

Tecnologia de aplicação de reguladores vegetais na agricultura

João Paulo Tadeu Dias

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários e, entre eles, os reguladores vegetais, diz respeito ao uso ou emprego de conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto, ou do ingrediente ativo, em um determinado alvo (solo, patógeno e, na maioria dos casos, planta), em quantidade (dose ou concentração) necessária, da maneira mais econômica e eficiente (de maneira a cumprir o objetivo proposto) e sem ou com o mínimo de contaminação de áreas ou culturas adjacentes, além buscar a preservação do meio ambiente.

Agrotóxicos, também denominados produtos fitossanitários, defensivos agrícolas, agroquímicos ou pesticidas, constituem parte importante e expressiva no manejo fitossanitário, cultural e fitotécnico das diversas culturas agrícolas.

O uso dos reguladores vegetais, alguns utilizados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores do crescimento ou inibidores do crescimento, e, até mesmo, alguns fungicidas de efeito fisiológico, entre outros produtos e componentes, é regido pela legislação fitossanitária no

Brasil. Também conhecida popularmente como *Lei dos Agrotóxicos*, refere-se à Lei nº. 7.802, de 11 de julho de 1989, alterada pelo Decreto nº. 4.074, de 04 de janeiro de 2002, que define agrotóxicos e afins, como sendo:

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

A referida Lei define, também, componentes como os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

Tal legislação estabelece, ainda, a prescrição, orientação e emissão de Receituário Agrônomo, elaborado por profissional da área de Ciências Agrárias (normalmente, Engenheiro Agrônomo) devidamente habilitado e

registrado em Conselho de Classe. Esse Receituário deve levar em consideração a cultura, a época de aplicação, utilização de equipamento de proteção individual (EPI), a forma de aplicação, a formulação, a classe toxicológica do produto, dose e/ou concentração, o tipo de equipamento de aplicação ou pulverização, o uso de aditivos e o clima, além de outros fatores que podem interferir no êxito do uso do agrotóxico ou regulador vegetal.

Trabalhadores rurais mostram vulnerabilidade frente ao uso de agrotóxicos na produção de frutas (BEDOR *et al.*, 2009), agricultura (BRITO, GOMIDE; CÂMARA, 2009) e hortaliças em geral (PRESA; AUGUSTO, 2012), entre outros, o que pode acarretar riscos e ou prejuízos à saúde. O uso correto e seguro de reguladores vegetais deve ser feito com critério, com consciência e ciência dos perigos, atendendo para aplicação correta dos mesmos, além do uso do equipamento de proteção individual (EPI) respectivo e indicado para aquele tipo de produto e formulação química, recomendado pelo fabricante, responsáveis técnicos e profissionais da área.

O EPI, em geral, pode variar de acordo com a finalidade de uso. Contudo, para a aplicação de agrotóxicos e reguladores vegetais, os equipamentos encontrados e indicados são: máscara ou respirador com filtro de carvão ativado (para produtos químicos), touca ou boné árabe com proteção para o pescoço e/ou ombro, óculos

para produtos químicos, calça e jaleco impermeáveis, luvas de nitrila ou neoprene, avental impermeável e botas de borracha. Normalmente, o EPI pode ser usado e reutilizado durante várias vezes, dependendo do material que é feito e do cuidado na utilização, limpeza e acondicionamento das vestimentas, devendo ser seguidas as instruções e recomendações do fabricante.

Alguns conceitos devem ser conhecidos e levados em consideração no uso da tecnologia de aplicação de agrotóxico e reguladores vegetais, tais como (CHAIM, 2009, ANTUNIASI; BOLLER, 2011):

- **Aplicação:** processo de se colocar o produto químico no alvo;
- **Alvo biológico:** entidade escolhida (folha, fruto, inseto, solo) para ser atingida, direta ou indiretamente, pelo processo de aplicação;
- **Calda:** mistura da água com a formulação do agrotóxico na concentração para aplicação;
- **Pulverização:** processo mecânico de geração de partículas (gotas) de uma calda (mistura, suspensão ou diluição), de uma formulação comercial de produto químico em um líquido, geralmente água, colocada no tanque da máquina (equipamentos). Os

equipamentos de pulverização hidráulica podem ser: Pulverizador costal manual; Pulverizador motorizado; Pulverizador de barra; Pulverizadores montados (ligados ao sistema hidráulico do trator); Pulverizadores de arrasto (acoplados aos ao sistema de engate do trator); Pulverizadores autopropelidos; Pulverizadores pneumáticos; Pulverizadores pneumáticos (atomizadores do tipo canhão); Pulverizadores pneumáticos (atomizadores do tipo costais motorizados); Pulverizador costal motorizado; Pulverizadores hidropneumáticos ou turbo pulverizadores; Pulverizadores eletroestáticos (pouco utilizado); e Pulverizador costal com cilindro pressurizado de CO₂ (mais utilizado para pesquisa, Figura 1).

Figura 1: Pulverizador costal pressurizado de CO₂ com manômetro.



Fonte: João Paulo Tadeu Dias (2014).

- **Ingrediente ativo** (i.a.): substância química ou biológica que dá eficiência aos agrotóxicos (também conhecidos como produtos fitossanitários ou defensivos agrícolas).
- **Deriva:** desvio da trajetória das partículas liberadas pelo pulverizador.

- **Bicos hidráulicos:** dispositivos utilizados nos pulverizadores para subdivisão dos líquidos em gotas, proporcionando uniformidade na aplicação da superfície desejada.

O bico é o conjunto de peças conectado no final do circuito hidráulico. Os bicos são colocados a distâncias iguais entre si. Os espaçamentos mais utilizados são de 35, 45 e 50 cm.

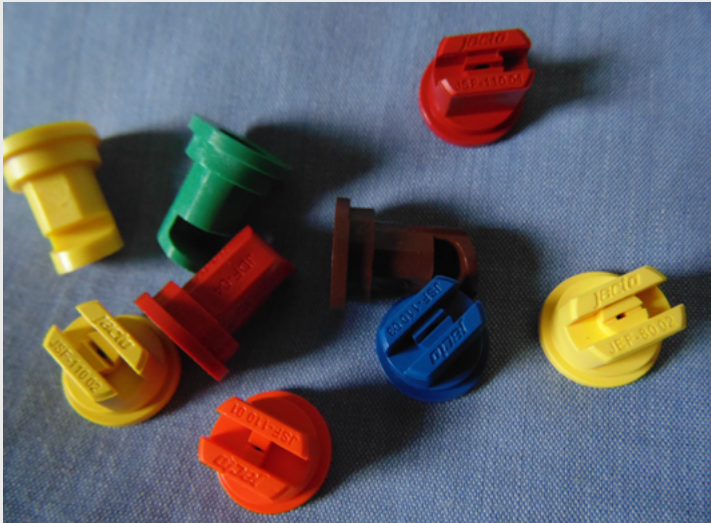
Os bicos são constituídos das seguintes partes: ponta (erroneamente chamado de bico de pulverização), filtro, corpo e capa (componente necessário à conexão da ponta e filtro ao corpo). A capa pode estar conectada ao corpo no sistema de rosca e encaixe. As pontas podem trabalhar em diferentes faixas de pressão e apresentarem diferentes formas de jato. Quanto à forma do jato, as pontas podem ser agrupadas em pontas de jatos planos ou de jatos cônicos. As pontas de jatos planos podem ser convencionais, de faixa de pressão estendida, de deriva reduzida, de jatos defletidos ou de impacto, de jato descentrado e de jatos duplos. As pontas de jatos planos e as de jatos cônicos podem apresentar jato cônico vazio ou cheio. O ângulo de aspersão (ângulo formado entre as extremidades do jato), nas pontas de energia hidráulica, geralmente está compreendido entre 80° e 110°, podendo atingir 145° em determinados modelos de pontas de jatos planos. Em alguns modelos de pontas estão estampados

números que permitem a identificação da vazão e do ângulo de aspersão numa determinada pressão e letras que permitem a identificação da faixa de vazão de acordo com a faixa de cores (*V = VisiFlow/VisioFlo color-coding*) do padrão de distribuição (*E = even = uniforme*) ou mesmo do material de confecção (*SS = stainless steel = aço inoxidável*). Nessas pontas de pulverização os dois ou três primeiros números identificam o ângulo de aspersão e, os dois últimos, a vazão em décimos de galões americanos por minuto numa determinada pressão. É oportuno esclarecer que um galão americano (abreviação: gal.) corresponde a 3,785 litros (BOLLER; RAETANO, 2011).

Esse conjunto é composto de várias partes, no qual a ponta é o mais importante. A ponta regula a vazão, o tamanho da gota e a forma do jato emitido (veja na Figura 2 alguns tipos de pontas de cores e vazões diferentes). Os principais tipos de pontas utilizadas são:

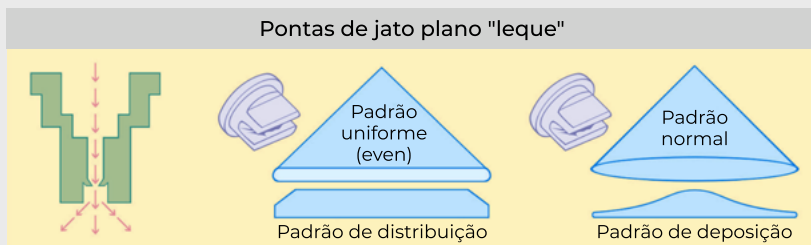
- a) Pontas de aplicação do tipo jato plano ou leque (Figura 3);
- b) Pontas de aplicação do tipo jato plano defletor ou de impacto (Figura 4);
- c) Pontas de aplicação do tipo cone vazio/cheio (Figura 5);
- d) Pontas de aplicação do tipo indução de ar.

Figura 2: Alguns tipos de pontas/bicos de plástico com formato de jato plano leque uniforme ou de jato leque plano uniforme defletor, nas cores amarelo, marrom, castanho, laranja, azul, vermelho e verde, de diferentes vazões (01, 02 e 03 galões americanos, sendo 1 galão americano = 3,785 L min.⁻¹) e ângulos de jato diferentes (80° ou 110° e de jato plano defletor de 105 a 140°).



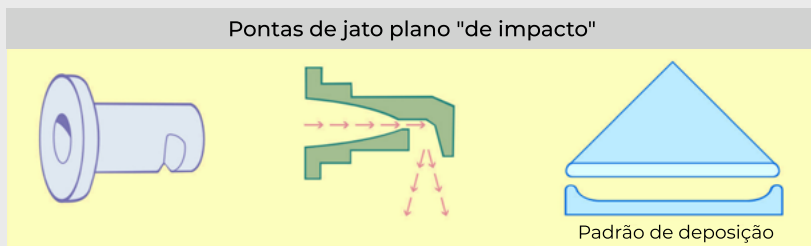
Fonte: João Paulo T. Dias (fevereiro de 2018).

Figura 3: Corte transversal e formas do padrão de deposição do líquido (calda) de pontas de jato plano leque.



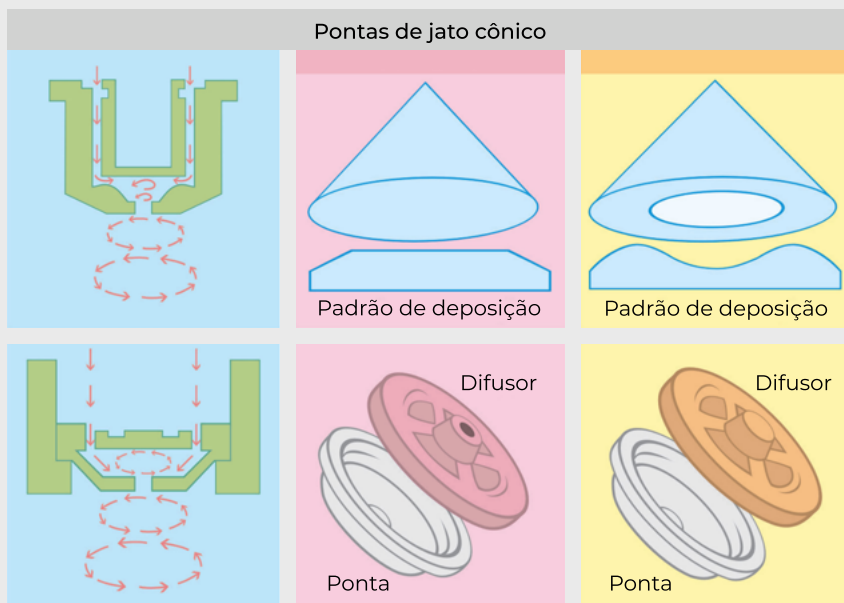
Fonte: ANDEF (2004).

Figura 4: Corte transversal e formas do padrão de deposição do líquido (calda) de pontas de jato plano defletor (defletivo ou de impacto).



Fonte: ANDEF (2004).

Figura 5: Corte transversal e formas do padrão de deposição do líquido (calda) de pontas de jato cônico cheio e vazio, bem como algumas partes importantes para a formação do movimento circular do líquido, como o difusor e a ponta.



Fonte: ANDEF (2004).

O ângulo do jato de pulverização, que sai da ponta de aplicação, depende principalmente da pressão. Aumentam-se a pressão e o ângulo. Diminui-se a pressão, também diminui o ângulo. De modo geral, os ângulos de abertura mais utilizados no mercado são de 80° e 110°.

Aditivos: substâncias adicionadas aos agrotóxicos para melhorar a ação, função, durabilidade, estabilidade ou facilitar o processo de produção. Também se recomenda o uso de adjuvantes, substâncias que melhoram a eficácia de um ingrediente ativo, usados em quaisquer tipos de formulações. Dentro destes, pode-se e deve-se adotar surfactantes que são capazes de proporcionar maior contato das gotas de pulverização com a superfície foliar; além de óleos minerais e vegetais que favorecem o espalhamento e absorção da calda; adesivos, que melhoram a adesão do produto a um alvo; antiespumantes, que reduzem a formação de espuma; antievaporantes, que evitam perdas por evaporação; antideriva ou retardantes de deriva, que modificam o espectro e o tamanho da gota; acidificantes e/ou redutores do potencial hidrogênio (pH), como os tamponantes, que são substâncias capazes de deixar o pH do produto dentro da faixa desejada. O pH da água pode interferir na ação de um i.a., pois altas concentrações de hidrogênio (H^+) e hidroxila (OH^-) podem diminuir a eficiência do ingrediente ativo. A faixa de pH ideal para preparação da maioria das caldas é em torno de 4 a 7 (levemente ácido). Contudo, a bula e o rótulo do produto devem ser consultados, bem como a recomendação do fabricante.

Além do pH, um fator preponderante para a eficiência do produto químico é a qualidade da água, principal veículo

de diluição e aplicação de caldas de agrotóxicos e/ou reguladores vegetais. A qualidade da água diz respeito à presença e a concentração de cloro (Cl), enxofre (S), cálcio (Ca) e matéria orgânica, algas, entre outros. Concomitante a isso, a dureza da água pode ser definida como a concentração de cátions alcalinos terrosos na água (Ca^{+2} e Mg^{+2}).

A eficiência de aplicação de uma calda também pode estar relacionada a aspectos ligados à inspeção, regulação e calibração dos equipamentos de pulverização hidráulica. A inspeção diz respeito à situação geral do equipamento, à verificação e substituição de mangueiras desgastadas ou entupidas, avaliação da localização das mangueiras, presença de vazamentos, pontas de pulverização com desgaste ou entupidas, erros nos espaçamentos dos bicos e tipos de ponta, avaliação da vazão das pontas, inspeção dos filtros de linha e filtros de sucção, avaliação do estado geral dos antigotejadores e proteção das partes móveis (eixo cardan e correias, por exemplo), manômetro em bom estado de conservação e uso, limpeza e conservação de todo equipamento pronto para uso, entre outras averiguações. A calibração consiste em verificar a vazão das pontas, determinar o volume de aplicação e a quantidade de produto a ser colocado no tanque.

Aspectos considerados no momento da inspeção e, principalmente, calibração dos equipamentos de pulverização (CHAIM, 2009; VELINI *et al.*, 2009; ANTUNIASSI; BOLLER, 2011):

- **Vazão:** é o volume de um determinado fluido que passa pela seção de um condutor unidade de tempo, sendo a unidade mais utilizada em litros por minuto ($L \text{ min}^{-1}$).
- **Pressão:** força aplicada a uma superfície por unidade de área. As unidades do sistema internacional são Pa (pascal), Psi (*pound per square inch*/libra por polegada quadrada), Bar ou $Lbf \text{ pol}^2$ (libra força por polegada quadrada). De maneira geral, adota-se a pressão de pontas do tipo jato leque entre 15 a 60 $Lbf \text{ pol}^2$ e pontas do tipo jato cônico entre 60 a 200 $Lbf \text{ pol}^2$. Uma das formas de medir a pressão é através do manômetro. Recomenda-se que a ponta deve ser substituída quando sua vazão diferir mais de 10% das demais pontas utilizadas.
- **Volume de pulverização:** quantidade de solução ou calda (água + defensivo), distribuída por unidade de área ($L \text{ ha}^{-1}$). O volume de pulverização deve ser aplicado na medida certa.

- **Dosagem:** qualquer relação que envolva dose, expressa em quantidade de material por unidade de peso, volume, comprimento ou área.
- **Dose:** quantidade do produto, em peso ou volume distribuído por unidade de área (Kg ha^{-1} ou L ha^{-1}). A dose varia de acordo com o alvo, produto e com o objetivo da aplicação.
- **Faixa de deposição:** largura da área passada relativa a uma passada do equipamento onde cairão as gotas de calda.

O estudo da gota de pulverização pode ser um indicativo da uniformidade e qualidade na aplicação de agrotóxicos e/ou reguladores, sendo relevante o diâmetro de gotas, densidade de gotas, espectro de gotas e, consequentemente, o tamanho de gotas. Duas entidades internacionais normatizam e padronizam estudos ou trabalhos referentes ao estudo da gota e, especialmente, referentes ao tamanho da gota: o Conselho Britânico de Proteção à Lavoura (BCPC, sigla em inglês), na Inglaterra, e a Associação Americana de Engenheiros Agrícolas (ASAE, em inglês), nos Estados Unidos. O diâmetro de gotas consiste no tamanho da gota, expresso em diâmetro por micrômetro (plural = *microns* ou *micra*, símbolo μm), e corresponde a 1 milionésimo de metro (1×10^{-6} m, ou seja, milésima parte do milímetro, 1/1000 mm). A Tabela

1 corresponde às classes de tamanho de gotas, símbolos e cores, segundo normas da ASAE S-572 e BCPC, com características correspondentes ao diâmetro mediano volumétrico (DMV) e potencial de risco de deriva (PRD).

Tabela 1: Classe de tamanho de gotas segundo normas da ASAE S-572 e BCPC com características correspondentes ao diâmetro mediano volumétrico (DMV) e porcentagem do potencial de risco de deriva (PRD).

Classe da Pulverização	Símbolo	Cor	DMV Aproximando (Norma ASAE)	DMV (Norma BCPC)	PRD (Norma BCPC)
Muito fina	MF	Vermelha	< 100 μm	< 119 μm	> 57%
Fina	F	Laranja	100 – 175 μm	119 – 2016 μm	20 – 57%
Média	M	Amarela	175 – 250 μm	217 – 352 μm	5,7 – 20%
Grossa	G	Azul	250 – 375 μm	354 – 464 μm	2,9 – 5,7%
Muito grossa	MG	Verde	375 – 450 μm	> 464 μm	< 2,9%
Ext. grossa	EG	Branca	> 450 μm	---	---

Fonte: Adaptação de ASAE e BCPC.

A nuvem de gotas é composta por gotas grandes e/ou pequenas, homogêneas ou não. A densidade de gotas refere-se ao número de gotas por unidade de área. O espectro de gotas revela a variabilidade no tamanho das

gotas produzidas por equipamento de pulverização. Os fatores que influenciam o espectro de gotas são vazão, ângulo de pulverização, pressão do líquido, propriedades da calda e tipo de ponta. Conhecer o espectro de gotas é de grande importância para evitar perdas e aumentar a eficiência de aplicação. Para culturas com necessidade de maior cobertura, adotam-se gotas mais finas (produtos de contato). Para culturas com necessidade de menor cobertura, adotam-se gotas mais grossas. Geralmente, as gotas não devem ser nem muito grandes e nem muito pequenas. Gotas menores que 100 micrômetros e maiores que 800 micrômetros não são recomendados para aplicação e pulverização devido a perdas por evaporação e escorrimento, respectivamente.

Diversos fatores afetam a aplicação/pulverização e devem ser levados em consideração, tais como a textura do solo, que influencia na dose do produto, a topografia do terreno, máquinas (regulagem, manutenção e características operacionais), evaporação e deriva (altas temperaturas, baixa umidade e fortes ventos). De maneira geral, devem ser seguidas as seguintes recomendações para a escolha do momento ideal de pulverização (preferindo as primeiras horas da manhã, entardecer ou até durante a noite):

- a) Velocidade do vento entre 3 e 10 Km h⁻¹;
- b) Temperatura máxima entre 27 e 30° C;
- c) Umidade relativa do ar acima de 60%;
- d) Utilização de pontas de pulverização do tipo “antideriva”;
- e) Pressão ideal de trabalho para evitar perdas.

As perdas na aplicação podem ser ocasionadas por escorrimento de gotas mais grossas (500-600 micrômetros), evaporação (relacionada ao tamanho da gota, ventos, temperatura e umidade do ar), aplicação fora do alvo por erro do operador ou piloto em aplicação aérea, ou, ainda, quando é feita uma aplicação em área total, mas o alvo representava uma pequena fração da área que está sendo tratada, equipamentos em mal estado e desregulados.

Na atualidade, as variáveis em uma aplicação ou pulverização são muitas. No entanto, aspectos referentes ao sistema de controle eletrônico e navegação para pulverizadores, assim como a aplicação por via aérea, também constituem uma tendência crescente em tecnologia de aplicação de produtos, e com os reguladores vegetais não é diferente.

Considerações finais

O uso consciente e responsável de reguladores vegetais pode trazer inúmeros benefícios às diferentes culturas agrícolas e, conseqüentemente, aos agricultores. Deve ser realizado de forma segura, correta e seguindo as recomendações técnicas da bula e rótulo (fabricante), além de consulta ao profissional habilitado que prescreve receituário agrônômico e passa informações, bem como recomendações sobre o uso seguro e eficiente dos produtos.

Referências

ANDEF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL.

Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Campinas: Línea Creativa, 2004. 50 p.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais.** Ulisses Rocha Antuniassi, Walter Boller (org.). – Passo Fundo: Aldeia Norte, Botucatu: Fepaf, 2011, 279 p.

AZEVEDO, F. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.** Francisco Roberto de Azevedo, Francisco das Chagas Oliveira Freire. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006, 47 p.

BEDOR, *et al.* Vulnerabilidades e situações de riscos relacionados ao uso de agrotóxicos na fruticultura irrigada. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 12, n. 1. p. 39-49. 2009.

BOLLER, W.; RAETANO, C. G. Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barra. *In:* ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais.** Ulisses Rocha Antuniassi, Walter Boller (org.). – Passo Fundo: Aldeia Norte, Botucatu: Fepaf, 2011, p. 51-82.

BRITO, P. F.; GOMIDE, M. M.; CÂMARA, V. Agrotóxicos e saúde: realidade e desafios para mudança de práticas na agricultura.

Physis – Revista de Saúde Coletiva [en línea] 2009, 19 (Enero-Marzo): [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=400838222011>>.

ISSN 0103-7331.

CHAIM, A. **Manual de aplicação de agrotóxicos**. Ademir Chaim. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 73 p.

CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T.; ZAMBOLIM, L. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2008. 464 p.

PREZA, D. L.; AUGUSTO, L. G. S. Vulnerabilidades de trabalhadores rurais frente ao uso de agrotóxicos na produção de hortaliças em região do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional** [en línea] 2012, 37 (Junio):

[Fecha de consulta: 22 de febrero de 2018]. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=100522973012>>.

ISSN 0303-7657.

VELLINI, E. D. *et al.* **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. 496 p.