghum, and small legume seeds after fumigation with hydrogen phosphide. J. Econ. Entomol., 53: 1-4, 1960.

\_\_\_\_\_. & \_\_\_\_\_. Effect of methy bromide and hidrocynic acid fumi-  
gation on the germination of maize seed. J. Econ. Entomol., 54:  
764-70, 1961.

WESTWOOD, M.N., BATJER, L. P., BILLINGSLEY, H.D. Effects of se-  
veral organic materials on the fruit growth and foliage effi-  
ciency of apple and pear. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 76 :  
59-67, 1960.

ZEID, M.N.I. & CUTKOMP, L.K. Effects associated with toxicity  
and plant translocation of three phosphate insectides. J.  
Econ. Entomol., 44: 898, 1951.