PALESTRAS E MESAS REDONDAS

XXI CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

06 A 11 DE JULHO DE 1997 HOTEL GLÓRIA, CAXAMBU/MG

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

GESTÃO 95/97

DIRETORIA

Presidente	Dionísio Luiz Pisa Gazziero - EMBRAPA / CNPSo
1º Vice-Presidente	Robinson Antônio Pitelli - UNESP/Jaboticabal
2º Vice-Presidente	Edvaldo Domingues Velini - UNESP/Botucatu
1º Secretário	Luiz Lonardoni Foloni - UNICAMP
2º Secretário	Djalma Rogério Guimarães - EPAGRI
1º Tesoureiro	Benedito Noedi Rodrigues - IAPAR
2º Tesoureiro	Adelino Pelissari - UFPR

CONSELHO CONSULTIVO

Luiz Carlos Ferreira Lima - ANDEF
Luiz Fernando Amaral - CYANAMID
Nestor Gabriel da Silva - ZENECA
Jesus Juarez O. Pinto - UFPel / RS
Robert Deuber - IAC
Robinson Osipe - FFALM / PR
José Alberto R. de O. Velloso - PAC Business / RS

CONSELHO FISCAL

EFETIVOS:
Décio Karam - EMBRAPA/CNPMS
Francisco de Assis Rolim Pereira - EMPAER
Luiz Alberto Lovato - CNPq

SUPLENTES:
Irineu Garcia - FMC do Brasil
André Luiz Melhorança - EMBRAPA/CPAO

XXI CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

Caxambu, MG, 6 a 11 de julho de 1997

PALESTRAS
E
MESAS REDONDAS

AGRADECIMENTOS

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal
BASF BRASILEIRA S/A INDÚSTRIAS QUÍMICAS
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CYANAMID QUÍMICA DO BRASIL LTDA
DOWELANCO INDUSTRIAL LTDA
DUPONT DO BRASIL S/A.
EMBRAPA/CNPMS
EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
FMC DO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA
HERBITÉCNICA INDÚSTRIA DE DEFENSIVOS S/A
HOECHST SCHERING AGREVO DO BRASIL LTDA
HOKKO DO BRASIL INDÚSTRIA QUÍMICA AGROPECUÁRIA
LIVRARIA RURAL
MÁQUINAS AGRÍCOLAS JACTO S/A
MONSANTO DO BRASIL LTDA
NOVARTIS BIOCIÊNCIAS S/A
RHODIA AGRO S/A
ROHM AND HAAS QUÍMICA LTDA
ZENECA AGRÍCOLA S/A

XXI CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

Caxambu, MG, 6 a 11 de julho de 1997

PALESTRAS
E
MESAS REDONDAS

Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas
Viçosa-MG
1997

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação da Biblioteca Central da UFV

C749p
1997

Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas
(21.: 1997 : Caxambu, MG)
Palestras e mesas redondas... Viçosa, MG : SBCPD, 1997.
189 p.

1. Ervas daninhas - Congressos. I. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. II. Título. III. XXI congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas.

CDD. 19.ed. 632.5806
CDD. 20.ed. 632.5806

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que a Comissão Organizadora do XXI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas e a Diretoria da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas - SBCPD coloca à sua disposição esta publicação com as Palestras e Mesas Redondas apresentadas. Trata-se do fruto do esforço de inúmeros pesquisadores, docentes e colegas, dedicados à Ciência das Plantas Daninhas.

Agradecemos a todas as instituições que colaboraram com o evento, principalmente à EMBRAPA/CNPMS, EPAMIG, UFV/DFT, UFLA/DAG, ANDEF, CNPq, FINEP, FAPEMIG e a empresa CENTRAL de EVENTOS e PROMOÇÕES.

Esclarecemos que a responsabilidade técnica dos trabalhos é dos autores.

Dionísio L. Pisa Gazziero
Presidente da SBCPD

João Baptista da Silva
Presidente da Comissão Organizadora

SUMÁRIO

Página

ABERTURA

CAN THE EVOLUTION OF HERBICIDE RESISTANCE IN WEEDS BE DELAYED? - Jonathan Gressel 1

PALESTRA 1

BIOSSEGURANÇA NO USO DE PLANTAS TRANSGÊNICAS RESISTENTES A HERBICIDAS - Sérgio H. Brommonschenkel; Maurílio Alves Moreira 13

I. MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO

Presidente: *Dr. Israel Alexandre Pereira Filho - Pesquisador do CNPMS/CNPq, Sete Lagoas-MG*

MESA REDONDA I.1

GENERAL ASPECTS OF WEED MANAGEMENT IN NO-TILL PLANTING - Thomas T. Bauman 17

MESA REDONDA I.2

EXPERIÊNCIAS DO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NAS CONDIÇÕES DO CERRADO Scaléa, M.J. 29

MESA REDONDA I.3

EXPERIÊNCIAS DO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO SUL/SUDESTE DO BRASIL - Cláudio Puríssimo 33

II. MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO

Presidente: *Dr. Ricardo Victoria Filho - Depto. de Horticultura/ESALQ, Piracicaba-SP*

MESA REDONDA II.1

CHEMICAL VEGETATION MANAGEMENT IN REFORESTATION AREAS - Ken Mc Nabb..... 37

MESA REDONDA II.2

BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS IN REFORESTATION AREAS - Raj Prasad 51

MESA REDONDA II.3

INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM CULTURAS FLORESTAIS - Robinson Antônio Pitelli 59

Página

PALESTRA 2

ADJUVANTES PARA CALDAS DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS - Kurt G. Kissmann 61

III. AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

Presidente: *C. Marçal Zuppi da Conceição - ANDEF, São Paulo-SP*

MESA REDONDA III.1

ISOXAFLUTOLE - NOVA MOLÉCULA HERBICIDA PARA AS CULTURAS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DO MILHO - Cezarino, V. 79

MESA REDONDA III.2

FALCON, ROBUST E SURPASS: NOVAS OPÇÕES DE HERBICIDAS SELETIVOS PARA USO EM CULTURAS DE SOJA, FEIJÃO E MILHO, RESPECTIVAMENTE - Guimarães, F.B. 85

MESA REDONDA III.3

CHART: UM NOVO HERBICIDA PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS DE FOLHAS LARGAS NA CULTURA DA SOJA - R & D Novartis 89

MESA REDONDA III.4

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS - Fabio Pernassi Torres 95

IV. AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

Presidente: *C. Marçal Zuppi da Conceição - ANDEF, São Paulo-SP*

MESA REDONDA IV.1

CLORANSULAM-METIL (DE-565) UM NOVO HERBICIDA PÓS EMERGENTE PARA CONTROLE DE ERVAS DE FOLHAS LARGAS SELETIVO À CULTURA DA SOJA - Ricardo Henrique Montewka; Mário J.E.Von Zuben 99

MESA REDONDA IV.2

DICLOSULAM (DE-564) UM NOVO HERBICIDA DE SOLO PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS SELETIVO À CULTURA DA SOJA - Mário J.E. Von Zuben; Ricardo Henrique Montewka 101

MESA REDONDA IV.3

METSULFURON METHYL[1] NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM MANEJO DE INVERNO - Israel Henrique Tamiozo; Edison Hidalgo 103

MESA REDONDA IV.4

ENGENHARIA GENÉTICA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS - Abreu, A.L. 105

MESA REDONDA IV.5

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS - FUSTAÍNO, M.L.; ORSI, F. Jr. 107

Página

PALESTRA 3

POTENTIAL FOR UTILIZATION OF ALLELOPATHY FOR WEED MANAGEMENT - Stephen O. Duke; Smeda, Reid J.; Weston, Leslie A. 111

V. REGISTRO DE HERBICIDAS PARA PEQUENOS CULTIVOS: OLERICULTURA, FLORICULTURA E OUTROS

Presidente: *Prof. Francisco Affonso Ferreira - Depto. de Fitotecnia / UFV, Viçosa-MG*

MESA REDONDA V.1

REGISTRO DE HERBICIDAS PARA PEQUENOS CULTIVOS NO CHILE E EM OUTROS PAÍSES - Marcelo Kogan 117

MESA REDONDA V.2

TESTEMUNHO DE PRODUTOR DE HORTALIÇAS - André Kich 117

MESA REDONDA V.3

INTERESSE DA INDÚSTRIA NO REGISTRO DE HERBICIDAS PARA PEQUENOS CULTIVOS - Guilherme Luiz Guimarães 117

MESA REDONDA V.4

REGISTRO DE HERBICIDAS PARA PEQUENOS CULTIVOS: OLERICULTURA, FLORICULTURA E OUTROS - Girabis Evangelista Ramos 119

PALESTRA 4

TOXICOLOGIA DOS HERBICIDAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO E PRIMEIROS SOCORROS - Pier C.A. Bianchi 129

VI. TECNOLOGIA DA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Presidente: *Prof. Tomomassa Matuo - FCAV / NESP, Jaboticabal-SP*

MESA REDONDA VI.1

PROTEÇÃO DO APLICADOR DE HERBICIDAS - Joaquim Gonçalves Machado Neto 135

MESA REDONDA VI.2

MISTURA DE TANQUE: HERBICIDAS, OUTROS AGROQUÍMICOS E NUTRIENTES - Roberto José Carvalho Pereira 145

MESA REDONDA VI.3

PONTOS CHAVES PARA O SUCESSO DE APLICAÇÕES NOTURNAS DE HERBICIDAS - Aroldo Irio Marochi 147

MESA REDONDA VI.4

CARACTERIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ADEQUADOS PARA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS - Luiz César Pio 155

Página

VII. Impacto Ambiental de Herbicidas

Presidente: *Dr. Aldo Alves - Coord. da Área de Legislação de Defensivos para o Mercosul, Campinas-SP*

MESA REDONDA VII.1

ADVANCES IN THE EVALUATION OF THE TOXICOLOGICAL RISKS OF HERBICIDES TO THE ENVIRONMENT - Keith R. Solomon 163

MESA REDONDA VII.2

AVALIAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL DE ACORDO COM O PONTO DE VISTA DA INDÚSTRIA - Johann A. Guth 173

MESA REDONDA VII.3

AVALIAÇÃO DA PERICULOSIDADE AMBIENTAL SEGUNDO A NOVA PROPOSTA DO IBAMA - Luiz Lonardoni Foloni 175

CAN THE EVOLUTION OF HERBICIDE RESISTANCE IN WEEDS BE DELAYED?

Jonathan Gressel*

*Plant Genetics, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel

ABSTRACT - Changes in weed spectrum due to changing technologies and continuous use of herbicides are not new. Herbicide resistance almost inevitably evolves with continuous use of single herbicides in monocultures. Weeds that evolved resistance are no longer laboratory curiosities; they cover tens of millions of hectares and cause considerable additional weed control expenses and/or reduced yields. Models have been constructed to predict herbicide resistance to identify gaps of knowledge and suggest resistance-delaying strategies. Resistances have evolved most rapidly to the heavily used groups of single target site herbicides affecting acetolactate synthase (ALS), acetyl CoA-carboxylase (ACCase), photosystem II (PS2), and tubulin biosynthesis, in that order. The most disturbing resistances are those to virtually all selective herbicides used in wheat, usually where underdosing was practiced. The advent of metabolic broad spectrum cross resistances to wheat-selective herbicides is a major setback requiring concerted efforts. Strategies to delay the evolution of resistance can be practiced, but there has been little impetus to do so, as it is a long-term investment in agriculture, where short-term thinking is the norm.

Introduction

Herbicides play a leading role, with fertilizers, in allowing breeding of crops for higher yields. New cultivars need not compete with weeds for space, light, water and minerals when herbicides are used. This is especially evident with grains, where dwarfing reduced partitioning of photosynthate into straw, greatly increasing the yield index, and preventing fertilizer-induced lodging. The dark side of this success story is that herbicide use encouraged monoculture, allowing breeders to ignore fertilizer efficiency, and crops to become less efficient mineral extractors than the weeds, furthering the need for herbicides. Resistance is an inevitable outcome of relying on single methods, as has been learnt with other pests and pesticides.

Changes in weed spectra due to changing technologies are not new. Many previously pernicious weeds have been virtually eliminated. Seed cleaning equipment eliminated some weeds, deep cultivation eliminated many perennials, draining eliminated wetland weeds, fertilizers selected against those that did not respond well (15). Rotations kept many weeds at bay. Weeds often mimic crops in morphology and phenology (1), and rotation of crops having different phenologies and morphologies prevents any

species from building up to the explosive levels possible in monoculture. Herbicide rotations had the same effect, as different herbicides left different weeds, and rotations controlled most weeds during the cycle. Despite all this, we still have weeds.

Wheat fields were transformed from mustard yellow in color to drab green with the advent of 2,4-D. Few weeds have evolved resistance to 2,4-D, but as ecology abhors a vacuum, empty niches were rapidly filled by weeds that always had been resistant to 2,4-D. More powerful herbicides replaced 2,4-D, and resistant weed strains rapidly evolved. The message from this and innumerable other cases is that farmers and their advisors can no longer rely on indiscriminate spray, spray, spray. They must understand the crop, its weeds, the physiological and biochemical modes of action, as well as crop resistance to the available herbicides, and the full implications arising from the use of each herbicide and their mixtures. Only then should farmers decide when to spray and when not, and what to spray and what not. Alternatives to herbicides must be sought, so that we will still have the herbicides available when needed.

Enormous pressures are being imposed to lower pesticide use based on some real and some perceived dangers to humanity and the environment. Agricultural economists teamed with weed scientists to provide computer programs for thresholds showing when herbicides provide cost-effective weed control. The economists' "less is better" can fit well with the greens' "use less", resulting in less expensive weed control, less environmental impact *and* often less, or delayed resistance. The case with reduced rates is far more complex.

Definitions: *Herbicide resistance* is the inherited ability not to be controlled by a herbicide. The term resistance should always be followed and/or preceded by modifiers. An important modifier is the rate applied. Resistance to agricultural rates is assumed here, but rates should be stated. Crops are *naturally resistant* to the selective herbicides used to control weeds in each crop. Evolution of resistance is then the process whereby the rare *resistant individual* becomes the majority - i.e., a *resistant-population. Resistance factors* are usually described as the I_{50} or better yet the I_{90} to I_{99} of the resistant individual divided by the I_{50} or I_{90} to I_{99} of the susceptible. There may be *full resistance* at an agricultural use-rate, or *partial resistance* (in the past termed tolerance) when the weed is severely inhibited but still produces some seed.

Some weed biotypes have evolved resistance to more than one herbicide. If this is due to a sequential selection where one herbicide was used until resistance evolved, then another until resistance evolved to it, this is *multiple resistance.* Each resistance was a separate evolutionary event due to mutations in different genes. If evolution of resistance to one herbicide immediately endowed resistance to other herbicides there is *cross resistance.* It is target-site cross-resistance if all the herbicides affect the same precise target, or metabolic cross resistance if all the herbicides or their toxic products are degraded by the same mechanism. Negative cross resistance occurs when the resistant plant is more susceptible to some other herbicide than the wild type susceptible biotype.

The Resistance Situation

Weed control failures are usually due to factors other than resistance. The best way to guess if a patch of weeds in an otherwise weed-free field is resistant, or uncontrolled due to other shortcomings, is to observe weed species distribution. If a patch contains a mixture of species, the herbicide application probably failed. If a patch is comprised of a single weed species, with

clear control of other species, resistance may have evolved.

The first verified resistances to evolve were to the triazine herbicides, along rights of way, in orchards, and in monoherbicide monoculture maize, with resistance now estimated on over 6 million hectares of crop land, split mainly between North America and Europe. Of the > 50 triazine-resistant species only one evolved by clearly degrading the atrazine. The rest are target site mutants, having PS2-target site cross resistance to all triazines, many phenylureas (but not diuron), uracils and other PS2-inhibiting herbicides (18).

Target site resistance to the highly persistent, soil residual, chlorsulfuron and other ALS-inhibiting herbicides appeared in five species within 3 to 5 years of use, and many more are now resistant (28). Millions of hectares are infested, especially in North America, Europe and Australia. Many resistant biotypes have cross resistance among ALS inhibitors (28).

Target site resistance evolved to the tubulin-binding trifluralin in *Eleucine indica* in the U.S. South in cotton (31) and in *Setaria viridis* in vast areas of western Canada (21) where used in wheat and oilseed rape for 20 years.

Resistance at the level of the target site has easily evolved in grass weeds to the -fop and -dim herbicides inhibiting ACCase, throughout North America and Australia, in a number of important weeds, in various crops (14, 21).

Paraquat resistance evolved in three *Conyza=Erigeron* species, as well as in many other species around the world (8,27). There are various thoughts on the modes of resistance, which may vary from species to species. There is often a low level cross-resistance to PS2 and diphenylether-type herbicides, where resistance is due to the oxidants generated by all these herbicides (8).

The most disturbing resistances are those to virtually all selective herbicides used in wheat. *Alopecurus myosuroides* evolved resistance to chlorotoluron in England and there are new reports yearly of co-evolution in other areas (23). *Lolium rigidum* has evolved resistance to diclofop-methyl at many sites in throughout Australia with millions of hectares affected (26). Many of the biotypes of these two weeds have cross-resistance to all other wheat herbicides. In many instances, they never saw these other herbicides. This type of resistance is clearly a threat to wheat growing areas worldwide, and we must learn how to prevent similar cases from evolving. The recent first instances of isoproturon-resistant *Phalaris minor* in India (19), is especially disturbing, as this *Phalaris* biotype is not as easily controlled by other wheat-selective herbicides as is the isoproturon-susceptible biotype.

Understanding Evolution to Prevent or Delay Resistance

If the relative importance of each of the factors controlling the rates of evolution is understood, practices can be modified to delay resistance. The relative importance of each factor can be assessed by modelling, and verified by epidemiology and/or experimentation. The first model describing different rates of evolution of herbicide resistance under different conditions was published 19 years ago (9). This basic model, which deals only with resistance due to major-gene mutations has been slightly modified through the years to consider more information that has appeared (10, 11, 20, 22). Such models assist in prediction, and suggest delaying tactics but also delineate gaps of knowledge that suggest research priorities. Models describe why the vast majority of cases of resistance have evolved in monoculture, monoherbicide situations. Monoherbicide is defined as repeatedly using one or more herbicides with the same

precise site of action, or one or more herbicides that are degraded in the same manner, or whose toxic products are degraded in the same manner for the control of a given weed. There are many cases where a large number of generations have been treated with a given herbicide, but not in consecutive years due to herbicide rotation, and resistance did not evolve. The same numbers of treatments in monoherbicide culture elicited resistance.

The factors leading to major monogene resistance include

The initial frequency of resistant mutations in the gene pool. Mutations are always occurring, whether we use a herbicide or not. Most major-gene mutations are lethal. Virtually all of the non-lethal mutants are deleterious in the natural environment, and are present at a lower frequency than the mutation frequency as they are less competitive (unfit) compared with the wild type.

Genes conferring resistances at various herbicide targets are at different natural frequencies. The alleles conferring resistance to sulfonylurea and other ALS-inhibiting herbicides appears in about one in a million plants as a semi-dominant mutation in the target site. This nuclear-inherited trait is phenotypically dominant at most agricultural rates. In contrast, target-site PS2 resistance is recessively inherited on the chloroplast genome (18). Chloroplast mutations appear phenotypically at far lower frequencies than nuclear mutations, and the frequency, is guessed to be near 10-20. Thus PS2 resistance evolves much more slowly than ALS resistance, which appeared within 3 years of limited use, whereas triazine-resistant populations were only evident after 7 to 10 years of continual use on a much larger scale.

The frequency of resistance to some herbicides, such as the thiocarbamates is unknown. They are thought to be multi-site inhibitors (because *no* specific sites have been found). The frequencies of resistance to all targets is the *compounded* frequencies of resistance to each target. Evolution of resistance with more than three targets would be highly unlikely. A weed would probably have to evolve a degradation mechanism to be resistant to thiocarbamates. The frequencies of detoxification mutants, must be far rarer than single target site mutations, based on their rare evolutionary appearance.

Some pest species evolve resistance more quickly than others for yet obscure reasons. *Lolium* spp. have such a propensity to evolve resistance very rapidly, even where many weed species co-exist with them. *Lolium* evolved a multiplicity of means to protect itself. In two places (at least) it has evolved resistance to oxidants (paraquat and SO_2) by elevating levels of the oxygen detoxification pathway under polygenic control (8). *Lolium* seems to have evolved different methods to cope with diclofop methyl; in North America it is resistant at the level of ACCase (14, 21). A major reason for the propensity of *Lolium* to evolve resistance is its huge populations due to copious seed production. The Australian *Lolium* seems to have evolved a metabolic type cross-resistance in wheat as it is resistant to all wheat selective herbicides that are oxidized by monooxygenases in wheat (4). Lines have been recently found that also have a target site resistance (27). Simultaneous evolution of many target site mutations in the various sites (which seems genetically impossible) has been experimentally ruled out (26).

Selection pressure - the greatest influence. Selection pressure is the relative ability exerted by different herbicides to decimate the wild type and leave resistant individuals. Selection pressure is measured as the ratio of survival of resistant to susceptible propagules over a growing season. The longer a herbicide remains

persistent (active), the greater its selection pressure, as many weeds germinate throughout the season. Weeds germinating after a herbicide has dissipated can leave susceptible seeds. The short activity herbicides can have higher selection pressure when weeds germinate in a single flush. Additionally, in post-emergence usage, some susceptible weed seedlings are "shaded" by the crop and escape herbicides, lowering selection pressure.

Some herbicides exert exceedingly strong selection pressures because of their soil persistence. Chlorsulfuron, atrazine, simazine, and trifluralin are often residual in soil at levels that still control some weed species after a year or more, selecting for widespread resistance. Resistance has also evolved to herbicides with no biological persistence. Paraquat is inactive within hours, but by spraying monthly, farmer persistence replaced chemical persistence.

Fitness - a major modulator. Most mutants are less fit than the wild type when the selector is not present, otherwise the mutant would be the wild type. Fitness should be measured as competition between the resistant mutant and susceptible wild type, throughout their life cycles, from seed to seed. Under such competitive situations, triazine-resistant mutants yield 10-50% less seed than the susceptible wild type (9,10,18). Where the modifications conferring resistance in a target enzyme are far from the active site of the enzyme, as occurred with ALS resistance (29), the fitness differential is minimal, but still must exist.

The lesser fitness of resistance will not assist in delaying the rate of evolution of resistance to high persistence herbicides used in monoherbicide culture; there is no occasion for the fitness difference to be expressed. Herbicide rotation can allow for fitness to depress the rate of enrichment of resistant individuals in a population, but only in the "off" years when the particular herbicide is not used. These resistance-suppressing rotational strategies have been modelled (10). The models suggest that there can be adequate weed control in the years when the herbicide is used, which can even preserve ALS-inhibiting herbicides usable for many years. There are even some strategies where there is negative enrichment for resistance or just a negligible enrichment of resistance. These strategies do not preclude the use of herbicides in the off years; they require that the "off" year herbicides do not select for the same resistance genes as the "on" year herbicides (10). This requires understanding the weed biology and the chemistry of the herbicides.

The soil seed bank. Weed seed can be incorporated into the soil seed bank, and proportions continually released. The few resistant seeds entering the soil are diluted by the susceptible seed from previous years. The longer the life in the seedbank, the greater the buffering effect of susceptible seed from previous years, decreasing the rate of evolution of resistance. Resistance evolves more quickly to the same weed species in a no-tillage system, where few seeds enter the seedbank, than in a tillage situation where most seed is incorporated.

Integrating the factors

Population-dynamics models integrate these factors (9,10,20,22). The integrations become clear when hypothetical curves are generated from different selection pressures and from an average seed-bank life-span, with different fitnesses (Fig. 1). It is possible to move the frequency scale in Fig. 1 to fit any initial field frequency. It is clear from the slopes that the proportion of herbicide-resistant individuals increases year by year. The slopes indicate that it will take many years to reach a frequency of resistant weeds that will be noticeable, i.e. more than the 1 to 10% viable weeds. Thus, farmers do not realize that they are enriching for herbicide resistance until it is upon them.

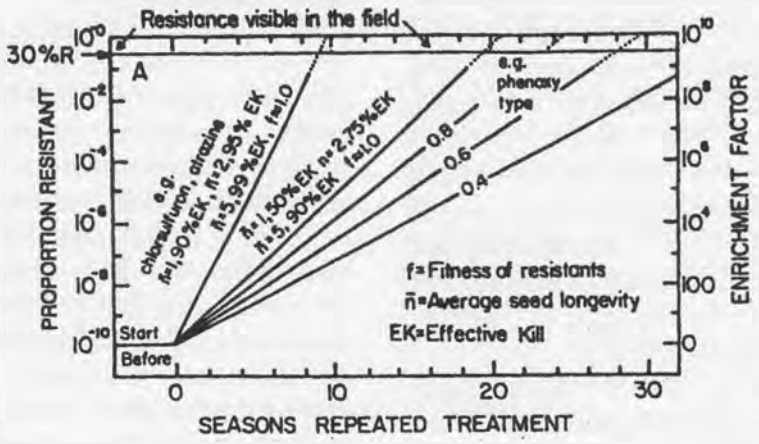


Figure 1 *- Modelling evolution of major gene traits following repeated herbicide treatments. Repeat treatments with highly persistent herbicides that control throughout a cropping season follow the acute slope. The effect of short-lived herbicides that allow the expression of the fitness difference between resistant and sensitive individuals after the herbicide has been dissipated follow the obtuse slopes. Note the logarithmic scale for enrichment of resistant individuals in the population. Based on equations in (9).*

Such models allow one to plot scenarios as is done in Fig. 1. One can easily surmise that the very acute slope with rapid evolution of resistance describes what actually happened with persistent ALS-inhibitors and triazines. The reason that resistance typically appears to the former after 3 to 5 years of use, and the latter after 7 to 10 years is probably due to the much lower initial frequency of chloroplast-inherited PS2 resistance in weed populations.

The lower more obtuse-angled slopes showing slow evolution are typical of post-emergence herbicides with imperfect cover, missing a proportion of the weeds and lowering selection pressure. Field epidemiology has clearly shown that these models work only in monoherbicide culture. If it takes six years for resistant populations to appear in monoherbicide cultures, it has typically taken much more than 12 years when the same herbicide chemistry was used every second year. Even the models that consider fitness differentials, seed bank, etc., during rotation (10), underestimate the delaying effects of rotations.

Creeping multi-genic resistances

We have become used to the appearance of target-site resistances to potent mono-site herbicides, inherited in a monogenic fashion (30), and will probably see more of them with the increasing use of inhibitors of ALS and ACCase. More worrisome is the recent paucity of cases of non target site resistances appearing in some of the major crops; e.g. wheat and rice. These latter cases are typified by a slow, incremental, creeping increases in the LD50 of the whole population as a function of repeated treatments. This was well documented for diclofop-methyl resistance in field populations of *Lolium rigidum* in Australia, where low rates (375g/ha) are typically used (16) (Fig. 2), and no target site resistances were initially found. In Canada, where three times this

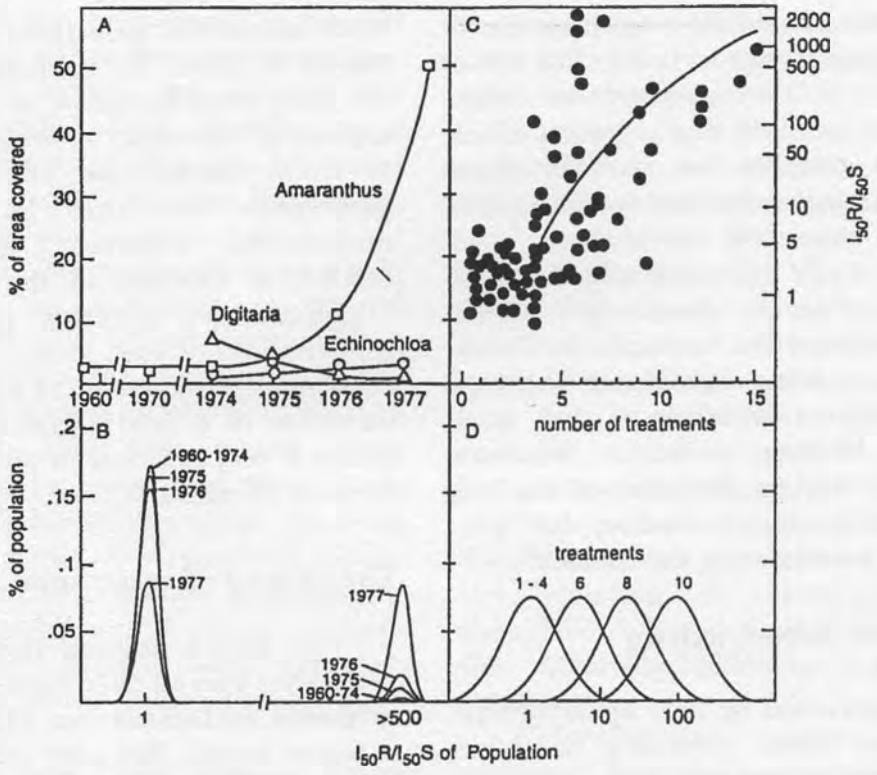


Figure 2 *- "Sudden" appearance of major monogene resistance vs. slow incremental creep of multigenic resistance.* ***A.*** *Changes in weed populations in monoculture maize treated annually with atrazine. Amaranthus retroflexus, Echinochloa crus-galli, and Digitaria sanguinalis, the foremost weeds, were counted in a maize field that was treated with atrazine from 1970. Plotted from Table I in (24).* ***B.*** *A population distribution description of the same data for Amaranthus in A, where the relative resistance (R/S) is arbitrarily plotted on the horizontal axis.* ***C.*** *Slow incremental increase in the level of resistance in repeatedly treated Lolium populations. Lolium rigidum was treated with a typical annual rate of 375 g/ha diclofop-methyl. The relative dose level needed to control resistance in populations is shown as a function of the number of diclofop-methyl treatments. The populations of seeds were collected in fields. Modified and redrawn from (16).* ***D.*** *A population distribution description of the data in C where the relative resistance on the horizontal axis is arbitrarily plotted.*

rate of diclofop-methyl are used, a *Lolium* sp. evolved only target-site resistance (21), and resistant individuals were totally resistant to much higher levels of the herbicide, without any change in the LD50 with repeated treatments. Creeping resistances have been found earlier (12) but their incidences have been overshadowed by the target site resistances, until the rampant creeping resistances covered much of Australian wheat fields (26). Many herbicides have been considered to be immune to the evolution of resistance, with resistant populations appearing after only 15 to 25 repeated uses in monoculture. This seems to have been true for the phenoxy and chloroacetamide herbicides, as well as glyphosate. Thus, it has been disturbing to see resistances creeping within these groups following recurrent selection (13,17). This is a field problem in *Echinochloa crus-galli* with butachlor and thiobencarb in rice (17) as described above. An equally problematic situation is the creeping non-target site resistance of *Phalaris minor* to isoproturon (19), which

already covers over half a million ha of green revolution wheat in India. The use of isoproturon was de-registered in major parts of Haryana State due to loss of effect. The resistant biotypes are partially cross-resistant to diclofop-methyl and pendimethalin, even though they had rarely been used. Resistance typically appeared after 10 to 15 repeated isoproturon treatments when farmers underdosed the herbicide by either: (a) purposefully using low doses; (b) used heavily adulterated herbicide; (c) lost much herbicide to binding to burnt rice-straw carbon; (d) by treating the weed at too late, less susceptible stages, and/or; (e) non-uniform hand broadcasting the herbicide.

Outcomes of Rate Cutting

Theory, supported by field epidemiology, has suggested that lowering selection pressure (by lowering herbicide persistence and/or rates) delays the evolution of major monogene resistances. Conversely, substantially lowering rates to the minimum effective levels enhances the rapidity of evolution of multigenic (or multi-changes in a gene)-inherited resistances. This is clearly a biological "Catch 22" when it comes to designing resistance management strategies (13). The explanation of this enhanced creeping evolution at low dose rates is as follows: there are many alleles that can mutate, and each confers enough resistance to overcome a small increment of herbicide. An unlikely confluence of many such mutations has to be present to confer resistance to higher doses. As there are many such minor alleles compared to the rarer major alleles for resistance, it is more likely that low, marginally-effective doses will select for these ubiquitous minor mutations. Many different minor mutations will accumulate in the population under repeated selection, conferring higher and higher levels of resistance, especially when the dose is gradually increased after signs of incipient resistance become apparent. Such sequential selections have also been shown to select for multigenic resistances (or gene amplifications, or changes within a gene) in laboratory selections for resistance to chlorsulfuron (see 13). Increments of glyphosate resistance have come from metabolism, enhanced transcription of mRNA, or changes in the target enzyme (7). Recurrent selection could select for combinations of such genes, with glyphosate resistance levels creeping above field rates, as it has in a field situation in Australia, where a very low dose of 250 g/ha was used for over 10 years (7).

The spread of resistance

One might assume that much of the resistance spread over large areas is due to crop seed contamination. This has not been a major cause. Founder effect studies on many PS2 resistant populations showed that each population evolved separately; not by movement of seed (2). The slight differences in the cross resistance patterns to different herbicides in the resistant Australian *Lolium* and the British *Alopecurus* species indicate that there must have been concurrent evolution at many foci, and not by spread of seed or pollen. Harvesting equipment blows weed seeds within a field (25), and manure spreaders will spread undigested weed seeds. Vehicles move resistant seed along rights of way as evidenced by tens of thousands of kilometers of *Kochia scoparia* along U.S. railroads (18). Spread of resistant seed should be contained by quarantine; but it is the concurrent evolution that must be precluded.

Delaying Tactics

Models show that the best way to delay single major gene resistances is to lower selection pressure; i.e. cut the dose or use less persistent herbicides within a chemical group. The best way to delay multigenic

resistance is to use high doses to prevent minor resistance genes from accumulating. How can the farmer get around the conflicting models? New models using cycles with a sequence of a few low doses followed by a moderate dose have been constructed and propounded (13), but not yet field tested. The moderate dose would be chosen to be sufficient to control individuals that have already accumulated a few minor genes for resistance. If the models are as effective in the field as they are on paper, their use would delay resistance for a longer period than either the use of low or high doses alone. All these models are not new, they represent simple population dynamics models modified for weed-specific problems. It is unfortunate that the "it can't happen here" approach was taken by those who should have known better.

Negative cross resistance to delay resistances. Some herbicides are more toxic to individuals resistant to other herbicides than to susceptible ones, i.e. there is negative cross resistance. Negative cross resistance can be elucidated and incorporated into rotational strategies for preventing resistance, both before and after populations become resistant. The delaying effect of negative cross resistance must be added or compounded to the lack of fitness of resistant weeds when considering rotations. The most explicable instances of negative cross-resistances are with PS2-resistant weeds and herbicides that act at or near the same site in PS2 (dinoseb, ioxynil, and pyridate)(11). There are some field data on this potentially powerful tool resistance management (3). There can even be a "negative enrichment", where the resistant individuals are depleted to a lower than natural frequency at normally used rates (11). For example, mixtures presently used affect atrazine-resistant biotypes to a far greater extent than the sensitive biotypes. The selection pressure is then negative This is probably the case with pyridate, the main herbicide used (in mixture with atrazine) in Europe after resistance evolved.

Farmers could balance rates so that there will be no selection pressure for resistance and no enrichment of resistance in the population. Balanced rates could be used prophylactically, i.e. before resistant populations predominate, or just after resistance occurs. Lower rates will be much more "cost effective" and may be slightly less toxic to crops than full rates. Those engaged in management of weeds should be encouraged to obtain the necessary data and test such strategies in field situations. Where resistant populations have evolved, the depletion of resistant populations should be followed, using various rates of the herbicide exerting negative cross resistance.

Heterologous and synergistic mixtures to delay resistance. There can also be simple heterologous mixtures and synergistic mixtures having interrelated and/or overlapping spectra of weed control that are effective in resistance management. *Heterologous mixtures* act at different sites of action on a weed. The best documented case is that of alachlor and atrazine, which both control *Amaranthus* spp. and *Chenopodium* spp., species often evolving triazine resistance. Such mixtures lower the initial frequency, by compounding the frequencies of resistance to both herbicides in those weeds controlled by both. If the frequency of resistance to one herbicide is 10^{-6} and that of the other is 10^{-5}, the compounded frequency to both is 10^{-11}. If all else is equal, it will take at least twice as long for resistance to evolve. As fitness losses are also compounded, it should take longer yet, giving a synergistic effect on resistance management. In the case of the alachlor/atrazine mixture, there is no information on the frequency of resistance to the mixture, as no resistance has evolved despite 30 years of extensive use of the mixture. Only one case of resistance

has evolved where alachlor was used alone, due to degradation. There probably can be no target-site resistance to alachlor; its target is unknown.

A *synergistic mixture* in the general sense is one where the herbicidal effect of the mixture is greater than the effect of the sum of the components. This allows using less of each component, often giving an economic advantage to a mixture. The atrazine-alachlor mixture has been shown to be synergistic against some weeds (cf.5) and smart farmers have reduced their rates of both. The lowering of the herbicide use rates lowers the selection pressure for resistance to each herbicide, depressing the rate of evolution for each. This effect is synergistic beyond the compounded frequencies. The best clear-cut case of use of a synergist mixture to manage an evolved resistance problem was pioneered in Costa-Rica. There and elsewhere, the problematic rice weed *Echinochloa* spp. evolved resistance to herbicides. In Costa-Rica, Columbia, Greece, and the U.S., resistance evolved to propanil (32), in China there are over 2 million hectares of rice paddies with *Echinochloa* cross-resistant to butachlor and thiobencarb (17). Piperophos or related herbicides added to propanil prevent propanil degradation by *Echinochloa,* allowing the use of much less propanil and a minute amount of piperophos (32), and costs less than propanil alone, so there is a $ynergy as well as a synergy. The mixture controls wild-type *Echinochloa* (32), and if used earlier it would have delayed resistance, saved farmers herbicide , as well as crop losses due to resistance.

Will abstinence help? It is axiomatic that total abstinence from herbicide use will fully delay herbicide-selected evolution of resistance. What about occasional abstinence? Will it delay resistance for as many treatment cycles as were missed? The answer probably depends upon what the farmer allows to happen. If the farmer uses good monitoring techniques and abstains from herbicide use when there was little or no reason for chemical weed control, there should be mainly positive, resistance-delaying effects. This is especially so when individuals resistant to the last-used herbicide are less fit, and will be competed away by more fit, susceptible individuals. Conversely, abstinence that allows a huge build-up of weed seed populations can be very negative. Evolution is a quantitative selection process; the more individuals to choose from in a field, the more likely resistant individuals will be found in that field, and the more likely outcrossing weeds will be near to mates. Field epidemiology has shown time and again that resistance is most likely to appear first in weeds with heavy seed infestations, especially if they are generally hard to control.

Meaningful rotations - still the best prevention. The best time-proven resistance delaying tactic has been to rotate crops and herbicides in such a way that weed seed banks are kept suppressed, and that different modes of action and modes of crop selectivities are used. The use of meaningful herbicide mixtures (33) and synergies (5) can also be of value. This is easier said than done in many agricultural ecosystems. Too many areas can only support one type of crop, e.g. the otherwise marginal lands where much of the world's wheat is cultivated, and wheat seems to have but one mechanism of herbicide detoxification (4) leading to graminaceous weeds evolving the same system. In general, the variety of herbicide chemistries available for such rotations is decreasing instead of increasing, due to deregistering older herbicides faster than the registering of new chemistries/modes of action. Thus, genetic engineering to introduce new modes of herbicide resistance into crops such as wheat seems to be imperative (6), if not to resistance-prone or already heavily used herbicides.

Concluding Remarks

The war we have with weeds was hard enough before resistances evolved. We can continually win battles if we use wise strategies (but the war is never ending). We cannot successfully continue using a single strategy; the enemy will overcome it. We must use a wide variety of strategies, herbicide and crop rotations, cultivation and fallows, molecular biology and biochemistry, to continually confuse the enemy and not to lose too many battles due to resistance. We must prolong the use life of herbicides or the continual war with weeds will be lost. The advent of metabolic, broad-spectrum cross resistances to rice and wheat-selective herbicides was a major set-back. We have waited far too long to "know thine enemy" and have put in too little intelligent effort, too late. Some strategies are self-evident and others require research. The few, albeit excellent, researchers grasping at the problem are not enough, considering the magnitude of potential losses. Scientists in Brazil who are coping with their first resistance problems have the backing of, and can rely upon, the advice of those scientists who have already coped with similar problems elsewhere. Evolutionary processes do not know global barriers.

Acknowledgements

The organizers are gratefully thanked for their invitation. The author has the Gilbert de Botton Chair of plant sciences.

References

1. Barrett, S.C.H. 1983. Econ. Bot. 37: 255-282.

2. Darmency, H. and Gasquez, J. 1983. New Phytol. 95: 289-297.

3. De Prado, R., Sanchez, M., Jorrin, J. and Dominguez, C. 1992. Pestic. Sci. 35: 131-136.

4. Gressel, J. 1988. Oxford Surv. Plant Molec. Cell Biol. 5: 195-203.

5. Gressel, J. 1990. Rev. Weed Sci. 5 :49-82.

6. Gressel, J. 1995 In: Herbicide Resistant Crops: Agricultural, Economic, Environmental, Regulatory and Technological Aspects.(Ed. Duke, S.O.), (Boca-Raton: Lewis Publishers), pp.231-250.

7. Gressel, J. 1996. Pest Resistance Management 8(2), 2-5

8. Gressel, J. and Galun, E. 1994. In: Photooxidative Stresses in Plants, Causes and Amelioration. (Eds. Foyer, C. and Mullineaux, P.) (CRC Press: Boca Raton) pp.258-273.

9. Gressel, J. and Segel, L.A. 1978. J. Theor. Biol. 75: 349-371.

10. Gressel, J. and Segel, L.A. 1990. Weed Technol. 6: 509-525

11. Gressel, J. and Segel, L.A. 1990. Z. Naturforsch. 45c: 470-473.

12. Gressel, J.; Ammon, H. U., Fogelfors, M., Gasquez, J.,. Kay, Q. O. N. and Kees, H. 1982 In: Herbicide Resistance in Plants. (Eds. Le Baron, H. and Gressel, J.) (Wiley:New York) pp.31-55.

13. Gressel, J. Gardner, S.N. and Mangel, M. 1996. In: Molecular Genetics and Ecology of Pesticide Resistance, (Ed. Brown, T.M.). (Amer. Chem. Soc.: Washington DC) pp.169-186.

14. Gronwald, J.W., Eberlein, C.V., Betts, K.J., Baers, R.J Ehlke, N.J., and Wyse, D.L. 1992. Pestic. Biochem. Physiol. 44: 126-139.

15. Haas, H. and Streibig, J.C. 1982. In: Herbicide Resistance in Plants. (Eds. LeBaron, H.M. and Gressel, J.) (Wiley: New York). pp.57-80.

16. Heap, I. (1988) Resistance to Herbicides in Annual Ryegrass (*Lolium rigidum)* Ph.D. thesis, Waite Agric. Inst., Univ. of Adelaide.

17. Huang, B.Q. and Gressel, J. 1997. Resistant Pest Management (in press)

18. LeBaron, H.M. and Gressel, J. (Eds). 1982. Herbicide Resistance in Plants. (Wiley: New York). 449 pp.

19. Malik, R. K. and Singh, S. 1995. Weed Technol. 9:419-425..

20. Maxwell, B.P., Roush, M.L. and Radosevich, S.R. 1990. Weed Technol. 4:2-13.

21. Morrison, I.N. and Bourgeouis, L. 1995. Brighton Crop Protect. Conf. pp.567-576.

22. Mortimer, A.M., Ulf-Hansen, P.F. and Putwain, P.D. 1992. In: Achievements and Developments in Combating Pesticide Resistance (Eds. Denholm, I., Devonshire A.L. and Hollomon, D.) (Elsevier: London) pp.148-164.

23. Moss, S. 1992. In: Achievements and Developments in Combating Pesticide Resistance (Eds. Denholm, I., Devonshire A.L. and Hollomon, D.) (Elsevier: London) pp.28-47.

24. Nosticzius, A., Muller, T. and Czimber, G. 1979. Bot. Kozl. 66: 299-305.

25. Porterfield, J.W. 1989. Agric. Eng. (Jan/Feb), 11.

26. Powles, S.B. and Matthews, J.M. In: Achievements and Developments in Combating Pesticide Resistance (Eds. Denholm,I. Devonshire A.L. and Hollomon,D.)(Elsevier: London) pp.75-87.

27. Powles, S.B. and Holtum, J.A.M., Eds., 1994. Herbicide Resistance in Plants: Biology and Biochemistry (Lewis: Boca Raton), 353 pp.

28. Saari, L. L., Cotterman, J.C. and Thill, D.C., 1994. In: Herbicide Resistance in Plants: Biology and Biochemistry (Eds. Powles, S.B. and Holtum, J.A.M.), (Lewis: Boca Raton) pp.80-139.

29. Schloss, J.V., Ciskanik, L.M., and Van Dyk, D.E. 1988. Nature 331: 360-362.

30. Shaner, D. 1995. Brighton Crop. Prot. Conf. - Weeds. pp.537-546.

31. Smeda, R.J. and Vaughn, K.C. 1994.. In: Herbicide Resistance in Plants: Biology and Biochemistry (Eds. Powles, S.B. and Holtum, J.A.M.), (Lewis: Boca Raton) pp. 215-228

32. Valverde, B.E. 1996. In: Proc. 2nd Intl. Weed Control Cong., Copenhagen. pp.415-420.

33. Wrubel, R.P. and Gressel, J. 1994. Weed Technol. 8:635-648.

PALESTRA 1

BIOSSEGURANÇA NO USO DE PLANTAS TRANSGÊNICAS RESISTENTES A HERBICIDAS

Sérgio H. Brommonschenkel* & Maurílio Alves Moreira**

* Núcleo de Biotecnologia Aplicada a Agropecuária. ** Universidade Federal de Viçosa 36571-000 Viçosa-MG.

A transformação de plantas visando resistência a herbicidas representa uma nova alternativa para obtenção de seletividade e para a expansão do uso de herbicidas com menor impacto ambiental. Através do emprego desta tecnologia, resistência a diferentes herbicidas já foi engenheirada em plantas cultivadas (Tabela 1) e diferentes cultivares resistentes a herbicidas foram introduzidos recentemente no mercado canadense e americano (Tabela 2). A introdução dessa característica em cultivares nacionais por diferentes instituições de ensino e/ou pesquisa encontra-se em progresso (Tabela 3).

No Brasil, tanto o desenvolvimento quanto a liberação no ambiente de plantas resistentes a herbicidas são regulamentados por legislação específica (Fontes & Sampaio, 1997). A necessidade de regulamentação deve-se, em grande parte, ao desconhecimento do impacto potencial dos genes utilizados para o desenvolvimento de resistência aos herbicidas. Esta resistência tem sido obtida pela introdução de genes oriundos de fontes biológicas diversas, originariamente não-pertencentes ao "pool" gênico das plantas cultivadas (Tabela 1). Desta forma, as conseqüências fenotípicas e ambientais de algumas modificações não são conhecidas. Assim, uma avaliação do risco para a natureza e do uso final da planta modificada deve ser efetuado antes da liberação das plantas transgênicas no ambiente e antes de que elas sejam desenvolvidas e usadas comercialmente para a produção de alimentos, rações, fibras, produtos farmacêuticos ou para processamento industrial.

Basicamente existem duas regulamentações ou normatizações que governam a pesquisa e o desenvolvimento de plantas transgênicas: aquelas para uso confinado e aquelas para teste de campo ou uso comercial. No caso de uso confinado, as regulamentações envolvem medidas que tem a finalidade de preservar a saúde e segurança das pessoas envolvidas no desenvolvimento e manuseio do material transgênico e evitar o escape do material transgênico para o ambiente. As regras para uso não-confinado além de incluirem medidas que visam a preservação da saúde humana, incluem também uma avaliação do risco ou provável impacto no ambiente. No caso específico do uso de plantas transgênicas a herbicidas, existem pelo menos cinco categorias de preocupações ambientais relativas ao riscos potenciais ao meio ambiente e à biodiversidade (Dale, 1995; Darmency, 1996; Roger & Parkes, 1995; Williamson, 1996): 1) criação de novas plantas daninhas; 2) amplificação do

efeito de plantas daninhas já existentes; 3) extinção de plantas daninhas que contem genes de valor potencial; 4) uso mais intensivo de herbicidas e 5) descaracterização de variedades cultivadas.

Atualmente existem dois sistemas de avaliação de riscos em uso: um baseado no produto obtido (regulamentaçao vertical) e outro baseado no processo de obtenção (regulamentação horizontal) (Dale, 1995). No sistema baseado no produto, adotado pelos Estados Unidos e Canadá, a avaliação da segurança é baseada na natureza do organismo, incluindo sua capacidade de sobrevivência, multiplicação e disseminação, e seu uso pretendido e o ambiente no qual planeja-se a sua introdução. No sistema baseado no processo, adotado pelo Brasil, Comunidade Européia e outros países, a avaliação de risco é substanciada pelo fato do organismo ter sido modificado através de técnicas inovadoras de manipulação genética.

No Brasil, o uso de técnicas de engenharia genética e liberações no ambiente de organismos geneticamente modificados são regulamentadas pela Lei nº 8.974, de 05 de Janeiro de 1995 e pelo Decreto nº 1520, de 12 de junho de 1995. Esta legislação criou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), ligada ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), a qual é a responsável pela normatização, avaliação e emissão de pareceres relacionados à transferência, manipulação e uso de organismos geneticamente modificados (OGM's) no Brasil. As normas e regulamentos relativos às atividades e projetos relacionados a OGM's e derivados expedidas pela CTNBio, abrangem a construção, cultivo, manipulação, uso, transporte, armazenamento, comercialização, consumo, liberação e descarte dos mesmos, com vistas especialmente à segurança do material e à proteção dos seres vivos e do meio ambiente. Com base nesta legislação, as entidades nacionais, estrangeiras ou internacionais, para que possam desenvolver atividades relativas a OGM's no Brasil, deverão requerer à CTNBio o Certificado de Qualidade de Biossegurança-CQB. A legislação brasileira de biossegurança determina ainda que toda instituição que se dedique ao ensino, pesquisa, ao desenvolvimento e utilização de técnicas de engenharia genética, pública ou privada, nacional ou internacional, deve constituir uma Comissão Interna de Biossegurança (CIBio) a qual é a responsável pela obtenção do CQB junto à CTNBio e pela avaliação e supervisão dos trabalhos com OGM conduzidos na Instituição e Empresa, de acordo com as recomendações emanadas da CTNBio.

A liberação no ambiente de organismos geneticamente modificados deve ter autorização prévia da CTNBio. Os procedimentos para tanto estão explícitos na Instrução Normativa de nº 3 da CTNBio, publicada no Diário Oficial da União Nº 221, de 13/11/96. Esta instrução contempla um amplo questionário contendo as informações necessárias a uma análise de risco profunda e cuidadosa da liberação pretendida, incluindo aspectos biológicos, ecológicos e biogeográficos dos organismos doador e receptor e transgênico, bem como a caracterização molecular da transformação e as características dos genes inseridos. São também formuladas questões relativas ao uso pretendido da tecnologia, bem como seu potencial de dano ou impacto à saúde do homem e ao meio ambiente.

Com a implementação da Lei de Propriedade Industrial ("Patentes") na área biológica e a aprovação pelo Congresso Nacional da nova Lei de Proteção de Cultivares, espera-se um rápido aumento do investimento em plantas transgênicas resistentes a herbicidas. A observação da legislação em vigor e a conscientização dos produtores e consumidores são fatores fundamentais para o sucesso da implementação dessa nova importante tecnologia na agricultura nacional.

Tabela 1 - Tranformação de Plantas Visando Resistência a Herbicidas (Modificado de Cole, 1994; Schulz, 1990)

Grupo de Herbicida	Gene Transformado	Fonte do gene	Mecanismo da Resistência	Planta Transformada
Sulphonylureas	acetolactate synthase	plantas	alvo bioquímico mutado	canola, arroz, linho, algodão, tomate, beterraba açucareira, melão, *Populus*, etc.
Imidazolinones	acetolactato synthase	plantas	alvo bioquímico mutado	fumo
Glyphosate	enolpyruvoyl shikimate 5-phosphate synthase	bactérias do solo e intestinais, plantas	alvo bioquímico mutado	tomate, canola, soja, *Populus*, etc.
	glyfosate oxido-reductase	bactérias do solo	detoxificação	milho, canola, soja
Asulam	dihydropterate synthase	bactérias do solo	alvo bioquímico mutado	fumo
Atrazine	proteína 'D1'	plantas	alvo bioquímico mutado	soja
Glufosinate	N-acetyl transferase	bactérias	detoxificação	milho,trigo,arroz, algodão, canola, batata, tomate, beterraba açucareira, etc.
	glutamina syntethase	plantas	superprodução do alvo bioquímico	fumo
Bromoxynil	nitrilase	bactérias do solo	detoxificação	canola, algodão,batata, tomate

Tabela 2 - Histórico da Introdução de Plantas Transgênicas Resistentes a Herbicidas no Mercado*

Ano	Cultura	Firma	Evento
1995	Algodão	Calgene	Algodão resistente ao bromoxynil (Algodão BXN)
1995	Canola	AgrEvo	Canola tolerante ao glufosinate (Canola Liberty Link)
1995	Milho	BASF	Milho resistente ao sethoxydim (Milho resistente ao Poast)
1996	Soja	Monsanto	Soja tolerante ao glyphosate (soja Roundup Ready)
1996	Canola	Monsanto	Canola tolerante ao glyphosate (canola Roundup Ready)

* Fonte: Wood Mackenzie Consultants, Biotechnology Review, 1996
http://www.woodmac.com/finechem/biotec.html

Tabela 3 - Resistência a Herbicidas sendo Introduzidas por Transformação de Plantas em Cultivares Brasileiros de Culturas de Importância Econômica (Modificado de Fontes & Sampaio, 1997)

Cultura	Instituição/Firma
Soja	Monsoy-Monsanto
Soja	EMBRAPA-Soja/Monsanto
Soja	Universidade Federal de Viçosa/Monsanto
Soja	AgrEvo
Cana-de-açucar	Copersucar
Feijão	EMBRAPA/CNPAF/CENARGEN/AgrEvo

Bibliografia Citada

Cole, D.J. Molecular mechanisms to confer herbicide resistance. In: Molecular Biology in Crop Protection,Marshall, G. & Walters, D. (eds.), Chapman & Hall, Londres, 1994. pp.146-176.

Dale, P.J. Research & Development regulation and field trialling of transgenic crops. Trends in Biotechnology, 13: 398-403, 1995.

Darmency, H. Movement of resistance genes among plants. In: Molecular Genetics and Evolution of Pesticide Resistance, Brown, T.M. (ed.), ACS Symposium Series No.645, American Chemical Society, 1996; pp 2009-2220.

Fontes, E.M.G. & M.J.A. Sampaio. Biossegurança e Agrobiotecnologia do Ano 2000. In: Anuário ABRASEM 1997. Associação Brasileira dos Produtores de Sementes, Brasília-DF; pp 41-48.

Rogers, H.J. & Parkes, H.C. Transgenic plants and the environment. Journal of Experimental Botany, 46(286):467-488,1995.

Schulz, A.; Wengenmayer, F. & Goodman, H. Genetic engineering of herbicide resistance in higher plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 9(1):1-15, 1990.

Williamson, M.K. Can the risks from transgenic crops be estimated? Trends in Biotechnology, 14: 449-450, 1996.

MESA REDONDA I.1

GENERAL ASPECTS OF WEED MANAGEMENT IN NO-TILL PLANTING

Thomas T. Bauman*

*Purdue University, Botany and Plant Pathology Department, West Lafayette, IN, USA, 47907-1155.

The problems of soil erosion and soil degradation are two of the biggest problems facing agriculture sustainability world wide and threatens our ability to produce abundant and affordable food for a world population that is expected to double in the next 50 years. In 1984, World Watch estimated that 23 billion metric tons of soil was being lost from crop lands in excess of new soil formation. If soils are allowed to erode, crop productivity suffers and if we are not able to maintain high levels of output, we will be forced into creating marginal agricultural land from forests and other areas to produce food. In addition to impacting crop productivity, sediment from erosion has negative impacts on water quality and wildlife habitat.

While crop residue management for control of erosion began in the 1930's and 1940's, modern no-till planting is only about 30 years old. Today, the switch from conventional moldboard tillage to no-till is occurring faster than the switch from the horse to the tractor. From 1960 to 1995, the number of no-till hectares in the United States has grown from just a few to 17.5 million. The switch from conventional moldboard tillage has been fueled by the public's concern about excessive soil erosion and made practical by the introduction of effective herbicides.

Significant progress in chemical weed control was made in the late 1950's when atrazine was introduced. Farmers still had to rely on secondary tillage operations to control weeds because of the lack of effective herbicides. The inability to control weeds was the major reason for farmer reluctance to adopt no-till. In 1970, Chevron Chemical Company made an aggressive no-till promotion which was centered around paraquat as a burndown treatment, and is credited with starting the rapid adoption of no-till systems. Herbicides introduced in the 1980's provided better weed control, and some farmers began to use no-till in their crop production systems. Postemergence herbicide programs for both *Zea mays* (corn) and *Glycine max* (soybeans) are now available which allow farmers to comfortably adopt a complete no-till program.

The success of modern no-till planting also required better planting equipment. In 1966, a 5-cm wavy coulter was introduced by Allis Chalmers which provided a method for preparing a narrow seed bed that allowed the planter unit to function properly. The replacement of the planter

shoe with double disk openers, improvements in coulter design, seed drop mechanisms, and no-till drills occurred in the 1970's and 1980's and lead to improved planting in no-tillage situations. By the mid 1980's, the stage was set for no-till adoption .

Incentive for the adoption of no-till in the US was further introduced in 1985, when legislation was passed which stated that farmers could lose government farm program benefits if they did not comply with HEL (Highly Erodible Land) provisions of the 1985-1990 Farm Bill. This act of the United States Congress persuaded some farmers to switch from conventional tillage to no-till.

No-till farming methods are used on 35 million hectares worldwide. Two thirds of the no-till hectares are in North America (17.5 million ha in the United States and 6.1 million in Canada). Other areas of the world which utilize no-till are Brazil (5.3 million ha), Argentina (2.5 million), and Australia.

By the year 2000 it is predicted that no-tillage in *Triticum spp.* (wheat), corn, soybeans and *Oryza sativa* (rice) will grow to 62 million hectares. The areas expected to experience the greatest growth in the adoption of no-till practices are South America, Western Europe, Australia and South East Asia.

The number of no-till corn hectares in the United States has doubled in the last 5 years, from 8 to 18 percent of all planted hectares. In the United States., no-tillage is practiced on 8.3 million hectares in the Corn Belt, 2.3 million hectares in the Northern Plains, and 1.9 million hectares in the Appalachian region. The top ten no-till corn states are: Iowa, Illinois, Nebraska, Indiana, Ohio, Missouri, Kentucky, Michigan, South Dakota, and Wisconsin.

The largest increase in no-till over the last 5 years, has been seen in the number of no-till soybean hectares. In 1991, the number of no-till soybean hectares surpassed the number of no-till corn hectares for the first time. The top states for growing no-till soybeans are: Illinois, Indiana, Iowa, Ohio, Missouri.

Last year, farmers in the United States continued to increase the number of no-till hectares more than ever (+1.7 million hectares), but the use of the moldboard plow is also increasing (+1.4 million hectares). Several million hectares of land were returned to crop production this year after having been idled by farmers receiving government payments to reduce crop surpluses. The main reasons attributed for the increase in heavily tilled hectares was to repair damage left by flooding or to break up heavy grass and weed infestations that had developed after years of lying idle. In the United States, 45 million hectares (39% of all planted hectares) are heavily tilled prior to crop planting.

In a no-till system, the soil is left undisturbed from harvest to planting except for nutrient injection. Planting or drilling is accomplished in a narrow seedbed or slot created by coulters, row cleaners, or disk openers. Coulters are also used for fertilizer placement. Weed control is accomplished primarily with herbicides, but cultivation may be used for weed control if necessary.

The advantages of no-till farming include: 1. lower input and equipment costs, 2. reduced soil erosion due to wind, water, and tillage, and 3. reduced labor costs. Some of the obstacles to successful no-till farming include: 1. slow soil warm-up due to high levels of crop residue, 2. the need for coulters to be added to planters and drills, 3. dependence on herbicides as the main source of weed control, 4. high levels of weed management are essential, and 5. fertilizer application and placement difficulties.

Zone-till and strip-till systems have been introduced in an attempt to speed soil

warming. These tillage systems are a modification of no-till where crop residue is removed form the planter row. If less than 25% row width is disturbed, it is considered no-till.

Some of the advantages of strip tillage include: 1. warmer, drier and less dense soil in row at planting, which allows more uniform seed placement, improved seed-to soil contact, and reduced allelopathy, and 2. more vigorous early rooting, which promotes earlier crop maturity and increased yields.

Input costs for no-tillage systems are lower than tillage systems which include chisel or moldboard plowing. Much of the decrease can be attributed to reduced costs in seedbed preparation. Fewer field operations result in reduced costs. Fuel costs can often be reduced by 50 percent and similarly labor costs can be reduced by 40 percent. A reduction of 15 percent in total production costs per acre can be realized from the use of a no-tillage systems.

Herbicide costs may be higher initially due largely to the cost of burndown herbicides, but it usually decreases to the point where costs are similar to conventional system with time. As a rule, both product and rate of application for broadleaf and grass control treatments are the same for both conventional and no-till. If the presence of crop residue causes an increase weed pressure, the farmer needs to adjust the herbicide program to fit the tillage system. Tillage does provide some weed control and offers the farmer greater herbicide flexibility and perhaps some economic savings in weed control . Tillage also often provides very economical control of many perennial weeds with tap roots.

The amount of crop residue present in a field prior to tillage depends upon the previous crop and its level of production. Corn generates more residue than soybeans; thus, it is easier to maintain higher residue levels with a variety of tillage systems after a corn crop. Corn, however, has a low tolerance for cool and wet conditions associated with high levels of crop residue. Therefore, to successfully grow continuous corn, some tillage is required for residue incorporation. A corn-soybean rotation generates less residue and allows greater tillage flexibility. Little residue exists following a soybean crop, and no-till corn often performs well in this system.

No-tillage systems require state of the art planters that are capable of providing good seed to soil contact and good crop stands. Row cleaning devices that remove residues from a 15 to 25-cm band over the row may improve stand establishment, early plant growth, maturity and yield of corn in no-tillage systems. Matching planting equipment with desired tillage system is very important.

Economic risk is increased as less tillage is performed especially for continuous corn. Delayed crop development and reduced yields often occur in wet and cool years. Risk is a factor that needs to be strongly considered by crop producers considering a change in tillage system. The risk of reduced yield, which increases costs, is higher for no-till because of less opportunities to correct previous mistakes.

Some of the risks and possible solutions for no-till systems include: 1. reliance on herbicides for weed control-(choose proper herbicide and application method), 2. interference of crop residue and vegetation with herbicide performance and/or sprayer pattern-(increase herbicide rate, proper timing of herbicide application, and maintain proper sprayer boom height), 3. difficulty in obtaining uniform seeding depth and seed-to-soil contact-(reduce planting speed, increase seeding rate, allow soil to dry before planting), 4. greater pest problems disease and insect rodent-(scout fields), 5. fertilizer placement-(knife in nitrogen, increase nitrogen rate if surface applied, inject or band potassium

and phosphorous into root zones), 6. wet soil under residues-(delay planting or use cover crop).

Some other advantages of no-till which help offset risks include: 1. more timely planting, 2. moisture conservation due to reduced soil drying, 3. lower rates of soil, fertilizer, and pesticide loss due to erosion, 4. less crusting of the soil after planting, 5. increased levels of soil organic matter and tilth, and 6. firmer soil conditions at harvest.

Indiana is located in the Eastern Corn Belt of the United States and has been a leading state in the adoption of no-till production. In Northern Indiana, continuous no-till corn plantings may have a yield disadvantage when compared to full-width tillage systems, especially when crop residue levels are high and soil drainage is poor. Early planting, uneven residue distribution, or uneven soil surface all contribute to reduced stand, uneven emergence, slow early growth, and delayed crop maturity. Grain yields of continuous no-till corn are often 14 percent lower than continuous conventional till corn. In contrast, grain yields of no-till corn, grown after soybeans, are only 3 percent less than conventional till corn after soybeans.

The use of strip tillage significantly increases soil temperature and improves growth, maturity and yield of continuous no-till corn. The effect of strip tillage on corn growth and maturity is less when corn is grown after soybeans. Strip tillage is usually not beneficial where traditional no-till is successful and may be of limited value when corn is grown in rotation with soybeans.

The time required for soils to warm is related to north-south location of the site in Indiana. Soils in Southern Indiana warm earlier and thus are adapted to a wider selection of tillage than soils in Central and Northern parts of the state. Soil temperatures measured 4 weeks after planting, are often higher in a no-till system in Southern Indiana than in a moldboard plow system in Northern Indiana. The rapid warming of soils favors conservation tillage in Southern Indiana. Greater mulch cover also provides crops additional moisture during midsummer droughts that often occur in Southern Indiana.

No-till is also well adapted to well drained soils of Central and Northern Indiana even when planting into heavy corn residues. It is best adapted on soils that are sloping enough to dry in spring or on coarse textured soils with low organic matter.

Soybeans are less affected than corn by cool soil temperatures because soybeans: 1. have its growing points located above the soil surface, 2. tend to be planted later in the season after the soils have had time to warm, and 3. take up most of their potassium and phosphorus late in the season so nutrient uptake and subsequent early crop growth is less affected by the cool, moist conditions that exist in early spring.

Crop rotation has a huge influence on crop yield. Corn and soybean yields both tend to be 5 to 10 percent higher when they are grown in rotation with another crop. The yield penalty for cropping is greater in no-till than with other tillage systems. The higher yields obtained when crops are rotated may result from a decrease in disease and insect infestations, elimination in the release of toxins from decaying crop residues which inhibit seed germination, and improved weed control due to the use of a broader spectrum of herbicides.

The development of and advances in narrow row technology has been key for the successful adoption of no-till soybeans in Indiana. Nearly 95 percent of all no-till soybeans are planted in rows 25-cm or less wide and over three quarters of the double crop soybeans are planted using some type of no till system.

Why have narrow row soybeans become so popular?

1. Soybean yield 20 percent more when grown in narrow rows (<38-cm) instead of wide rows (76-cm). Soybeans planted in narrower rows are more efficient in intercepting and utilizing of sunlight than in wide row planting. The advantage for narrow row soybeans increases the farther north they are planted in the state.
2. No-till equipment has been designed to plant seed in almost any crop residue condition. The drill prepares seedbed for planting, then places the seed accurately at the desired depth, and then covers the seed to ensure seed-soil contact.
3. Narrow rows can significantly reduce weed pressure. The canopy closure of narrow row soybeans will occur approximately 35 days after planting, while it may take up to 75 days for the canopy of wide row soybeans to close. Canopy closure prevents sunlight from reaching emerging weeds. Also, the number of soybean plants associated with narrow row systems is higher, which allows them to compete better than wide row soybeans with weeds for nutrients and soil moisture. Many successful burndown and postemergence weed control programs are available to control weed escapes when necessary.
4. Soybeans are more tolerant to variations in planting population and depth than is corn and do not require starter nitrogen fertilizer.
5. Soybeans can tolerate some wheel traffic during early vegetative growth while not suffering significant yield loss. This is important should a postemergence herbicide application be needed to control late weed flushes or escapes.

Weed Management

Conservation tillage can increase weed management problems by eliminating the use of tillage from the cropping system. Mechanical cultivation of the soil tends to reduce the presence of established weeds, and control of some weeds can be obtained during seedbed preparation. Weed densities can be reduced as much as 86 percent by a secondary cultivation after corn emergence.

While mechanical cultivation of the soil tends to reduce the presence of established weed, it also creates soil conditions that are ideal for seeds on the soil surface to germinate. The more the soil is tilled, the greater is the weed infestation. Seed germination is stimulated by both covering the seeds lying on the soil surface and by uncovering buried dormant seeds. A good weed management plan is essential for good weed control. Part of such a plan should include steps to prevent weeds from forming seeds.

Under no-till, weed populations tend to change so application methods, types of herbicides, and dosages often differ from those of conventional systems. As a rule, herbicides generally performed better under conventional tillage than under no-tillage.

In no-till most of the organic matter is located in the top 5-cm of the soil. This additional organic matter at the soil surface has implications in selecting a weed control programs. In soils with high levels of organic matter, humus and other organic compounds can interact with herbicides to influence their persistence in the soil, to inactivate them, or protect them from microbial degradation.

The corn yield reduction due to weeds is generally greater in no-till than in conventional tillage. The economic thresholds for early emerging *Abutilon theophrasti* (velvetleaf) ranged from 0.4 to 14 plants/m^2 in conventional tillage and 0.13 to 3.13 in no-till. Economic threshold value for management decisions is questionable due to variation among growing seasons and weed seed production from subthreshold populations.

Weed management in no-till requires a high level of management skills. Fewer weed control options are available with no-till, and the greater reliance on herbicides requires the farmer to pay greater attention to detail. The type of weeds present; the current, past and future weather trends; cropping sequences; and soil types are all factors which must be considered when developing a weed control program that does not adversely affect the environment.

A successful no-till weed control program requires:

1. The accurate identification of the weeds present,
2. The proper timing of herbicide applications,
3. Scouting and monitoring weed populations in fields to identify problem areas. Weeds which set seed in the fall will be the predominant problem weed the following year. The presence of certain weeds may dictate whether or not no-till planting is an viable option. Fields with low weed pressures are ideal candidates for no-till planting.,
4. Spot spraying herbaceous and woody perennial weeds,
5. Keeping fence rows and field borders free from aggressive weeds, and
6. Assuring even distribution of crop residue after crop harvest.

Traditional weed management tools such as crop rotations and crop competition are still applicable to no-till.

Some weeds are easier or more economical to control in one crop than in another. For example, perennial grasses are difficult to control in corn but can be managed effectively and economically in soybeans and *Gossypium hirsutum* (cotton). The crop rotation sequence also facilitates the rotation of herbicides which have different modes of action. The use of herbicides with various modes of action helps prevent the buildup of problem weeds, harmful soil residues, and herbicide resistant weeds. Many of the new soybean herbicides have restrictions on rotational crops, so it is important that the herbicide label be carefully read to avoid problems in establishing cover crops or crops the next season.

Without cultivation, crop competition becomes an even more important component in a no-till weed control program. The shading of weeds by a vigorous crop canopy provides substantial control in no-till crops. This effect is especially important for double cropped soybeans and late planted *Sorghum bicolor* (grain sorghum). Quicker canopy closure allows later planting dates and helps reduce weed competition. Special attention should be given to seeding rates and planting depths, since greater weed problems result when crop stands are poor.

Types of herbicide applications

Early preplant herbicide applications need to be made before germination of summer annual weeds occurs. This type of application needs to be made from 10 to 45 days prior to planting of the crop. Application of the herbicides early in the season, when rains are more frequent, insures activation of the herbicides and helps spreads out the work load. Fields receiving a timely herbicide application should be free of weeds at planting. This eliminates the need for a burndown treatment. Fields free of weeds early in the season may also prevent infestations of insects, such as the black cutworm that are attracted to weedy fields. Split applications of two-thirds of the labeled herbicide rate early followed by the remaining one-third at planting may be needed to provide season long weed control from preplant treatments of herbicides with medium longevity. Many early preplant herbicides have also have burndown activity on small weeds, so the addition of a crop oil or

surfactant to the herbicide mix improves their control. Early preplant herbicide treatments, with or without burndown herbicides, must provide a weed free field at planting, and several days beyond, to allow the crop to become established without weed competition.

Preemergence herbicide applications are applied at planting time. The addition of a burndown herbicide is required to kill vegetation present at planting. Preemergence herbicides control weeds by affecting germinating seed, so they must be applied at planting time prior to crop emergence.

The success of preemergence herbicide treatments depends on adequate rainfall to activate the herbicide soon after application. Without moisture, herbicide performance suffers. Herbicides that are soil-applied after planting are often preferred over treatments made prior to planting, especially if planters equipped with row cleaners move herbicide treated soil from the row to the row middles, which creates weed problems in the untreated zone.

Two types of preemergence programs are available: 1. full season preemergence program where the herbicides provide weed control throughout the growing season, and 2. a preemergence program where a herbicide with limited residual activity is used to provide early season control. Control of weed escapes is provided by the application of a postemergence herbicides or by crop competition.

Postemergence herbicide applications: No-till became more dependable with the introduction of good postemergence herbicides that controlled weeds after they had emerged. Without the discovery of postemergence herbicides no-till would have been impossible. Postemergence herbicides are most effective when applied to actively growing weeds when the soil moisture is good. Timing of application is critical for good results.

A Typical no-till program

Weed management in crops planted by the no-till method depends almost entirely on foliar and surface applied herbicides, because seed bed preparation is eliminated and cultivation cannot be utilized. In most no-till cropping systems, a mixture of a burndown herbicide plus one or more residual herbicides is normally used. The burndown herbicide kills both emerged grass and broadleaf weeds and any cover crop present at or before planting.

The introduction of the over-the-top grass herbicides in the 1990's had a major impact on no-till corn. These herbicides finally allowed no-till or conservation-till corn to be planted into *Sorghum halepense* (johnsongrass) infested fields. Control of other weeds obtained with standard surface applied herbicides can be used at planting, or a total postemergence program to control all the weeds in corn may be used.

No-till and conservation tillage systems rely heavily on herbicides to provide weed control, but the introduction of additional postemergence herbicides will allow applications on a as needed basis instead of a routine applications of a soil applied herbicide at planting.

Increases in organic matter in no-till help improve soil structure. The upper 2 to 5-cm of the soil will becomes more crumbly because of the additional organic matter and the effects of plant roots. The layer of soil beneath this becomes firmer, and adequate moisture, root channels, or earthworm holes must be present for plant roots to grow through this layer.

Summer storms produce less runoff from fields farmed with continuous no-till corn than from the same soils farmed with conventional tillage practices. The absence of tillage favors a continuous surface cover of crop residue and earthworm burrows, which have been shown to be preferential flow paths for water and chemicals,

especially during intense summer storms. Rainfall amount and intensity as well as antecedent soil moisture content affect the amount of water transmitted through earthworm burrows. High intensity storms on relatively dry no-till soils produce the greatest amounts of preferential flow.

Pesticide contamination problems most frequently involve those pesticides which are persistent or very mobile in the soil. Even relatively immobile pesticides can move rapidly to depths due to preferential flow paths which bypass the soil matrix. The factors that influence preferential flow, determine herbicide movement in the soil. Tillage systems seem to have little effect on herbicide movement. Herbicide movement via preferential flow can be expected to be greatest when high-intensity rainfall occurs shortly after application. Herbicide movement is less when rainfall is delayed or when low-intensity events precede a high intensity, percolate producing rain.

Tillage systems were found not to affect the dissipation rates of clomazone, imazaquin and imazethapyr when applied preemergence or preplant incorporated to conventional and reduced tillage soybeans. Herbicides that were incorporated, however, dissipated more slowly than those applied to the soil surface.

Cover crops

It was once thought that no-till production would require the use of more herbicides. But this may not be true. There has actually been an overall reduction in total herbicide use due to regulations and the advent of new herbicides that are used at lower rates. The use of preemergence herbicides may be reduced in some crops by planting no-till crops into good cover crop mulches.

The benefits of cover crops include: 1. provide control of wind and water erosion, 2. conserve soil moisture by reducing evaporation and increasing infiltration, 3. increase soil organic matter and improve soil structure, 4. increase fertility by recycling nutrients and provide nitrogen, if the cover crop is a legume.

Secale cereale (rye) has the ability to produce high biomass production of shoots and roots, its winter hardiness and the phytotoxicity of its allelopathic residues make this grass crop very effective in no-tillage cropping as a cover crop that also provides weed control. It is possible for an undisturbed small grain mulch to provide 75 to 80 percent early season control of a number of annual broadleaf weeds.

The duration of weed suppression by rye cover crop closely follows the disappearance of certain allelochemicals (diboa, diboa-glucosida and boa) from rye residue more than the disappearance of the residue itself. Postemergence herbicides will probably still be required for most crops, but if needed, are usually used at much lower rates than preemergence herbicides.

There are some problems associated with the use of cover crops: 1. the cost of cover crop establishment, 2. difficulty in killing the cover crop prior to planting, 3. leaching of nitrates, 4. lower soil temperatures in spring, 5. depletion of soil moisture in the spring, 6. unknown effects of releasing natural phytotoxins into the environment, 7. increase severity of insect, disease or rodent pests and 8. undesirable effect on the crop.

Management practices call for killing the cover crop with a non-selective herbicide 2 to 3 weeks prior to the planting the summer crop. This should eliminate problems with pests such as cutworms. The use of coulters or trash whippers on the planter to remove cover crop residue from the row reduces pest problems and improves early season crop growth. Annual weeds that are suppressed for about 4 weeks would not compete effective with

corn and do not affect yields. The early season weed suppression by cover crops compliment the effectiveness of reduced rate herbicide programs. Weeds not suppressed by the cover crop will require the use of herbicides.

Genetically altered crops

The release of genetically altered crop varieties which have been altered to be tolerant to herbicides that they were previously sensitive has provided a powerful new weed management option. The development and marketing of some of these new crop varieties should make the control of some difficult to control weeds easier in conservation and no-till cropping systems. The introduction of corn lines tolerant to imazethapyr, sethoxydim, glufosinate, and glyphosate will enhance our ability to manage difficult weed complexes. Soybeans also have been modified to allow the use of glufosinate and glyphosate, and to tolerate higher rates of chlorimuron-ethyl and thifensulfuron. Other crops are also being modified to tolerate previously non-selective herbicides. The anti-synthetic pesticide forces, however, are mounting increasing opposition to this approach. If the labeling of foods containing genetically altered crops with foreign DNA is required this may negatively affect the adoption of this new technology.

The number of new herbicides reaching the market in the 1990's will likely be reduced. But the herbicides that are introduced will be used at extremely low rates and will be more environmentally acceptable.

Weed shifts

Species composition and population densities of weed communities reflect agronomic practices. The reduction or elimination of tillage produces changes in the environment where weeds are managed, survive and reproduce. Major changes in weed population dynamics can result from a shift in tillage systems that include extensive annual soil disturbance to systems that minimize soil disturbance. The ecological and managerial aspects of these changes are varied and complex. New weed management systems and control technologies need to be integrated with established weed management practices to develop effective, economical and environmentally sound weed control strategies for the altered ecosystems created by conservation tillage production systems.

Weed population changes often reduce the effectiveness of traditional weed control programs. The ability to manage changes in weed communities is one of the main concerns expressed by producers adopting conservation tillage systems. Some general predictions about weed population dynamics have arisen as tillage is reduced. These include increased populations of biennials, summer annual grasses, volunteer crops, wind dispersed weeds, winter annual weeds, and simple and creeping perennials and the decrease of large seeded dicot species. The expected shifts in weed communities, however, do not always occur. Simple generalizations about weed communities changes are difficult to make.

Weed shifts from annual to creeping perennial weeds which can survive for 3 or more years are of particular importance in no-till systems. Perennial weed populations can increase in reduced and no-till cropping systems, since the plant's root system is not disturbed, and annual weed control practices are usually not effective on established perennial plants. Creeping perennial weeds have vegetative reproduction while simple perennial weeds usually have a perennial crown on a tap root. Because creeping perennials can

spread by vegetative reproduction and/or seed production, it is difficult to eradicate these perennial weeds from a field using only one method of control. It may in fact be impossible to completely eradicate perennial weeds from a particular field.

Creeping perennial weeds such as johnsongrass, *Ellytrigia repens* (quackgrass), *Cirsium arvense* (Canada thistle), and *Convolvulus arvensis* (field bindweed) are problems in conventional till systems and are even more difficult to control in no-till. Less aggressive creeping perennials like *Solanum carolinense* (horsenettle), *Solidago spp.* (goldenrod), *Toxicodendron radicans* (poison-ivy), and *Campsis radicans* (trumpetcreeper) are becoming well established in continuous no-till fields. Simple perennials, such as Taraxacum officinale (dandelion), Rumex crispus (curly dock) and Phytolacca americana (common pokeweed) are rarely if ever a problem in conventional tillage systems, however they readily become established in no-till.

The statement that perennial weed populations increase as tillage decreases, must be made with caution. Even if a shift to perennial weed species occurs in reduced tillage systems, minimal increases in weed management will often prevent them from becoming serious pests if control measures that target the perennial weeds are utilized.

Weed seed production can also be affected by tillage systems. *Amaranthus retroflexus* (redroot pigweed) and *Digitaria sanguinalis* (large crabgrass) showed greater seed production in no-till than in till systems. Seedbanks of *Digitaria* were greater in no-till than in till treatment, whereas the seed banks of winter annual weeds were greater when tillage was performed.

Despite weed community changes, crop yields in conservation and no-till were generally equal or greater than that of conventional tillage. When a given weed was associated with one tillage system, it was often present in other tillage systems but at lower densities; therefore, the herbicides used were generally the same within a crop for each tillage system.

Stands of both *Apocynum cannabinum* (hemp dogbane) and *Convolvulus arvensis* (field bindweed) were found to increase under no-till conditions. Field bindweed was found primarily in corn-soybean rotations and hemp dogbane was found in continuous corn. *Lepidium densiflorum* (pepperweed), *Lactuca serriola* (prickly lettuce), *Brassica kaber* (wild mustard), *Avena fatua* (wild oats), *Taraxacum officinale* (common dandelion), *Hordeum jabatum* (foxtail barley), *Conyza canadensis* (horseweed), goldenrod and *Setaria faberi* (giant foxtail) all are associated with no-till.

Major changes in weed population dynamics, especially the shift from annual to perennial weeds in no-till often reduce the effectiveness of traditional weed control practices and are particularly important in conservation tillage systems which rely entirely on herbicides for weed control. Poor understanding of weed population dynamics and lack of suitable control alternatives may result in increased herbicide usage in conservation tillage systems.

There are three categories for weed management of perennial weeds: 1. cultural control (crop rotation), 2. mechanical control (tillage), and 3. chemical control (herbicides). Acceptable control of a perennial weed often requires the integration of more than one method of control.

Since complete eradication of a perennial weed is almost impossible, the goal of perennial weed management should be to keep perennial weed populations below economic levels and to prevent its spread within a field and to other fields.

Several factors that influence herbicide control of perennial weeds:

1. Herbicide timing. For herbicide applications to be effective, the perennial weed has to be actively growing and new shoots should be coming from underground parts. If the perennial has been mowed, at least 15-cm of new regrowth is needed before a herbicide application. Fall herbicide applications often provide the best perennial weed control.
2. Perennial weeds should not be drought stressed or frost damaged at time of herbicide application.
3. Selection of the best herbicide and herbicide rate for the situation and crop rotation is essential. Additional spot treatments may be needed.
4. Perennial weed control will be greatest if the field has not been tilled prior to the herbicide application, but tillage might enhance control if done after herbicide application. Tillage might be necessary in emergency situations even in a no-till system.
5. Plan a crop, tillage, and herbicide program that keeps pressure on the perennial weed. Herbicides alone or a single herbicide application will generally not eradicate a perennial weed population. Often more than one herbicide application, and/or the combination of tillage and crop rotation is required for good perennial weed control. Allelopathic suppression of weeds with a cover crop might be a possible alternative weed management strategy.
6. The use of narrow row spacing of the crop and a good postemergence herbicide program may provide control of perennial weeds in soybeans.
7. Effective control of simple perennial and creeping perennial weeds generally require the use of herbicides which are capable of moving to the underground buds. Glyphosate should be considered for burndown of both perennial grasses and broadleaves and well as for selective control in glyphosate tolerant crops. More than one application per year may be needed.

The control of perennial weeds is still difficult in all crops, and when difficult to control weed are present, no-till planting may not be the best choice. Fields with severe infestation of weeds may not be suited for no-till. Conventional tillage or another conservation tillage system might be better suited for this situation.

EXPERIÊNCIAS DO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NAS CONDIÇÕES DO CERRADO

Scaléa, M.J.*

*Monsanto do Brasil, CP: 4102, 74823-400, Goiania-GO

Pode-se dizer que o Plantio Direto só evoluiu significativamente no Cerrado, a partir do momento em que se conseguiu dominar de modo satisfatório o manejo das plantas daninhas, permitindo a adoção de sistemas de controle que fossem eficientes e de baixo custo. Ou seja, a evolução do plantio direto no Cerrado foi uma conseqüência da evolução das técnicas de manejo de plantas daninhas, entre outras coisas, e este é um fato relativamente bem conhecido por quem quer que esteja ligado ao plantio direto ou à agricultura no Cerrado.

Mas o que poucos reconhecem é que a reciproca também é verdadeira: a evolução do plantio direto no Cerrado desencadeou todo um processo de modernização da atividade agrícola que, em última análise, desembocou num sistema extremamente avançado de manejo das plantas daninhas, eficiente e barato, como veremos a seguir.

Se considerarmos que a adoção do plantio direto se dá através de 4 passos fundamentais que são a eliminação/redução do preparo de solo, uso de herbicidas dessecantes, obtenção da cobertura morta e uso de plantadeiras específicas, notaremos que 3 destes passos estão diretamente associados ao manejo de plantas daninhas, que no processo sofreu substanciais alterações. Mas mesmo o único item não diretamente ligado ao manejo das plantas daninhas, que é a mudança dos equipamentos usados no plantio, passando de semeadeiras convencionais para plantadeiras especificas de plantio direto, também afetou os programas de controle das ervas daninhas. As legendarias Egan, Semeato e Jumil, responsáveis pelo plantio de extensas áreas na abertura do Cerrado, eram dotadas de discos para o fechamento dos sulcos, que faziam um verdadeiro último preparo do solo no momento do plantio, permitindo ao agricultor uma reincorporação da sua trifluralina e a eliminação de mais um fluxo de germinação de sementeira de dicotiledoneas, o que não mais ocorreria no plantio direto.

O primeiro passo na adoção do plantio direto, que é a eliminação ou pelo menos uma drástica redução do uso de grades para o preparo do solo, teve uma conseqüência imediata, que foi o abandono dos herbicidas PPI (pré plantio incorporados) e a adoção dos pós emergentes (em pré plantio dessecantes ou pós plantio seletivos). A trifluralina, que chegou a ser usada em mais de 80% da soja plantada no Cerrado, hoje não trata mais do que 30% dessa área. O mesmo pode ser dito, guardadas as proporções, para o EPTC na cultura do milho. Mas o abandono da grade trouxe em seu bojo uma outra mudança quanto à pressão exercida pelas plantas daninhas na sua germinação e conseqüente

competição com a cultura da soja. Enquanto que nos Estados Unidos um agricultor ao adotar o plantio direto se defronta com um aumento na pressão das plantas daninhas, no Brasil tem ocorrido o contrario: essa pressão tende a diminuir e isto se deve em parte aos diferentes implementos usados para o preparo do solo. O arado de aivecas, implemento básico nos Estados Unidos, tende a reduzir a pressão das ervas ao inverter as camadas de solo, enquanto que a grade, no Brasil, tende a promover a germinação de camadas sucessivas de sementes. Deixar de usar a grade tende a aliviar a pressão das plantas daninhas. Por outro lado, um terreno não preparado passa a ser mais facilmente tomado por espécies perenes, e esta foi uma das grandes barreiras que o plantio direto teve que vencer na sua evolução no Cerrado, como será visto adiante.

O segundo passo na adoção do plantio direto, a mudança no tipo de herbicidas usados, trouxe consigo uma sensível alteração na forma como os produtos eram e são aplicados. Num plantio convencional, a pulverização dos herbicidas PPI, pode-se dizer que era nivelada por baixo. Tipo de bico, tamanho de gotas, volume de calda, umidade relativa, qualidade da água, pressão e velocidade de pulverização, deriva, numero de gotas por centímetro quadrado, nada disso era motivo de grande preocupação, pois a grade a seguir a tudo corrigia e a tudo nivelava, por baixo. E tecnologia da aplicação de defensivos, com todas as suas variáveis, só se tornou motivo de preocupação quando o agricultor passou a usar os produtos pós emergentes, muito mais sensíveis e portanto mais exigentes, cujos resultados dependiam em grande parte do cuidado com que eram aplicados.

Mas o aspecto do plantio direto que mais contribuiu para a evolução no manejo das plantas daninhas foi sem duvida a necessidade que o sistema tem da obtenção da cobertura morta. A palhada é a fonte da maior parte dos benefícios do plantio direto, pode-se dizer que plantio direto sem palhada não é plantio direto. E durante muitos anos a evolução do plantio direto no Cerrado esbarrou em um entrave: como obter palhada sem cultura de inverno? O inverno quente mas absolutamente seco, predominante na maior parte do Cerrado era uma barreira à adoção das culturas de inverno, tradicionais produtoras de palha e resíduos no sul do país. E na sua ausência tudo se complicava: perenização de algumas espécies, abundante produção de sementes por outras, formação de cobertura vegetal com vários estratos, dificultando a pulverização e a deposição da calda, basicamente pela falta de competição por uma cultura de inverno. Neste período o plantio direto teve uma certa expansão, vindo a estacionar e mesmo regredir depois em área plantada, devido ao alto custo dos tratamentos herbicidas para controlar perenes e sucessivas reinfestações. Era o período do plantio direto no mato ou diretão, que ainda hoje é muito adotado, sendo basicamente o primeiro degrau na adoção do plantio direto, o de mais baixo nível tecnológico. Através dele o agricultor percebe que o plantio direto não é bicho-de-sete-cabeças e se familiariza com a tecnologia. Mas neste sistema a cobertura morta obtida é deficiente e desuniforme, seja em quantidade, seja em qualidade. O estágio seguinte na evolução do plantio direto foi o cultivo mínimo, no qual um preparo parcial do solo era feito para, entre outras coisas, eliminar ervas perenizadas. Era novamente a grade nivelando por baixo, num sistema ainda muito difundido hoje e que permitia alcançar controle eficiente das infestantes a um custo compatível. Notável foi a contribuição do cultivo mínimo para o controle de certas plantas como o desmódio, única e exclusivamente com a aplicação de manejo ou dessecação, além de propiciar um melhor entendimento dos fluxos de germinação das sementes de mato durante o período de plantio. A palhada obtida com o cultivo mínimo era mais uniforme, mas

ainda deixava a desejar principalmente em termos de qualidade. O aparecimento de cultivares mais precoces e a conseqüente possibilidade da exploração de uma segunda cultura de verão, a chamada safrinha, equacionou definitivamente o problema da obtenção da cobertura morta, que se cristalizou num estagio mais avançado de plantio direto, chamado de plantio direto com safrinha. O papel da safrinha era, entre outros, o de produzir densa palhada, competindo com as plantas daninhas durante a entressafra, evitando tanto a produção de sementes de varias espécies anuais, quanto a perenização de espécies perenes. Sendo uma cultura de alto risco, raramente a safrinha é alvo de grandes investimentos, seja em sementes, fertilizantes ou herbicidas. Mas a experiência tem mostrado que o uso de herbicidas na implantação e na condução da safrinha é um investimento com retorno garantido, pois permite o controle de anuais a baixo custo, evitando a produção de sementes (representando grande economia na cultura de verão subsequente) e o controle de perenes a baixas doses (braquiaria e amargoso acabam sendo controlados no outono a doses bem mais baixas daquelas necessárias para o mesmo controle na primavera/verão). Outros aspectos como a rotação de ingredientes ativos dentro do programa de sucessão ou rotação de culturas normalmente adotados no plantio direto com safrinha, também tem sido notável contribuição na evolução do manejo das plantas daninhas.

Resumindo, creio ter mostrado que o plantio direto e o manejo das plantas daninhas no Cerrado evoluíram em paralelo, sofrendo influencias reciprocas, com as soluções de um contribuindo para o progresso do outro. Mas o que nos reserva o futuro? Atrevo-me a dizer que com certeza haverão problemas, mas eles não serão insolúveis. A introdução de espécies novas com potencial para virem a ser infestantes, como o milheto e o nabo forrageiro, se vierem a ser problema serão problema menor, frente aos benefícios advindos da sua adoção. A seleção de espécies perenes, que durante anos foi um problema, hoje já é uma solução, dentro do programa de renovação de pastagens via plantio direto: a braquiaria, outrora tão temida hoje é desejada, e os plantios diretos mais bonitos que tenho visto ultimamente são sobre resteva de *B. decumbens* ou *B. ruziziensis*. Mas sem dúvida, nenhum problema decorrente do plantio direto será maior do que a erosão, o grande problema da agricultura do Cerrado que o plantio direto veio resolver, dando perspectivas de sustentabilidade indefinida aos cerca de 2,2 milhões de hectares hoje cultivados sob plantio direto na palha do Cerrado.

O Cerrado planta direto!

EXPERIÊNCIAS DO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO SUL/SUDESTE DO BRASIL

Cláudio Puríssimo*

*Professor Adjunto de Plantas Daninhas e Seu Controle, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual de Ponta Grossa, CP: 992 e 993, Ponta Grossa-PR, 84010-360, E_mail <claudiop@uepg.br>

Introdução

O plantio direto é uma prática ainda em evolução, mesmo nas regiões pioneiras do Sul do Brasil. Nos últimos anos, a técnica tem se expandido para as novas fronteiras agrícolas do Centro-Oeste e Norte, enquanto na região Sul a área atingida tem se consolidado. O presente trabalho objetiva descrever o processo evolutivo do sistema de plantio direto na região Sul do Brasil.

Dados da Fundação ABC, citados por Sá (1993), registram que 80% (cerca de 110.000 ha) da área cultivada com grãos (em especial a soja, milho, e feijão, no verão, e o trigo, aveia, e triticale, no inverno) na região dos Campos Gerais, Centro-Sul do Paraná, se encontram sob o sistema de plantio direto sob a palha. Borges (1996) relaciona estimativas da ordem de 2.0 milhões de ha no Rio Grande do Sul, 0.3 milhões de ha em Santa Catarina, 1.5 milhões de ha no Paraná, 0.5 milhões de ha em São Paulo, e 2.2 milhões de ha na região do Cerrado, totalizando 6.5 milhões de ha sob plantio direto nas culturas de verão em 1996/97. Considera ainda que, sendo plantados no verão 11.5 milhões de ha com soja e 12.5 milhões de ha com milho, a área sob plantio direto representaria algo em torno de 25% do total.

Evolução do Sistema

• Anos 70

O movimento inicial em direção ao plantio direto pode ser caracterizado como reativo, dirigido que foi à resolução dos problemas de erosão e conservação do solo, em especial aqueles vigentes na região dos Campos Gerais do Paraná. A coragem de alguns agricultores pioneiros, aliada ao apoio de alguns segmentos da indústria e pesquisa oficial, rapidamente demonstrou no campo que a técnica era viável no controle da erosão hídrica em áreas de relevo ondulado. A indisponibilidade de uma maior gama de herbicidas para resolver de maneira mais efetiva o controle das espécies invasoras mais comuns, refletiu-se no lento crescimento em área nessa fase inicial de implantação do sistema no Brasil. O lançamento de um maior número de herbicidas eficientes, aliado a uma integração entre companhias

de agroquímicos, fabricantes de implementos agrícolas, e associações conservacionistas e de agricultores, tiveram importância decisiva na difusão posterior do sistema.

• Anos 80

Essa década se iniciou sob o ponto de vista de que a agricultura no sistema de plantio direto havia desenvolvido uma excessiva dependência nos meios químicos de controle das espécies invasoras, com os conseqüentes riscos ao homem e ao ambiente. Fator chave na mudança dessa posição, em direção a um sistema mais sustentável, foi a redução nas necessidades de uso de fertilizantes, herbicidas e outros produtos químicos, proporcionada pela rotação de culturas. Essa prática foi beneficiada pela redução de resíduos de herbicidas no solo, oriunda à tendência ao emprego de herbicidas de pós-emergência, os quais tipicamente se ajustam melhor ao sistema de plantio direto que os de pré-emergência, especialmente aqueles que necessitam incorporação.

Os benefícios da rotação de culturas incluem a redução na pressão exercida pelas pragas e doenças, controle mais efetivo das invasoras, melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo, redução dos riscos econômicos devido à diversificação, e maior eficiência no uso de água e nutrientes. Embora conhecidos e pesquisados, tais benefícios não são sempre bem praticados, mas representaram a consolidação definitiva do sistema de plantio direto na região Sul do Brasil.

A utilização de plantas em rotação, em sucessão, ou em consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, visando à proteção superficial, à manutenção e à melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, é considerada por Calegari et al. (1992) como adubação verde. A semeadura de uma ou mais culturas de adubação verde, incluídas em sistemas de rotação com culturas comerciais com o fim de proteger o solo e melhorar suas condições físicas, químicas e biológicas, através da permanência de resíduos vegetais ou de restos de culturas deixados na superfície, é definida como cultura de cobertura do solo (Rizzardi, 1995). Na região dos Campos Gerais do Paraná, uma das mais populares cultura de cobertura do solo no inverno é a da consorciação de ervilhaca (*Vicia sativa* L. #VICSA[1]) com aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb. #AVESG). Predomina na região uma rotação de culturas de três anos, representada por: leguminosa para cobertura de inverno, milho no verão, aveia e ervilhaca para cobertura no inverno, soja no verão, trigo no inverno, e soja no verão.

• Anos 90

A evolução do plantio direto na última década seguiu uma clara tendência ao emprego de doses reduzidas de herbicidas, em parte devido às pressões econômicas impostas à classe produtora. No entanto, a tendência evolutiva atual do plantio direto é muito mais pró-ativa, baseada mais em oportunidades que em risco, quando comparada aos primeiros anos do sistema. Entre essas oportunidades, incluem-se o emprego do plantio direto nos sistemas de produção animal, tais como a integração agricultura-pecuária e a incorporação dos campos nativos.

A combinação de culturas extensivas com a produção de carne ou leite, além de representar a inclusão de uma cobertura morta mais variada acrescida dos benefícios agregados, significa ainda garantia de estabilidade da renda do produtor rural, e alternativa de retorno do equilíbrio natural.

Somente no Rio Grande do Sul, os campos nativos ocupam de 12 a 16 milhões de hectares, estimando-se que 30 a 70% da área total sejam ocupados com lavouras anuais (Fontaneli e Ben, 1995; Jacques, 1993;

[1] Bayer código de identificação computadorizado, adotado pela WSSA e por Kissman (1991).

Mohrdieck, 1993). A vegetação predominante é constituída de gramíneas como o capim-macega (*Erianthus angustifolius* Ness #ERNAN), capim barba-de-bode (*Aristida longiseta* Steud. #ARKLS), sapé (*Imperata brasiliensis* Trin. #IMPBR), a grama-forquilha (*Paspalum notatum* Flügge #PASNO), a grama-missioneira (*Axonopus compressus* (Sw.) Beauv. #AXOCO), o capim-cauda-de-zorro (*Andropogon bicornis* L. #ANOBI, *A. leucostachyus* H.B.K. #ANOLE), o capim-rabo-de-burro (*Schizachyrium condensatum* (Humb.) Ness. #SZYCO), e o capim-cebola (*Chloris radiata* (L.) Sw. #CHRRA). Dentre as espécies dicotiledôneas, são encontradas a vassourinha (*Baccharis dracunculifolia* DC. #BACCO), carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) DC. #BACGE), o caraguatá (*Eryngium horridum* Malme #ERXHR), e leguminosas como o carrapicho-beiço-de-boi (*Desmodium incanum* (Sw.) DC. #DEDCA), e a dormideira (*Mimosa invisa* Mart. #MIMIN) (Kissmann, 1991; Kissmann e Groth, 1992).

A sustentabilidade econômica e ambiental de sistemas agrícolas incluem o manejo integral e judicioso das práticas de culturas em rotação, fertilizantes, culturas de cobertura, e conservação do solo. Requer, portanto, um maior grau de gerenciamento e nível tecnológico que as práticas convencionais. A mola mestra dessa tendência evolutiva atual reside no entendimento de complexos detalhes ecológicos. O conhecimento detalhado da maioria das espécies daninhas é limitada. Torna-se imperativo tentarmos entender a biologia desse diverso grupo de plantas, se quisermos alcançar qualquer forma de manejo integrado de plantas. Esse conhecimento é imperativo na implementação de estratégias de manejo que levem em consideração parâmetros tais como dormência de sementes e mudanças na composição florística.

Literatura Citada

Borges, G. 1996. Qual a proporção de plantio direto no Brasil? Revista Plantio Direto, Aldeia Norte Ed. Ltda., Passo Fundo, RS. 36:3.

Calegari, A., Mondardo, A., Bulisani, E.A., Wildner, L.P., Costa, M.B.B., Alcântara, P.B., Miyasaka, S. e Amado, T.J.C. 1992. Adubação verde no sul do Brasil. Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, Rio de Janeiro, RJ. 346pp.

Fontaneli, R.S. e Ben, J.R. 1995. Aproveitamento de áreas de pastagens naturais marginais às lavouras anuais. *in* Seminário Internacional do Sistema Plantio Direto, I, Resumos. EMBRAPA - CNPT, Passo Fundo, RS. p.163-166.

Jacques, A.V.A. 1993. Melhoramento de pastagens naturais - introdução de espécies de estação fria. *in* FEDERACITE, 4, Esteio, RS. Campo nativo: melhoramento e manejo. Caramuru, Porto Alegre, RS. p.24-31.

Kissmann, K.G. 1991. Plantas infestantes e nocivas. Tomo I. BASF Brasileira S.A., São Paulo, SP. 608pp.

Kissmann, K.G. e D. Groth. 1992. Plantas infestantes e nocivas. Tomo II. BASF Brasileira S.A., São Paulo, SP. 798pp.

Mohrdieck, K.H. 1993. Formações campestres do Rio Grande do Sul. *in* FEDERACITE, 4, Esteio, RS. Campo nativo: melhoramento e manejo. Caramuru, Porto Alegre, RS. p.11-23.

Rizzardi, M.A. 1995. Manejo de culturas de cobertura do solo. *in* Seminário Internacional do Sistema Plantio Direto, I, Resumos. EMBRAPA - CNPT, Passo Fundo, RS. p.167-171.

*GLIPHOSTO = INICIO = FINAL DEC 70.

*CASA CROP = A CULTURA DE) INTERESSE ECONOMICO NA RC.

MESA REDONDA II.1

CHEMICAL VEGETATION MANAGEMENT IN REFORESTATION AREAS

Ken Mc Nabb*

* School of Forestry, Auburn University, Auburn Alabama

ABSTRACT - The past several decades have seen an increase in the number and importance of forest plantations. These plantations are a cost effective management strategy that produces more wood on less land in a shorter period of time. The use of herbicides to control weeds has developed into an integral part of plantation technology. Research has produced new chemistries for weed control in forest plantations as well as providing better understanding of their mode of action and how to use them. Herbicides are used in site preparation, herbaceous weed control, and in established stand management. Different chemicals, rates, or application technologies are warranted in each of these three distinct phases. New application methods have been developed to apply herbicides in the many different management situations where chemical vegetation control is indicated. In many cases, fire is an important partner in chemical vegetation management. Although a natural component of many ecosystems, particularly conifers, fire should be used by trained personnel under specific circumstances. The environmental impacts of fire and chemical weed control programs are an important issue for plantation managers. Even though forestry herbicides are generally very low in toxicity, caution should be exercised during their use, particularly as it might impact bodies of water. Streamside Management Zones are a buffer against herbicide movement into streams, lakes, and rivers. Even though there has been substantial gains in our knowledge of chemical weed control technologies, there are many areas were future research is warranted. First, as the development of new chemicals is unlikely, research should seek to improve the use efficiencies of existing chemicals. Second, more knowledge is needed about the interaction of herbicides and other cultural practices. Finally, the potential of herbicide resistant genotypes is only now beginning to be explored.

The Justification for Vegetation Management

Weed control has been an integral part of traditional agriculture for many decades and the benefits from weed control are well documented and generally accepted as standard practice to increase commodity production. Forestry, on the other hand, is just beginning to explore the potential improvements in productivity through weed control. It has only been in the last 15 years that research programs have been

directed at improving the technologies for weed control in forestry situations. The task of developing cost effective yet environmentally responsible weed control strategies for woody crops is a challenging one. Forestry deals with a variety of crop species, a tremendous variety of both annual and perennial weeds, possible interactions with native fauna and flora, and crop rotations that are several years or decades. Certainly, weed control in forestry is much more complex than traditional agriculture.

Weed control in forestry is generally associated with the management of planted stands. The proportion of the world's wood supply coming from planted forests has increased dramatically in the last several years. Estimates put topical plantations as increasing by over 60 percent since 1960 (Evans 1992). The U.S. saw an increase in the number of hectares planted annually from 329,000 ha in 1955 to 980,000 ha in 1995, an increase of almost 200 % (Moulton et al. 1996). Brazil has also followed this trend with one estimate that between 1967 and 1987 there were 6.4 million hectares of plantations in the country (WRI Ltd. 1996). Whether all of these plantations were successes is difficult to determine, but undoubtedly, Brazil has become a recognized force in the area of pulp and paper primarily through its plantation productivity (Swann 1993). As a result of this increased capital input, weed control, particularly the use of chemicals, has become a more significant part of wood production.

The benefits of weed control are well documented and weed control is generally regarded as an integral part of successful plantation establishment (Mc Nabb et al. 1995, Duryea and Dougherty 1991). Numerous studies have shown positive growth responses to weed control in both conifers (Glover et al. 1989, Creighton et al. 1987, Glover and Dickens 1985, Carter et al. 1983) and hardwoods (Zutter et al. 1987, Miller 1987, Fitzgerald et al. 1975). One of the more interesting studies compared the effect of controlling herbaceous weeds, woody weeds, and total weed control for *Pinus taeda* over 8 growing seasons (Figure 1) on 13 sites throughout the southeastern U.S. After mechanical site preparation with a roller drum chopper, four treatments were imposed at each site (1) a check plot with no weed control, (2) a woody plant control where herbaceous weed were allowed to grow, but woody vegetation was completely removed, (3) a herbaceous plant control where woody plants were allowed to grow, but herbaceous weeds completely removed, and (4) complete removal of all herbaceous and woody competition. Total weed control increased eight year tree volumes 188% over the check plots and clearly indicate the negative effect of competition on tree growth. The results also indicate the relative importance of herbaceous weed control to the rapid development of planted forests. In the early years of plantation research only woody plants were considered competitive.

Not only has research demonstrated the significant impact of weed control on plantation productivity, but there has been tremendous improvements in the chemistries and methodologies of forestry herbicide use in the last two decades. Safer more selective chemicals have been discovered and tested. Crop tolerances, soil interactions, and application technologies were developed for these new chemicals. It is the objective of this paper to summarize the current use of herbicides in plantation management, provide information related to the various chemicals available for forestry, discuss some of the potential environmental interactions of herbicides, and finally to speculate as to the direction of future forestry herbicide research.

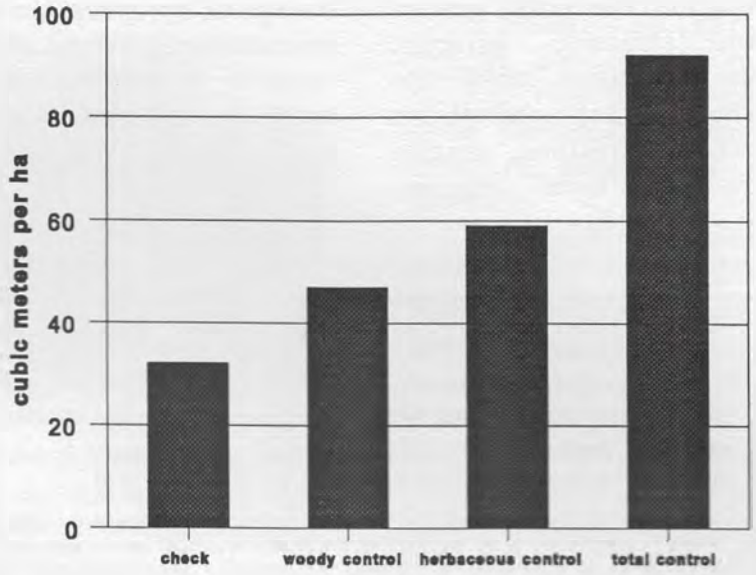


Figure 1 - Eight year volume index for loblolly pine by weed control treatment.

Methods

Site preparation

Site preparation has three major objectives; soil amelioration, improved planting access, and vegetation control. While undoubtedly there are many situations where soil improvement through subsoiling, bedding, or other techniques may be useful to improve site productivity, planting access and vegetation control are the major focus of most site preparation programs. A very effective site preparation technique is the combination of a chemical application followed by fire. This combination achieves the double objective of vegetation control and planting access. The use of herbicides and fire for site preparation during the establishment of pine plantations has been increasing in the southeastern United States in the last 10 years and approximately 50% of all site preparation is now done using chemicals (Du Bois et al. 1997). There are a number of chemicals used in forestry site preparation (Table 1) Most of them are both soil and foliar active, that is, they are absorbed into the plant through both the leaves and the roots.

Herbicides listed in Table 1 are often used together to provide more effective weed control. The most effect combinations are synergetic requiring lower rates of both chemicals. These combinations are mixed in the tank prior to application. The most effective of these "tank mixes" are: (1) glyphosate and imazapyr, and (2) picloram and triclopyr. In both cases the mode of action of each chemical complements the other. Glyphosate and imazapyr, for example, block the biosynthesis of different amino acids. In addition, glyphosate causes leaves to turn brown which facilitates burning. Imazapyr does not brown leaves, but has soil activity and longer residual effect.

Application methods used for site preparation are highly variable and include liquid and solid formulations, aerial, machine, and hand application. Liquid foliar sprays are the most common by far. Helicopters are one of the most effective methods of forestry site preparation. They are a highly efficient application tool particularly on uneven terrain with

irregular boundaries, and can make precise applications when streams, adjacent property, and dense vegetation complicate the application. Even so, many applications are made with ground machines, usually converted skidders and farm tractors. Backpack sprayers are rarely used for site preparation because of the normally large volumes of application material. The one exception is Hexazinone which can be soil applied in a "spot grid" pattern using a backpack crew.

Table 1 - Characteristics of herbicides Commonly Used for Forestry Site Preparation

imazapyr	
Trade names:	Arsenal, Chopper
Utilization:	Used primarily for conifer establishment. May be used prior to hardwood establishment if planting done at least 6 months after application.
Activity:	Absorbed through both roots and leaves, translocated in both phloem and xylem, inhibits the synthesis of an essential plant amino acid.
Application:	Labeled site preparation application rates[1] range from 0.9 kg ae/ha to 1.3 kg ae/ha. Applied as a liquid spray to active green vegetation using helicopters, machine, or hand held sprayers. A surfactant is normally used to improve leaf uptake.
glyphosate	
Trade names:	Roundup, Accord
Utilization:	Wide application in both hardwood and conifer site preparation.
Activity:	Absorbed through leaves only, no soil activity, translocated through both phloem and xylem, inhibits the synthesis of an essential plant amino acid.
Application:	Labeled site preparation rates range from 1.7 to 8.4 kg ae/ha. Applied as a liquid spray to active green vegetation using helicopters, machine, or hand held sprayers. A surfactant is used to improve leaf uptake
hexazinone	
Trade names:	Velpar, Pronone
Utilization:	Conifer site preparation
Activity:	Absorbed through the root system only, translocated through the xylem (unidirectional translocation), inhibits photosynthesis.
Application:	Labeled site preparation rates range from 2.25 kg ai/ha to 6.75 kg ai/ha. Applied as either liquid or granular formulations in the spring during leaf out of deciduous trees. Liquid forms may be spot or broadcast applied. Granular forms are broadcast applied using aerial, ground machine, or manual methods.
picloram	
Trade names:	Tordon
Utilization:	Used primarily for conifer establishment. May be used prior to hardwood establishment if planting done at least 6 months after application.
Activity:	Absorbed through both roots and leaves, translocated in both phloem and xylem, acts a growth stimulator resulting in disorganized tissue formation.
Application:	Labeled site preparation application rates range from 0.56 kg ae/ha to 2.24 kg ae/ha. Applied as a liquid spray to active green vegetation using helicopters, machine, or hand held sprayers.
triclopyr	
Trade names:	Garlon
Utilization:	Used primarily for conifer establishment, usually in combination with Picloram.
Activity:	Absorbed through leaves, very little soil activity, translocated in both phloem and xylem, acts as a growth stimulator resulting in disorganized tissue formation.
Application:	Labeled site preparation rates vary from 6.7 kg ae/ha to 10.1 kg ae/ha. Applied as a liquid spray to active green vegetation using helicopters, ground machines, or hand held sprayers.

(1) Labeled rates for the United States.

Figure 2 - Skidders can be modified with a variety of herbicide application arrangements such as the manifold sprayer shown here.

Herbaceous weed control

The term "herbaceous weed control" refers to the control of weeds during the first 12 months after planting. Usually these are grasses, forbs, and other non-woody vegetation that compete with tree seedlings during the establishment phase of regeneration. During this period competition for moisture and nutrients may be intense. The most important limiting factor appears to be moisture. Root volume growth during the first year after planting has been correlated to soil moisture levels as influenced by weed control (Lockaby et al. 1988, Nelson et al. 1981). Although nutrients can be limiting for young seedlings, the shallow root system of young pine make them particularly sensitive to weed driven moisture competition in the upper soil horizons.

There are a variety of chemicals that have shown to be effective for herbaceous weed control in plantations (Table 2). Both pre- and postemergent technologies are used depending upon the crop species and competition situation. The most difficult obstacle when developing a herbaceous weed control program is the use of a chemical and application technique that achieves crop selectivity. Herbaceous weed control strategies must be based on the careful utilization of physiological, morphological, or physical selectivity. Many herbicides achieve selectivity through various means. Oxyfluorfen, for example, is a preemergent herbaceous weed control chemical commonly used for post-planting weed control in Brazil. It is essentially a contact chemical that does not translocate well and is not taken up by roots. In addition, the waxy cuticle of pine and Eucalyptus seedlings provide a partial barrier to chemical penetration. The waxy cuticle and narrow leaf form are the basis for much of the herbicide selectivity associated with conifers.

Table 2 - Chemicals commonly used for herbaceous weed control

Atrazine	
Trade names:	Atrazine, Aatrex, others
Utilization:	Pre- and early postemergent applications in hardwood and conifer plantations
Activity:	Absorbed through the root systems, very limited foliar uptake, translocated through the xylem only, inhibits photosynthesis
Application:	Labeled herbaceous weed control rates are 2.25 kg ae/ha to 4.5 kg ae/ha. Applied as a liquid spray over the top of recently planted conifers or deciduous hardwood trees prior to leaf expansion in the spring.

Continue...

Table 2, cont.

Fluazafop-p-butyl	
Trade names:	Fusilade
Utilization:	Postemergent grass control in hardwood and conifer plantations.
Activity:	Absorbed through leaf surfaces, no soil uptake, translocated through the xylem and phloem, disrupts cellular membrane integrity.
Application:	Labeled rates are ..11 kg ai/ha to .43 kg ai/ ha. Applied as a liquid spray with a surfactant or crop oil concentrate to active green foliage using a tractor mounted or backpack sprayer. Very limited activity on broadleaved weeds.
glyphosate	
Trade names:	Roundup, Accord
Utilization:	Postemergent weed control as a directed spray in conifer and hardwood plantations. Limited utility for over-the-top applications in conifers.
Activity:	Absorbed through leaves only, no soil activity, translocated through both phloem and xylem, inhibits the synthesis of an essential plant amino acid.
Application:	Used as a 1 to 2% solution when directed. Applied with a surfactant to active green vegetation.
haloxyfop	
Trade Name:	Verdict, Gallant
Utilization:	Postemergent grass control in conifer and hardwood plantations in Brazil.
Activity:	Absorbed only through the leaves, translocated through the xylem and phloem, inhibits cell division in meristematic regions.
Application:	Recommended rates for grass control range from 0.06 to 0.56 kg ae/ha. Applied as a liquid spray for grass control. Broadleaves, sedges, and woody plants highly resistant.
hexazinone	
Trade names:	Velpar, Pronone
Utilization:	Pre- and early postemergent applications in conifer plantations.
Activity:	Absorbed through the root system only, translocated through the xylem (unidirectional translocation), inhibits photosynthesis.
Application:	Labeled rates range from 1.12 kg ai/ha to 2.25 kg ai/ha. Applied as either liquid or granular formulations over-the-top of pine seedlings. Lower rates mean that weed control is limited to pre- and early postemergent situations.
imazapyr	
Trade name:	Arsenal
Utilization:	Pre- and early postemergent applications in conifer plantations.
Activity:	Absorbed through both roots and leaves, translocated in both phloem and xylem, inhibits the synthesis of an essential plant amino acid.
Application:	Labeled rates range from 0.21 kg ae/ha ai to 0.35 kg ae/ha. Applied with a surfactant as a liquid spray over-the-top of pine seedlings in a pre- and early postemergent situation.
oxyfluorfen	
Trade name:	Goal
Utilization:	Pre- and early post emergent weed control in hardwood and conifer plantations.

Continue...

Table 2, cont.

Activity:	a contact herbicide absorbed through young roots and leaves, does not readily translocate in the plant, causes disruption of cell membranes.
Application:	Rates range from 0.45 kg ai/ha to 2.24 kg ai/ha. Applied as a liquid spray after planting and over-the-top of Eucalyptus and other hardwoods, as well as conifers.
pendimethalin	
Trade name:	Pendulum
Utilization:	Pre- and early postemergent weed control in hardwood plantations.
Activity:	Limited uptake and translocation by both shoots and roots, inhibits cell division and elongation.
Application:	Rates vary from 0.2 kg ai/ha to 2.25 kg ai/ha. Applied as a liquid spray after planting and over-the-top of hardwoods and conifers.
sethoxydim	
Trade names:	Poast, Vantage
Utilization:	Postemergent control of grasses in hardwood and conifer plantations
Activity:	Foliar uptake and readily translocated in both the xylem and phloem, inhibits cell membrane function and growth.
Application:	Applied at 0.52 kg ai/ha as a liquid spray with a surfactant or crop oil concentrate to active green foliage using a tractor mounted or backpack sprayer. Very limited activity on broadleaved weeds.
simazine	
Trade name:	Princep, Herbadox
Utilization:	Pre- and early postemergent weed control in conifer and hardwood plantations. Limited availability in North America
Activity:	Absorbed by the root system and translocated in the xylem, inhibits photosynthesis.
Application:	Rates vary from 2.2 to 4.4 kg/ha ai. Applied as a liquid spray to bare ground or germinating weeds using a tractor mounted or backpack sprayer.
sulfometuron	
Trade name:	Oust
Utilization:	Pre- and early postemergent weed control in conifer and hardwood plantations. Some species, particularly Eucalyptus are sensitive to sulfometuron.
Activity:	Absorbed by both roots and shoots, translocated in the phloem and xylem, stops or inhibits cell growth in shoot and root tips.
Application:	Used as a liquid spray over-the-top in conifer plantations at rates of 0.11 to 0.31 kg ai/ha. Applied to dormant deciduous hardwoods in early spring at rates of 0.05 to 0.11 kg ai/ha.
terbacil	
Trade name:	Sinbar
Utilization:	Pre- and early postemergent weed control in hardwood plantations.
Activity:	Taken up mostly by roots with limited foliar absorption, translocated primarily in the xylem, inhibits photosynthesis.
Application:	Applied as a liquid spray to dormant deciduous hardwoods or recently planted cuttings at 0.9 to 1.8 kg ai/ha.

A number of "tank-mixes" are used for herbaceous weed control. As in the case of site preparation applications, the best mixes are those that complement each other on the spectrum of weeds controlled and their respective herbicidal properties. The following are the more commonly used mixes in conifer plantations:

sulfometuron and atrazine
sulfometuron and hexazinone
sulfometuron and glyphosate
sulfometuron and imazapyr

Applications in bands of 1.0 to 1.5 meters in width along the planting row is generally considered the most cost effective method of herbaceous weed control (Miller and Mitchell 1988). Liquid applications can be made with machine mounted or backpack sprayers. Application accuracy and calibration are important components of a herbaceous weed control program. Because crop species selectivity is frequently based on a balance of species characteristics and herbicidal properties, poor application methodologies can cause significant harm to the crop or result in ineffective weed control. Ground speed is particularly important to insure accuracy in both machine and manual application methods. Small shifts in ground speed can mean major changes in application rates. The height of the spray nozzle is important as it determines the band width and therefore application rates per hectare. The nozzle configuration is important for maintaining crop safety. Nozzles that overlap the planting row can cause the application rate to double directly above the crop tree. Certainly, factors such as blocked nozzles, improperly spaced nozzles, and leaking hoses can affect application accuracy. The margin for error in herbaceous weed control is less than other forestry weed control situations.

Post-regeneration weed control

Herbicides are often used for control of unwanted vegetation in plantations well after the initial regeneration phase. In this case the crop species is competing against other woody vegetation. The intensity of this competition depends upon the type and amount of competition existing on the site prior to planting, the type of site preparation, weed species pressure from outside the plantations and length of the rotation. In the southeastern U.S., "release" treatments are common during year 3 to year 6 of a conifer plantation. Chemicals with reasonable selectivity for conifers, such as imazapyr and hexazinone, are broadcast applied over a plantation usually from the air. Table 3, outlines those chemicals commonly used for release work and their method of application.

Table 3 - Chemicals, selectivity, and application methods of herbicides used for weed control in established stands

Chemical	Conifer Selectivity	Application Methods
Imazapyr	High	Aerial broadcast, backpack directed foliar spray, backpack directed stem application (streamlining), and injection
Hexazinone	Medium	Aerial broadcast, backpack soil spot applications
Triclopyr	Low	Backpack stem applications, injections
Glyphosate	Low	Directed foliar sprays, injection

Figure 3 - Streamline applications can be used to control small diameter trees.

There are a variety of application methods possible in release work. Broadcast applications are useful only if the crop species is tolerant to the chemical. There are a number of techniques, however, where the chemical may be directed to a specific individual woody weed. Streamlining, for example, is a technique whereby single streams of chemical are applied to the individual stems of woody weeds at about 20 to 80 cm above the ground. This method is effective only on smaller stems of 1 to 8 cm in diameter. Triclopyr and imazapyr are the chemicals most commonly used for streamlining and are mixed with a penetrant oil that carries the herbicide to the site of activity and translocation in cambium and phloem. Injection refers to the actual scarring of the tree stem with a machete or hand axe and a specified amount of chemical applied directly to the would, again with the intent to place in the phloem and xylem. Chemicals translocated only in the xylem are not suitable for stem applications. While effective, individual stem applications can be costly if the number of stems treated per unit of area is high.

Release work in hardwood plantations is complicated by the fact there are few truly selective chemicals that can be broadcast applied without harming the crop species. For the most part, chemical release work in hardwood plantations must depend upon directed stem and foliar applications to protect the crop. Usually, chemicals with no soil activity, such as glyphosate and triclopyr are the most appropriate. Another key concept in reducing woody plant competition in hardwood plantations is to remove all potential competitors at the time of site preparation. Intensive site preparation, whether mechanical or chemical usually results in a greatly reduced population of woody plants that become weeds or produce offspring. In this case, a good offense is an effective defense.

The use of fire as a vegetation management tool

Prescribed burning is commonly used as an integral part of a chemical weed control program. Whether used for site preparation or release, fire used in conjunction with herbicides is a valuable tool for weed control. Fire is a natural part of many ecosystems throughout the world. Most conifer forests, whether, boreal, temperate, or tropical, normally owe their existence to the regular and often catastrophic occurrence of fire. In addition, most savannas and semi-arid forest lands, including those in Brazil, are routinely subjected to fire. In the southeastern U.S., for example, the longleaf, slash, and loblolly pine (*Pinus palustris, elliottii*, and *taeda*, respectively) ecosystems that dominate the landscape, are all fire dependent. Natural wildfires, whether lightning or human originated have contributed to the establishment and maintenance of these conifer ecosystems for eons. Fire is today considered an integral part of forest management, both in natural and planted stands.

Figure 4 - Prescribed burning is a cost effective technique for controlling small diameter trees and to reduce fire hazard.

Prescribed burning is used in pine silviculture for site preparation and release. Fire is perhaps the most cost effective tool to improve planting access after harvesting. Under the correct conditions and when properly conducted, fire can quickly reduce planting slash to ashes which effectively cleans the planting site and releases many important plant nutrients. Site preparation burns are frequently done by helicopter, dropping pre-ignited fuels in a grid or strip pattern across the area to be burned. This method is particularly useful in large areas or where access and terrain makes manual burning too difficult. The weed control benefits of site preparation burns are marginal. Although some smaller woody competitors and even seeds are killed, these fires only temporarily suppress the weed pressure.

The primary objectives of prescribed fire in established plantations are (1) fuel reduction, (2) competition control and (3) improved access. While fuel reduction is probably the most important benefit of regular prescribed burns, hardwood suppression and control is also important. Woody plants of less than 10 cm can be killed by a prescribed burn while larger trees are girdled. Backfires and strip headfires are the most common methods for release work in plantations because they travel slow and are generally considered safer fires. In addition, slower fires achieve better weed control as lethal temperatures are held for longer periods of time resulting in more cambium and root damage to susceptible hardwoods. Young conifers are also sensitive to fire and must develop the bark thickness and height necessary for protection. In the southeastern U.S. this is usually at about 8 to 10 years after planting. Thereafter, release fires are done on intervals of 3 to 5 years.

Prescribed burning should be considered a job requiring both skill and planning. In many places the proximity of human habitations makes smoke and smoke management an issue. Moreover, fire always carries an inherent risk of danger to the user in those rare circumstances where a prescribed burn turns into a wildfire. Not only is there an element of human risk, a fire improperly executed can be environmentally destructive. Extremely hot fires are to be avoided whenever possible. This is for both site preparation and release burns. Such fires destroy the important organic matter layers of the soil, possibly impacting site productivity. Volatilization of nitrogen is also an issue and frequent burning intervals may decrease site productivity for nitrogen deficient sites. Both organic matter and nitrogen loss are serious considerations when evaluating the potential use of fire as a silvicultural too.

Environmental Impact of Chemical Vegetation Management

Potential impact on fauna

Forestry herbicides are generally very low in mammalian and fish toxicity and do not pose a direct threat to wildlife. Table 4 presents the LD50, LC50, environmental

half-life, and leaching potential of key herbicides. Even though the toxicity of these chemicals is generally low, there are exceptions, however, like oxyfluorfen, which is highly toxic to fish and aquatic organisms. Obviously, the applicator must be aware of these characteristics if the material is to used in a safe manner. These materials are also biodegradable in that the longest half-life is 63 days. Not only do herbicides represent a very low toxicity hazard, but they also decompose and do not accumulate in the environment. In terms of direct toxicity to wildlife, forestry herbicides pose a minimal risk.

The biggest effect of chemical weed control on wildlife populations is not through direct toxicity but rather habitat modification. Intensively managed plantations are frequently devoid of the diversity and presence of species that can be used for forage and shelter for animals. Weeding programs, whether chemical or mechanical, have the elimination of unwanted vegetation as their objective. The removal of this vegetation undoubtedly impacts a wide variety of fauna that might otherwise use plantations as their habitat.

Water quality protection

One of the most critical areas where forestry herbicides have the potential for a negative environmental impact are applications made close to streams, rivers, and lakes. There are some herbicides, glyphosate and imazapyr, for example, that are actually labeled for wetlands and bodies of water. These chemicals are safe to use near bodies of water as long as the recommended application rates are not exceeded. Label contents can vary between location, however, and what is allowed in one state or country may not be in another.

Table 4 - Toxicity and half-life and leaching potential of common forestry herbicides

Name	LD 50 (mg/kg)	LC50 (mg/l)	Half-life (days)	Leaching Potential
atrazine	3,080	4.5	49	High
fluazafop	4,096	5.4	21	Low
glyphosate	5,600	86	61	Very Low
haloxyfop	599	0.2	55	Medium
hexazinone	1,690	274	30	High
imazapyr	5,000	100	27	Medium - High
oxyfluorfen	5,000	0.2	35	Very Low
picloram	8,200	19.3	63	High
pendimethalin	1,200	138	90	Low
sethoxydim	2,676	170	11	Low
simazine	5,000	2.8	44	High
sulfometuron	5,000	12.5	10	Medium

Figure 5 - An SMZ is a protected strip of forest along water courses where harvesting and site preparation are not allowed.

One of the favored methods to ensure water quality is the use of streamside management zones or SMZs. These are strips of natural vegetation left untreated around perennial streams and lakes. Usually these strips are defined at the time of harvest and site preparation. Although selective harvesting of high value individuals may occur in an SMZ, site preparation is not allowed. The width of the strip depends upon the size of the stream, keeping in mind the basic objective of maintaining water quality. SMZs keep applicators away from streams and act as a filter to overland flow and aerial drift. Usually a minimum width of 10 meters is recommended. The characteristics of the soil and herbicide used also affect the width of the SMZ. A readily soluble chemical such as hexazinone applied to a sandy soil may require wider strips than what would otherwise be used. Application methods also affect SMZ width as aerial applications must have wider buffers than do machine or hand applications. It is possible, also, that some herbicides may be used inside the SMZ if applied by hand to individual stems.

The determination of the correct width for an SMZ is a complex task. The stream width, soil type, chemical characteristics, and method of application may influence the manager's definition of an SMZ. Most states in the U.S. have left the establishment of SMZs to the professional in the field. It is up to the trained forester to assess the situation and match the various interacting factors affecting herbicide movement. Current regulatory philosophy holds this flexibility as the best option for maintaining stream integrity, which is the ultimate goal.

Future Research Directions

It does not appear probable at this time that the development of new chemistries for weed control in forest plantations will be a high priority for herbicide manufacturers. The relative market share of forestry plantations is very small when compared to agriculture while at the same the cost of developing a new product is extremely high. It is estimated that to discover, test, label, promote, and sell a new herbicide in the U.S. will cost about $50 million. Much of these expenses are associated with the voluminous environmental fate studies that need to be done to label a forestry herbicide. Therefore, if new chemistries are few and far between, then weed science research should concentrate on learning how to better use existing chemicals.

There are a number of methods that herbicide effectiveness can be improved. Surfactant chemistry, slow release formulations, and tank mixes are several areas of potentially productive research. Application technologies may also be explored such as electrostatic spraying, improved nozzle configuration, and the use of injection systems that mix herbicides as they are sprayed. And although herbicides specific to forestry may not be a high priority with chemical companies, manufacturers are routinely searching for better agricultural chemicals. We in forestry must keep aware of these

chemistries as they develop and ensure they are tested for our conditions. Oxyfluorfen is a good example of a product developed for the agricultural market that was found to be very effective in a forestry context. Research has shown that individual herbicide selectivity is very species dependent, varying even between species within a given genus. Slash pine, for example, is more sensitive to imazapyr than is loblolly and the timing and rate of applications must be adjusted accordingly. The possible combinations of species and herbicides that can be tested is formidable. Selectivity data is particularly lacking for hardwood species.

A second area of research that needs to be pursued is the interaction between herbicides and silvicultural practices. Plantation establishment should be viewed as an integrated process whereby no single event is separate and unique with each influencing and interacting with the other. Recent research has shown that seedling size has a large impact on initial survival and growth (South et al. 1995). Larger diameter slash pine seedlings with no weed control can actually outperform smaller seedlings with weed control (Shrock 1994). This concept may be extended to other silvicultural practices as well. For example, can depth of planting affect seedling sensitivity to a specific chemical? How much does the shift to "minium cultivation" affect herbicide efficiencies? These and other areas of herbicide/silviculture interaction need to be explored if the full potential of our current chemistries are to be realized.

A final area of future research relates to the use of herbicide resistant genotypes for plantation establishment. It would appear this has a great deal of potential in Brazil. Glyphosate resistant agricultural crops are already on the market in many countries, a product of the new science of biotechnology and gene manipulation. Surely, glyphosate resistant trees are not far behind. Given its lead in clonal Eucalyptus forestry and ability to propagate a single genotype over large areas, Brazil could implement a large scale glyphosate resistant planting program relatively easily. However, there are serious obstacles to this program, other than the biotechnology component. Ensuring environmental safety is a key issue that must be overcome. Any herbicide resistant genotypes planted to the field will probably be required to be sterile. Another strategy is to have a biochemical switch (a promoter gene) so that resistance is initiated only after exposure to some specific chemical key, a key that would have to be applied by forest managers. However the science develops, biotechnology appears to loom on the horizon as a major influence on the practice of weed control in intensively managed plantations.

Literature Cited

Carter, G.A., J.H. Miller, D.E. Davis, and R.M. Patterson. 1983. Effect of vegetation competition on the moisture and nutrient status of loblolly pine. Can. J. For Res. V 14:1-9.

Creighton, J.L., Br. Zutter, G.R Glover, and D.H Gjerstad. 1987. Planted pine growth and survival responses to herbaceous vegetation control, treatment duration, and herbicide application technique. South. J. Appl. Forestry 11(4):223-227.

Duryea, M.L., and P.M. Dougherty. 1991. Forest Regeneration Manual. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.

Dubois, M.R., K.L. Mc Nabb, and T.J. Straka. (In press). Costs and cost trends for forestry practices in the south. Forest Farmer 31st Manual Edition. Forest Farmers Association. Atlanta, GA.

Evans, J. 1992. **Plantation Forestry in the Tropics**. Clarendon Press, Oxford.

Fitzgerald, C.H., R.F. Richards, C.W. Selden, and J.T. May. 1975. Three year effects of herbaceous weed control in a sycamore plantation. Weed Sci. 23(1):32-35.

Glover, G.R., J.L. Creighton, and D.H. Gjerstad. 1989. Herbaceous weed control increases loblolly pine growth. J. of Forestry V.87(2):47-50.

Glover, G.R. and D.F. Dickens. 1985. Impact of competing vegetation on yield of the southern pines. Georgia Forestry Commission, Macon, Ga. Res. Pap. N.59. 14p.

Lockaby, G.G., J.M. Slay, J.C. Adams, and C.G. Virdine. 1988. Site preparation influences on below ground competing vegetation and loblolly pine seedling growth. New Forests 2:131-138.

Mc Nabb, K.M., D.B. South, and R.J. Mitchell. 1995. Weed management systems for forest nurseries and woodlands. Chapter 16 *In* **Handbook of Weed Management Systems**, A.E. Smith, Ed. Marcel Dekker Inc. New York. pp.667-711.

Miller, J.H., B.R. Zutter, S.M. Zedaker, M.B. Edwards, and R.A. Newbold. 1995. A regional framework of early growth response for loblolly pine relative to herbaceous, woody, and complete competition control: the COMProject. U.S.D.A. Forest Service South. For. Exp. Sta. Gen. Tech. Report SO-117.

Miller, J.H. 1990. Streamline basal application of herbicide for small-stem hardwood control. South. J. For. 14:161-165.

Miller, J.H. 1987. The use of herbicides in hardwood forestry. In Proceedings fifteenth annual hardwood symposium of the hardwood research council: applying the latest research to hardwood problems: 1987 May 10-12: Memphis, TN. Broomall, PA: U.S.D.A. For. Serv. Northeastern Area State and Private Forestry: 31-52.

Miller, J.H. and R.J. Mitchell. 1988. A Manual on Ground Applications of Forestry Herbicides. U.S.D.A. Forest Service Southern Forest Experiment Station, Atlanta, GA. Mgt. Bull. R8-MB 21.

Moulton, R.J., F. Lockhart, and J.D. Snellgrove. 1996. Tree planting in the United States 1995. U.S.D.A. Forest Service. State and Private Forestry, Cooperative Forestry, Washington, D.C.

Nelson, L.R., R.C. Pendersen, L.L. Autry, S. Dudley, and J.D. Walstad. 1981. Impacts of herbaceous weeds in young loblolly pine plantations. South. J. Appl. Forestry 5:153-158.

Shrock, P.D. 1994. Integration of seedling quality with silvicultural practices to improve seedling establishment and growth. M.S. Thesis, Auburn University, Auburn, AL.

South, D.B., J.B. Zwolinski, and H.L. Allen. 1995. Economic returns from enhancing loblolly pine establishment on two upland sites: Effects of seedling grade, fertilization, hexazinone, and intensive soil cultivation. New Forests 10:239-256.

Swann, D.E., 1993. South America: The promise and the problems. International Papermaker. August 1993. pp23-31.

Wade, D.D. and J.D. Lunsford. 1988. A guide for prescribed fire in southern forests. U.S.D.A. Forest Service Southern Region, Atlanta, GA. Tech. Publ. R8-TP 11. Wood Resources International Ltd. 1995. Forest resources and forestry practices of selected world regions. Sub-study series 1b of the Sustainable Paper Cycle report to the International Institute for Environment and Development. pp.13-19.

Zutter, B.R. L.R. Nelson, P.J. Minogue, and D.H. Gjerstad. 1987. Hardwood plantation growth following weed control using herbicides and cultivation. South. J. of Appl. Forestry 11(3):134-138.

BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS IN REFORESTATION AREAS

Raj Prasad*

*Pacific Forestry Centre, Canadian Forest Service, Victoria, B.C. Canada V8Z 1M5,
E_mail: <rprasad@pfc.forestry.ca>

ABSTRACT - Unwanted vegetation (weeds) in reforested areas interfere with productivity of the crop species and reduce the yield and quality of the produce. Even though chemical herbicides are used to reduce competition and interference by forest weeds, growing political and environmental concerns have necessitated the search for alternative methods. Biological control (use of sheep, natural herbicides, allelopathy and bioherbicides) offers great promise but no successful bioagent is currently available to replace the herbicide option. A new bioherbicide approach is being experimented; the merits and demerits of this method together with the special features of forests weeds are discussed.

Introduction

There is a great need to afforest new plantation areas in order to meet the growing needs of wood supply in the 21st century. Demand for wood products keep on rising and the land area for afforestation is shrinking. Therefore, intensive silviculture is needed to meet the rising demands for wood products. In new reforestation areas, competing vegetation (weeds) or unwanted vegetation, interfere with the productivity of the forests and must be controlled intelligently in order to meet the objectives of the plantation (Wallstad & Kuch 1987). The competing vegetation, not only reduces the yield but also increases the rotation cycle and production costs of the conifer plantations. Of the various methods of forest weed control, chemical herbicides are rated as the most efficacious and cost-effective tool (Sundaram and Prasad 1984). However, owing to growing environmental concerns and opposition by the public, chemical herbicides are gradually being phased out of forestry in USA, Canada, Sweden and newer ecologically-acceptable and environmental-benigh methods such as biological control are being tested (Dorworth 1990, Wall 1994, Prasad 1996).

Characteristics of forest weeds

Forest weeds are different from agricultural weeds in that they are woody perennials, often trees like aspen (*Populus tremuloides Michx*) *birch (Betula papyrifera,* L.)

red alder (*Alnus rubrum* Bong) speckled alder (*Alnus incana* Moench) bigleaf maple (*Acer macrophyllum* Pursh) and smaller shrubs and forbs (Table 1). They have extensive root and shoot systems or thick glabrous leaves as in salal (*Gaultheria shallon* Pursh.) and need special management techniques e.g. aerial application of chemical herbicides for control.

Table 1. Major weed species competing with commercial forest trees in Canada and forest regions where they predominate

Species	Regions of major impact
Acer macrophyllum Pursh. Big leaf maple	Coastal British Columbia
Acer rubrum L. Red maple	Ontario, Quebec, Maritimes
Acer spicatum Lam. Mountain maple	Ontario, Quebec, Maritimes
Alnus incana (L.) Moench. Speckled alder	Transcontinental
Alnus rubra Bong. Red alder	Coastal British Columbia
Calamagrostis canadensis (Michx.) Beavu. Bluejoint	Alberta, Interior British Columbia
Corylus cornuta Marsh. Hazel	Interior British Columbia to Quebec
Epilobium angustifolium L. Fireweed	Transcontinental
Gaultheria shallon Pursh. Salal	Coastal British Columbia
Kalmia angustifolia L. Sheep laurel	Maritimes, Newfoundland
Populus tremuloides Michx. Aspen	Transcontinental
Prunus pensylvanica L. f. Pin cherry	Ontario, Quebec, Maritimes
Peridium aquilinum (L.) Kuhn Bracken fern	Transcontinental
Ribes spp. Currants and gooseberries	British Columbia, Ontario, Quebec, Maritimes
Rubus idaeus L. Raspberry	Ontario, Quebec, Maritimes
Rubus parviflorus Nutt. Thimbleberry	British Columbia
Rubus spectabilis Pursh. Salmonberry	Coastal British Columbia
Salix spp. Willows	Transcontinental
Sambucus spp. Elderberries	Transcontinental

Biocontrol alternatives in forestry

Recently, as a result of these concerns, there has been a flurry of activities in the biocontrol of forest weeds and these can be grouped in four categories:

1. **Allelopathy**: is the phenomenon of suppression of growth of one plant (weed) species by a chemical exudate of another higher plant species. A classical example of this approach, often cited, is some early research done on juglone produced by the black walnut tree (*Juglans nigra* L.). This natural compound inhibited the growth of vegetation underneath the tree (Schmidt, 1988). More recently Jobidon et al. (1989a) have experimented with exudates from straw mulches of barley, oats and wheat and found strong suppression of growth of raspberries (*Rubus ideaus* L.). It was further found (Jobidon et al. 1989b) that these allelochemicals strongly inhibited nitrate reductase and nitrification in soils. However, this approach does not lend itself to large scale application in forestry and does not seem to be a practical or viable option.
2. **Natural Herbicides**: refer to some microorganisms and higher plants that produce myriads of natural compounds acting as chemical warfare agents against pests (Duke & Lydon 1987). Using natural product chemistries as the basis, new pesticides (pyrethroids) have been synthesized. Two such herbicides, bialophos (aminohydroxy-phosphovinyl-butyryl-alanine) and its chemical analog glufosinate (aminohydroxy-phosphovinyl-butyric acid) have been recently isolated and adapted as natural herbicides for control of weeds in rice, soyabean and vegetable crops in Japan and other countries (Prasad and Dixon-Warren 1992; Prasad, 1993a). These compounds were originally isolated from *Streptomyces viridochromogens* and their

chemistries were refined to confer herbicidal properties. Generally, these herbicides are used in low dosages and possess good attributes of toxicological and environmental safety. However, the limiting factor for natural herbicides is their high cost of production. Inspite of costs, recent findings by Jobidon (1991) and Prasad (1993a) show that bialophos and glufosinate can suppress perennial forest weeds without causing undue damage to conifer (*Picea glauca* Moench/Voss) crops.

3. **Animal grazing**: has been practised for years in Ireland, New Zealand, Australia, California, Canada and Sweden for controlling weeds in forests but considerable damage to conifer seedlings and soil has been recorded (Cayford 1993). Detailed field experiments carried out in British Columbia on the role of sheep in biocontrol of fire weeds (*Epilobium aungustifolium* L) bracken fern (*Pteridium aquilinum* L) and blackberry (*Rubus ursinus* L) and salal (*Gaultheria shallon* Pursh) demonstrated varying effectiveness. Browsing sheep removed significant amounts of vegetation from the vicinity of conifer seedlings (*Picea glauca*, *Picea engelmanni*) but the impact on conifer-release, soil erosion, water quality and on carnivores population remains largely unknown. Apparently some predation of sheep by grizzly bears has caused ecological problems. (Anonymous 1995; Sutherland 1987).

4. **The classical strategy**: involves introduction of an exotic biocontrol agent (insect or pathogen) to reduce the population of the target weeds. The rationale of this method is that the host weed has no built-in defense mechanisms and thus easily succumbs to the imported parasite. Although such a procedure is popular in agriculture (Batra 1980), for example in the control of opuntia, *Opuntia vulgaris* by the beetle (*Dactylopus celonicus* Green) and of skeleton weed (*Chondrilla juncea*) by the European rust (*Puccinia chondrillina* B & S) no such effective methods have been found for forest weeds. However, there are two examples which may be closely related to forestry situations: (a) the control of blackberry (*Rubus constrictus* Leferve/Meuller and *Rubus ulmifolius* Schott.) by the rust (*Phragmidium violaceum* Schultz/Winter) in Chile (Oehrens 1977). But this biocontrol resulted in reduction of honeybee production in Chile and caused concerns, (b) the control of the gorse weed (*Ulex europeus* L.) by the mite (*Tetraynchus lintearis* Dufor) in New Zealand forests. But Syrett et al (1984) cautioned that since this mite easily hybrizes with the local spotted mite, the use of this bioagent may result in a controversy. These public concerns halted the exotic introduction of weed pests.

5. **The inundative (bioherbicide) strategy**: refers to release of native parasite-predators and their improved formulation in large numbers to overwhelm the host weed species (Charudattan & Walker 1982, Hasan & Ayres 1990, Templeton 1982, Watson 1989). Generally, these biocontrol agents are specific to a host weed and can be contained within a geographic area. Thus, the mycoherbicide (bioherbicide) approach is based on deliberate use of a natural fungal pathogen to suppress the growth or reduce the population of a weed (Watson 1989). Some success has been achieved by employing plant pathogens to control agricultural weeds. Examples: (i) strangler vine has been controlled by DeVine® (*Phytophthora palmivora* L.) in citrus groves (Ridings 1986); (ii) northern-joint vetch has been controlled by Collego® (*Colletotrichum gleosporoides* f. sp. *aeschynomene*) in rice and soybeans (Templeton 1982); (iii) the aquatic weed,

water hyacinth has been suppressed by *Cercospora rodmanii* in waterways of Florida (Charudattan 1986) and (iv) Biomal® (*Colletotrichum gleosporoides* Penz var *malvae*) was recently produced in Canada for the control of annual weed, mallow (*Malva pusilla* Sm.) in agriculture by Makowski and Mortenson (1992). Unfortunately none of these products remain commercially available. No mycoherbicide for forest weeds has been commercially developed because of a narrow market and lack of research (Dorworth 1996).

The bioherbicide option

Therefore, there is a need to find a cost-effective and environmentally-acceptable method of weed control in forestry. Recently we have found a new bioherbicide strategy using a native fungus (*Chondrostereum purpureum* Fr./Pouzar) to be a potentially useful option (Wall 1990, Prasad 1992). Developed by three Dutch scientists (deJong, Scheepens and Zadoks 1990) for control of blackberry weed (*Prunus serotina* Ehr.) in conifer plantation in Holland, we have adopted, refined its formulation and patented to control hardwood weeds of North American forests. *Chondrostereum purpureum* is a basidiomycete fungus widespread in North American forests and fruit orchards and acts as a saprophyte on wounded hardwoods (aspen, poplar, alders, birches). It becomes parasitic by invading the cambium in the injured area thus killing resprouts of these perennial species. It may invade the conifer species but it has not been shown to cause any significant disease symptoms (Wall, 1990).

Chondrostereum purpureum (Cp) has been extensively researched in our laboratory and is now entering into registration and commercialization phases. Since Cp is a wound parasite and operates through cut ends, it can be integrated with manual/mechanical cleaning of hardwood weeds and thus reducing the burden of chemical herbicides. It has been applied through cut-stump and stem-girdling of red alders (Wall 1994) and in both cases found to be efficacious. Considerable research has been carried out with its formulation development (Prasad 1993b, Prasad 1994, Prasad 1995) and recently we obtained a U.S. Patent from the Patent Office, Washington, D.C. (Wall, Prasad & Sela 1996)[1]. Extensive field trials have been conducted all across Canada and the results are very promising. As is evident from Table 2, the mycoherbicide appears more efficacious under moist conditions (lowland site with a streamflow) than at upland and dry sites where relative humidity is low. This is generally true with many other fungal pathogens (Dimock & Baker 1951; Quimby and Boyette, 1987).

Table 2. Efficacy of a *Chondrostereum purpureum* formulation on red alder (*Alnus rubra*) stump regrowth and infection under field conditions two years after treatment

Site	Treatment	Sprouts/ stump	Height/ sprout	Area of stumps covered by basidiocarps[1]
		(number)	(cm)	(%)
	Control	1.80 a	14.6 a	7.4 a
Moist (Lowland)	Treated	0 b	7.8 b	43.2 b
	Control	2.81 c	21.5 c	1.8 c
Upland (Dry)	Treated	1.05 d	11.3 d	21.3 d

[1] Treatments statistically analysed. Means in the same column followed by the same letter are not statistically different (<0.05) according to Duncan Multiple Range Test.

Discussion, conclusions and future prospects

Weeds or unwanted vegetation, in cutover area or reforestation areas, are competitive with the forest crop species

[1] R. Wall, R. Prasad and E. Sela. 1996. Biological control of weed trees. U.S. Patent #5,487,150. Office of U.S. Patents, Washington, D.C.

and must be managed intelligently to raise the productivity and quality of the produce. Of the several options for control, such as mechanical, incendiary and chemical methods, probably the herbicide option is the most efficient and cost-effective. But repeated use of chemical herbicides in forests are likely to pose public concern and opposition and therefore research must be carried to seek or research alternate methods. Amongst the experimental options available, it seems the bioherbicide approach (for the control of forest weeds by pathogens and their products), is gaining momentum and offers an attractive alternative (Prasad 1996). Some of these tools can be integrated with existing methods e.g. after manual cutting of weeds, the mycoherbicide (Cp) can be applied to cut ends or stumps of hardwoods to prevent resprouting. Thus it would reduce the input of chemical herbicide in the environment and yet it is fully compatible with the existing vegetation management practice. However, there is considerable variability in the microorganisms and host (Hasan & Ayres 1990) and much research needs to be done before their mode-of-action can be elucidated. Also considerable research needs to be done on formulation and application technology of the organisms; they are living entities and their germination, infectivity and efficacy depend upon environmental factors (light, temperature, relative humidity). As stated earlier, there is not yet a single mycoherbicide available for tropical or temperate forestry but research is underway to produce one.

Some desirable attributes of bioherbicides

Bioherbicides must be able to grow readily on artificial culture media, produce abundant and durable propagules or other reproductive structures (spores). They must be able to readily infect its target host under a variety of environmental conditions and suppress competition within a short period of time. Such products should also possess a reasonably long storage (shelf) life and be easily compatible with ingredients of tank-mixes. The bioherbicides should be such that can be easily adopted to common application technology and must be cost-effective in order to compete with chemical herbicides (Hess 1992, Prasad 1992). Finally, the product should not cause undue damage to environment and other cultivated crops. Very few pathogens approach these ideals and so constant research is needed to modify their performance. It seems reasonable to speculate that bioherbicides are likely to succeed in a forest environment where shade and high humidity conditions prevail or dominate. Therefore, it is possible that moist tropical forests may provide a good reservoir of native organisms to search for development of bioherbicides. Lastly, bioherbicides should not be viewed as a total replacement of chemical herbicides but rather as complimentary tactics in integrated weed management systems (Watson 1989). For example, combination of systemic chemical herbicides with bioherbicides may be more effective (Templeton 1990; Watson 1989) in controlling woody perennial weeds than with either of these methods alone.

References

Anonymous. 1995. Interim guidelines for the use of domestic sheep for vegetation management in British Columbia. Report to B.C. Ministry of Forests, Victoria, 28p.

Batra, S.W.T. 1980. Biological control of weeds: Principles and prospects. In "Biol. Control in Crop Production." BARC Symp. 5, edit G.C. Papavizas; Allan & Osmun Publ. Md. p.45-49.

Cayford, J. 1993. Sheep grazing and weed biocontrol in forestry. Forestry Chronicle 69(1):27.

Charudattan, R. 1986. Integrated weed control of water hyacinth with a pathogen. Weed Science Suppl. 1:26-30.

Charudattan, R. and Walker, H.L. 1982. Regulation of microbial agents. In "Biol. Control of Weeds with Plant Pathogens". pp.175-188. New York, John Wiley & Sons.

DeJong, M.D., Scheepens, P.C. and Zadoks, J.C. 1990. Risk analysis for biological control: a Dutch case study in biocontrol of Prunus serotina by the fungus Chondrostereum purpureum. Plant Disease Reports 74:189-184.

Dimock, A.W. and Baker, K.F. 1951. Effects of climate and disease development injuriousness and fungicidal control as exemplified by snapdragon rust. Phytopathology 41:536-552.

Dorworth, C. 1990. Alternatives to chemical control of weeds. In "Proc. Intl. Conference" pp. 116-119 ed. J. Bassett. FRI-Rotorua, N.Z. Bull. 155.

Dukes, S. and Lydon, J. 1987. Herbicides from natural compounds as herbicides. Weed Technology 1:122-128.

Hasan, S. and Ayres, P.G. 1990. The control of weeds through fungi: principles and prospectus. New Phytologist 115:201-222.

Hess, F.D. 1992. Bioherbicides: an industrial perspective. Plant Protection Quarterly Journal 7(4):171.

Jobidon, R. 1991. Potential use of bialophos - a microbially produced phytotoxin to control raspberry in forest plantations and its effects on black spruce. Canadian Journal of Forest Research 21(4):489-497.

Jobidon, R., Thibault, J.R. and Fortin, J.A. 1989. Phytotoxin effects of barley, oats and wheat straw mulches in eastern Quebec forest plantation. Forest Ecology and Management 29:277-294.

Makowski, R.D. and Mortensen, K. 1992. The first mycoherbicide in Canada: Colletotrichum gleosporoides var malvae for round-leaf mallow control. In "Proc. 1st International Weed Control Congress pp. 298-300. Edit. R.G. Richardson, Weed Science Society of Victoria Inc. Melbourne, Australia.

Oehrens, E. 1977. Biological control of the blackberry through introduction of the rust (Phragmidium violaceum) in Chile. F.A.O. Plant Protection Bulletin 25:26-28.

Prasad, R. 1992. Some aspects of biological control of forest weeds. In "Proc. 1st International Weed Control Congress, pp.398-402. Vol 2. Edit, R.G. Richardson, Weed Science Society of Victoria Inc. Melbourne, Australia.

Prasad, R. 1993a. Biorational control of forest weeds with bialophos (Herbiace) and glufosinate. In "Research Rept. Expert Committee on Weeds," Edmonton, Alberta p.861.

Prasad, R. 1993b. Role of adjuvants in enhancing the efficacy of bioherbicides on forestry species: compatibility studies. Pesticide Science 38:273-275.

Prasad, R. 1994. Influence of several pesticides and adjuvants on Chondrostereum purpureum. Weed Technology 8:309-313.

Prasad, R. 1995. Interaction of adjuvants with Chondrostereum purpureum - a mycoherbicide agent for control of forest weeds. In "Proc. IV International Symp. for Adjuvants in Agrichemicals, pp.454-459, Edit. R.E. Gaskin, NZ FRI Bulletin # 193.

Prasad, R. 1996. Development of bioherbicides for integrated weed management in forestry. In "Proc. 2nd Intl. Weed Control Congress. Vol. IV pp.1197-1202. Edit. H. Brown, G. Cussans, M. Devine, S. Duke, C. Quintanilla, A. Helweg, R. Labrada, M. Landes, P. Kudst and J. Streibig. Dept. of Weed Control and Pesticide Ecology, Flakkebjerg, Denmark.

Prasad, R., and Dixon-Warren, H. 1992. Bioherbicides for forestry. Plant Protection Quarterly Journal 7(4):154-159.

Quimby, P.C. and Boyette, C.D. 1987. Production and application of biocontrol agents. In "Pesticide Formulation and Application Systems" Vol. 8 pp.264-270, Edit. D.A. Hovde and A. Beestman, American Soc. Testing Materials, Philadelphia.

Ridings, W.H. 1986. Biological control of strangler vine in citrus-a researchers view. Weed Science 34 (Suppl. 1):31.

Schmidt, J.K. 1988. Degradation of juglone by soil bacteria. Journal of Chemical Ecology 14:1561-71.

Sundaram, K.M.S. and R. Prasad. 1984. Research on forest herbicides in Canada. Problems, progress and status. In "Proc. XI Chemistry and Biochemistry of Herbicides Workshop" pp.42-52. Edit. P.N. Chow, Canada, Agriculture, Brandon, Manitoba.

Sutherland, C. 1987. Experimental sheep grazing in the Cariboo forest region of British Columbia. Report to B.C. Ministry of Forests, Victoria, 21p.

Syrett, P., Hill, R.L. and Jessep, C.T. 1984. Conflict of interest in biological control of weeds in New Zealand. In "Proc. VI Intl. Symp. Biological Control Weeds" Vancouver, Canada, pp.391-397. Edit. J.S. Delfosse Agric. Canada.

Templeman, G. 1990. Weed control with plant pathogens, future needs and directions. In "Microbes and microbial products as herbicides, pp.320-329, Edit, R.E. Hoagland, Am. Chem. Society, Washington.

Wall, R.E. 1990. The fungus Chondrostereum purpureum as a silvicide to control stump resprouting in hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry 7:17-19.

Wall, R.E. 1994. Biological control of red alder using stem treatments with the fungus, Chondrostereum purpureum. Canadian Journal of Forest Research 24:1527-1530.

Wallstad, J.D. and Kuch, P.J. 1987. Introduction to forest management. In "Forest Vegetation Management for Conifer Production" pp.3-18. Edits. J.D. Wallstad & P.J. Kuch, John Wiley & Sons, New York.

Watson, A.K. 1989. Current advances in bioherbicide research. In "Proc. Brighton Crop Protection Conf. - Weeds". pp.987-996. Edit. K. Holley, British Crop Protection Council U.K.

INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM CULTURAS FLORESTAIS

Robinson Antônio Pitelli *

*FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP

ADJUVANTES PARA CALDAS DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

Kurt G. Kissmann

Eng. Agr. - Prof. HC. - BASF Brasileira, São Paulo-SP.

Superfícies de Vegetais

Os produtos fitossanitários geralmente devem ser depositados sobre a superfície de partes vegetais, como ramos, folhas e frutos. Alguns devem permanecer sobre essas superfícies enquanto outros devem ser absorvidos, para atuar no interior dos tecidos.

As características das superfícies variam de espécie a espécie, variando também em função da idade dos órgãos e das condições climáticas.

Para uma boa compatibilidade física, especialmente de caldas a serem aplicadas por pulverização, com as superfícies, é preciso levar em conta as características mencionadas e freqüentemente é necessário ajustar o padrão da calda à situação do momento.

Se duas superfícies nos parecem semelhantes, uma observação com microscópio eletrônico de varredura nos mostra aspectos impressionantes da anatomia superficial, com grande diferenciação.

Uma análise dos componentes epicuticulares por cromatografia em fase gasosa também mostra diferenças substanciais. Encontra-se, por exemplo, uma série de n-alcanos que são compostos não polares e de n-álcoois, que são polares. A água é fortemente polarizada, mas nas caldas também se encontram outros componentes, cuja compatibilização com as superfícies é diferente de espécie a espécie vegetal.

Depósitos epicuticulares

A presença de compostos não polares afeta a molhabilidade das superfícies com caldas polarizadas. Moléculas com sítios polarizados e sitios não polarizados, como os tenso-ativos em geral, podem servir como pontes de interfases. O pH da água depositada sobre uma superfície foliar é influenciado pelos componentes dessa superfície.

Vejamos numa tabela, apresentada em publicação da SANDOZ AGRO, 1991, as percentagens de componentes polares e não polares, bem como o pH, na superfície de folhas de diversas espécies infestantes:

Espécie	Não Polares (%)	Polares (%)	pH
Cyperus rotundus	82	17	7,2
Avena fatua	10	90	7,0
Brachiaria plantaginea	17	82	7,0
Cynodon dactylon	12	88	6,4
Digitaria sanguinalis	37	62	7,0
Echinochloa crusgalli	27	72	6,8
Panicum dichotomiflorum	17	82	7,0

Espécie	Não Polares (%)	Polares (%)	pH
Poa annua	29	71	7,0
Sorghum halepense	6	93	7,0
Amaranthus retroflexus	44	55	8,0
Capsella bursa-pastoris	32	68	7,2
Chenopodium album	32	66	7,0
Datura stramonium	92	7	6,6
Ipomoea purpurea	32	68	8,2
Polygonum lapathifolium	12	86	7,5
Portulaca oleracea	37	63	6,6
Senna obtusifolia	7	93	6,8
Sida spinosa	85	14	8,2
Sinapsis arvensis	47	52	8,3
Solanum nigrum	88	11	8,4
Stellaria media	9	91	6,8
Xanthium orientale	58	41	6,5

Cutícula

A cutícula é formada por três componentes principais:

Cutina - estrutura lipofílica, altamente polimerizada

Ceras - em forma de lamelas e plaquetas, engastadas na cutina

Pectina - ocorre entre a cutina e a parede celulósica, sendo hidrófila e absorvendo água como uma esponja.

Abaixo da cutícula vem a parede celulósica, que também é hidrófoba. Quando uma folha está túrgida a pectina hidratada tem seu volume aumentado, afastando partículas de cera e abrindo caminho para a penetração de líquidos.

A absorção de líquidos e substâncias dissolvidas também ocorre através dos estomatos, mas a importância dessa via é geralmente menor do que se pensa. Estomatos são estruturas especializadas para trocas gasosas.

A maior parte das absorções ocorre através das superfícies intactas das folhas. Quando estão túrgidas, há um afastamento das lamelas cerosas, facilitando a passagem; nas folhas murchas a maior aproximação das lamelas cerosas dificulta a passagem.

Estomatos

São aberturas por onde se dão as trocas gasosas. As paredes dos estomatos são recobertas por cutina e as câmaras estomáticas contém gases, pelo que a penetração e a absorção de líquidos sofre obstrução.

Os estomatos permanecem abertos durante o dia quando a planta está hidratada e há elevada umidade atmosférica. Fecham-se quando a planta está desidratada, quando a umidade atmosférica é baixa e durante períodos de escuridão.

Pêlos

A pilosidade na superfície de folhas e outros órgãos pode afetar a molhabilidade. Pêlos muito próximos podem manter gotículas suspensas até a evaporação, impedindo-as de atingir a superfície.

COMPONENTES DA ESTRUTURA DE UMA FOLHA E SUA INFLUÊNCIA NA RETENÇÃO E PENETRAÇÃO

Quando uma folha está bem hidratada, com a camada de pectina expandida pela retenção de água, ocorre um afastamento das lamelas cerosas, facilitando a passagem de líquidos entre elas. Se uma folha está murcha, a aproximação das lamelas dificulta a passagem de líquidos ou soluções.

Formulações de Produtos Fitossanitários

Um composto químico com atividade fitossanitária raramente é aplicado de forma pura. Entre os poucos exemplos podemos citar:

Dazomet - apenas granulado para formar o produto BASAMID.

Malathion - pode ser aplicado diretamente na forma de U.B.V.

O normal é que os compostos sejam formulados, junto com outros componentes, para tornar prática a aplicação e para maximizar a eficiência e a segurança.

Segundo a nomenclatura que se encontra na legislação federal sobre produtos fitossanitários, no Brasil, o composto com atividade biológica é denominado INGREDIENTE ATIVO e os outros componentes de uma formulação são denominados INGREDIENTES INERTES.

Os tipos de formulações registráveis no Brasil estão listados a seguir. Em função da harmonização de terminologia a nível internacional e, especificamente na área do MERCOSUL, o Brasil passou a adotar as siglas internacionais, derivadas da língua inglesa, para essas formulações.

Ingredientes ativos e concentrados

AI	Substância ativa (biologicamente)
TC	Produto técnico
TK	Pré-mistura

Concentrados para diluir em água

EO	Emulsão (água em óleo)
SP	Pó solúvel
BR	Bloco
SE	Emulsão heterogênea
DC	Concentrado dispersível
SG	Granulado solúvel em água
EC	Concentrado para emulsão
SL	Concentrado solúvel em água
EW	Emulsão (óleo em água)
TB	Tablete
PC	Concentrado em pasta
WG	Granulado para suspensão
SC	Suspensão concentrada aquosa
CS	Suspensão de encapsulado
WP	Pó molhável

Concentrados para diluir em solventes orgânicos

OF	Concentrado fluido miscível em óleo
OL	Solução miscível em óleo
OP	Pó molhável em óleo

Produtos para aplicar sem diluição

DP	Pó
GP	Polvilho fino
ED	Líquido para pulverização eletrostática
MG	Microgranulado
SO	Óleo para formar película
SU	Solução para aplicar em UBV
GR	Granulado
CG	Granulado encapsulado
FG	Granulado fino
GG	Macrogranulado
TP	Pó para despistagem
UL	Produto para aplicar em UBV (ultra baixo volume)
AL	Outros líquidos para aplicação direta

Produtos para o tratamento de sementes

DS	Pó para o tratamento de sementes a seco
ES	Emulsão para o tratamento de sementes
LS	Solução para o tratamento de sementes
ES	Emulsão para o tratamento de sementes
FS	Concentrado fluido para tratar sementes
LS	Solução para o tratamento de sementes
PS	Semente peletizada
SS	Pó solúvel para o tratamento de sementes
WS	Pó para preparação de slurry

Formulações diversas para usos específicos

AE	Bomba de aerosol
HN	Concentrado para nebulização a quente
CB	Isca concentrada
FU	Produto fumigante
KN	Concentrado para nebulização a frio
FD	Pastilha fumigante
FK	Vela fumigante
LA	Laca
FP	Cartucho fumigante
PA	Pasta
FR	Filamento fumigante
PR	Filamento vegetal
FT	Tablete fumigante
RB	Isca pronta

FW	Grânulo fumigante
AB	Isca de grãos
GA	Gás (embalagem pressurizada)
BB	Isca em blocos
GE	Produto gerador de gás
GB	Isca granulada
GS	Pasta oleosa
PB	Isca em pires
SB	Isca em aparas
VP	Produto formador de vapor
XX	Outros

Cada empresa desenvolve suas formulações de modo mais conveniente. Produtos comerciais com o mesmo ingrediente ativo, mesma concentração e mesmo tipo de formulação, apresentados por duas empresas, podem diferir um pouco em suas características físicas se forem formulados com ingredientes inertes diferentes.

Empresas multinacionais tem apresentado formulações às vezes diferentes em diversos mercados, em função da disponibilidade e custo dos componentes nos países onde são formulados. Pelo alto custo dos estudos toxicológicos e de impacto ambiental dessas formulações, entretanto, a tendência das empresas é de passarem a apresentar "formulações universais".

Tipos de ingredientes inertes em formulações

Carga	- Produtos para diluir a formulação
Solventes	- Dissolvem o ingrediente ativo
Emulsificantes	- Compatibilizam frações polares e apolares
Molhantes	- Permitem rápida umectação do produto em contato com a água
Dispersantes	- Impedem a aglomeração de partículas
Espessantes	- Aumentam a viscosidade
Anticompactantes	-Para que produtos sólidos percam a fluidez, quando sofrem pressão pelo pelo peso, nas pilhas
Anticongelantes	- Impedem a cristalização de componentes, em líquidos, em ambiente de baixa temperatura
Antiespumantes	- Diminuem a formação de espuma
Antioxidantes	- Impedem a degradação por oxidação
Quelatizantes	- Tiram reatividade de moléculas e íons
Acidificantes	- Abaixam o pH
Tamponantes	- Deixam o pH dentro da faixa desejada
Bactericidas	- Impedem a proliferação de bactérias
Corantes	- Dão coloração ao produto formulado
Odorizantes	- Imprimem odor agradável ou não

Adjuvantes

Qualquer substância ou composto sem propriedades fitossanitárias, exceto a água, que é acrescido numa preparação de defensivo agrícola, para facilitar a aplicação, aumentar a eficiência ou diminuir riscos, é classificada como um adjuvante. Nesse estudo serão apresentados os principais tipos de adjuvantes, com suas características e usos. Os adjuvantes precisar ser devidamente registrados.

ÁGUA

Características e Qualidade, como Veículo para a Aplicação de Produtos Fitossanitários

A água é um dissolvente universal para moléculas polarizadas e o veículo mais importante para diluir formulações de produtos fitossanitários a serem aplicados por imerção ou pulverização. Sua fórmula

química é H_2O. Quando pura é um eletrólito débil que ioniza como H_3O^+ e OH^-, mantendo-se em equilíbrio com um pH = 7,0 (neutro). Essa situação ocorre apenas com água distilada, pois a água normal sempre apresenta gases, líquidos ou sólidos dissolvidos, afetando o equilíbrio.

Pureza

Detritos diversos podem se encontrar na água captada, os quais tendem a entupir bicos de pulverizadores. Argila e compostos orgânicos em suspensão podem adsorver substâncias, inclusive alguns tipos de ingredientes ativos de produtos fitossanitários, que assim ficam indisponíveis. O exemplo mais dramático ocorre com compostos catiônicos como o Paraquat e o Diquat, que são inativados imediatamente, perdendo totalmente sua atividade herbicida.

Temperatura

Temperatura muito baixa ou muito alta podem afetar as formulações de produtos fitossanitários, criando-se problemas com a estabilidade das caldas. Além da temperatura condicionada por condições climáticas, pode ocorrer um abaixamento temporário quando se acrescenta uréia na água.

Soluções

A água pode dissolver gases, líquidos ou sólidos. Cada componente apresenta características próprias, mas podem haver interações como saturação, desequilíbrio eletrolítico ou reações químicas.

Os defensivos agrícolas podem se apresentar, em dissolução, como moléculas íntegras ou dissociadas, na forma de íons. As dissociações são dinâmicas, até um ponto de equilíbrio, que depende principalmente do pH da solução.

A absorção do defensivo pelas folhas e sua própria atividade dependem do estado das moléculas. Por isso o pH da solução tem influência no grau de eficiência.

Quando além do defensivo a solução contém outros elementos, podem ocorrer reações, alterando a estrutura molecular e, conseqüentemente, a eficiência. Isso é definido como compatibilidade ou incompatibilidade química (ver capítulo sobre pH de caldas).

Suspensões

O tamanho das partículas define o tipo de suspensão:

0,1 micron ou mais	=	suspensão
0,001 a 0,1 micron	=	suspensão coloidal

A absorção de suspensões coloidais pelas células vegetais depende de pressão osmótica, que é muito influenciada pelo grau de hidratação. Emulsões podem ser consideradas como suspensões coloidais, mas a absorção também é influenciada pelos solventes e emulsificantes da formulação.

Uma suspensão simples tende a ser de durabilidade mais curta. A estabilidade depende do tipo de formulação e da constituição final da calda. Existem regras definindo os padrões mínimos para as formulações comerciais.

Um pó molhável não se mantém em suspensão por mais de algumas horas. Pós molháveis em geral não são formulados para uso em caldas concentradas.

Uma suspensão concentrada (flowable) é formulada para se manter estável por mais tempo. Preparações auto-dispersíveis (dry flowable) vem em forma sólida mas formam suspensões concentradas relativamente estáveis na água.

Dureza da Água

A água captada em zonas rurais quase sempre apresenta uma série de sais em dissolução. Esses sais podem ser oriundos

de constituintes naturais das rochas e do solo ou de corretivos e fertilizantes aplicados pelos agricultores. Os principais causadores de dureza são os cátions Ca^{++} e Mg^{++} originados de carbonatos, bicarbonatos, cloretos e sulfatos.

Na classificação da água quanto à dureza calcula-se a equivalência em ppm de $CaCO_3$, conforme a tabela seguinte:

Classe	ppm $CaCO_3$	Graus de dureza, escala alemã (°d)
Água muito branda	71,2	4
Água branda	71,2 - 142,4	4 - 8
Água semidura	142,4 - 320,4	8 - 18
Água dura	320,4 - 534	18 - 30
Água muito dura	> 534	> 30

Águas duras interferem com a qualidade das caldas de produtos fitossanitários de duas maneiras:

Nas formulações

As especificações das formulações já consideram um certo grau de dureza, conforme as condições que podem ocorrer no país. Produtos exportados para um país onde a água é muito dura podem encontrar problemas.

Muitas formulações encerram tensoativos aniônicos, contendo Na^{+} ou K^{+}. Na presença de Ca^{++} ou Mg^{++} , podem haver substituições nos tensoativos, com a formação de compostos insolúveis. Assim os tensoativos perdem função e os diversos componentes da formulação podem flocular e precipitar e os aglomerados podem entupir bicos.

Nos ingredientes ativos

Em alguns ingredientes ativos a base de ácidos ou de sais, podem ocorrer reações na presença de cátions de águas duras, com substituições que formam compostos insolúveis, afetando a atividade biológica.

Volume de água

Em caldas com grande volume de água o problema de dureza se agrava, pois haverá maior quantidade de cátions acompanhando essa água, para interferir com o produto fitossanitário ou com os adjuvantes.

Padrões de formulações

No Brasil a ABNT estabelece que as formulações devem ser compatíveis com 20 ppm de carbonato de cálcio (água extremamente branda). Esse padrão é totalmente inadequado e as indústrias geralmente formulam seus produtos para serem compatíveis com 20 e com 320 ppm. Excepcionalmente são apresentadas formulações compatí- veis com mais de 500 ppm de $CaCO_3$.

Correção da Dureza da Água

Há duas formas de corrigir o problema causado pela dureza da água, para caldas de produtos fitossanitários:

* Acrescentar um tensoativo não iônico, o que pode corrigir características físicas da calda.

* Acrescentar um quelatizante na água, antes da preparação da calda.

Quelatizantes

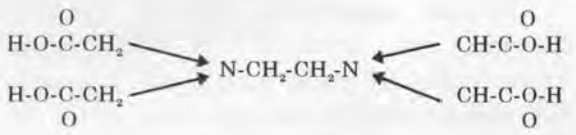
Quelatizantes são compostos que isolam a carga elétrica e suprimem a reatividade de íons:

$$(++) \quad + \quad \begin{pmatrix} - \\ \\ - \end{pmatrix} \quad = \quad \begin{pmatrix} ++ \\ \\ -- \end{pmatrix}$$

Íon metálico (eletropositivo) — Colóide protetor (eletronegativo) — Íon metálico quelatizado (neutro)

Diversos compostos, naturais ou sintéticos, apresentam efeito quelatizador. Produtos como o ácido cítrico, o ácido fenólico e o EDTA podem ser usados.

O EDTA (etilenodiaminotetracetato) tem a seguinte fórmula:



O EDTA quelatiza cátions, formando complexos solúveis em água, estáveis numa ampla faixa de pH, estáveis em ampla faixa de temperaturas. Um mol de EDTA quelatiza um mol de metal ionizado (cátion). A quelatização é instantânea.

No Brasil a BASF S.A. produz e fornece comercialmente o produto TRILON B, líquido ou pó. Uma grama de TRILON B quelatiza as seguintes quantidades de íons metálicos, sendo essa quelatização seletiva, com preferência pelas cargas elétricas mais fortes (só depois de quelatizados os íons de carga forte ocorre a quelatização dos de carga mais fraca).

1 g de TRILON B quelatiza:

mg	Íon Metálico	Valência	Símbolo	Faixa de pH
105	cálcio	II	Ca	6,0-13,5
64	magnésio	II	Mg	8,0-12,5
230	estrôncio	II	Sr	8,0-13,5
261	bário	II	Ba	10,0-13,0
144	manganês	II	Mn	5,0-11,0
154	níquel	II	Ni	1,5-13,0
155	cobalto	II	Co	4,0-12,0
167	cobre	II	Cu	5,0-13,0
172	zinco	II	Zn	4,0-13,0
296	cádmio	II	Cd	3,5-13,0
545	chumbo	II	Pb	2,0-13,5
147	ferro	III	Fe	1,0 - 5,5
71	alumínio	III	Al	2,5-13,5
138	cromo	III	Cr	1,5- 5,0
550	bismuto	III	Bi	1,0- 9,0

A nível de campo é difícil a quelatização, por que não há como analizar os teores de cátions da água. Só de maneira muito rudimentar os agricultores podem fazer alguma correção. Quelatizadores de alta eficiência também não estão disponíveis a varejo.

pH da Água e das Caldas

O pH define o grau de alcalinidade ou acidêz de uma solução, numa escala de 0 a 14, onde 7,0 significa neutralidade. A água pura tem um pH 7,0 mas o normal é que, por dissoluções diversas, o pH seja alterado.

Quando o solo é ácido a água local também é acidificada. A correção do solo ou sua fertilização tendem a alterar o valor do pH, freqüentemente para a faixa alcalina.

O acréscimo de produtos fitossanitários na água tende a formar uma calda com valores diversos de pH. A prática normal é de se analisar o valor do pH em caldas a 1%. Por exemplo, produtos distribuídos pela BASF no Brasil apresentam os seguintes valores, em preparações a 1%:

BASAGRAN	7,6	PERFEKTHION	4,0
BAYTROID	5,0	PIX	5,0
BLAZER SOL.	7,0	POAST	4,5
DIMILIN	5,0	RONILAN	5,0
DORMEX	5,0	SANMITE	4,0-9,0
FACET PM	5,0	SANSON	5,5-6,0
GRASSAID	6,7	U 46 D FLUID	4,0

Influência do pH das Caldas de Produtos Fitossanitários

O pH das caldas de produtos fitossanitários tende a influir na estabilidade e nos resultados dos tratamentos, pelos seguintes motivos:

1) Estabilidade do Ingrediente Ativo

Muitos produtos químicos, quando preparados com água, sofrem degradação

por hidrólise, cuja velocidade depende do pH. Vejamos exemplos da meia-vida de alguns ingredientes ativos, em níveis diversos de pH:

Ing. Ativo	pH da Calda	Meia-Vida
Captan	9	12 minutos
	7	8 horas
	5	37 horas
Mancozeb	9	34 horas
	7	17 horas
	5	20 horas
Epoxiconazole	5	30 dias*
	7	46 dias*
Kresoxim-methyl	5	30 dias*
	9	96 horas
Acifluorfen	6	30 dias*
	9	30 dias*
Bentazon	5,7	30 dias*
	9	30 dias*
Sethoxydim	5	9 dias
	7	155 dias
	8,6	284 dias
Quinchlorac	5,7	30 dias*
	9,0	30 dias*
Diflubenzuron	5	30 dias*
	7	30 dias*
Dimethoate	6	12 horas
	4	21 horas
Chlorpyriphos	8	36 horas
	7	100 dias

* Ensaios conduzidos até esse período, pelo que a estabilidade deve ser mais longa.

A velocidade da hidrólise é retardada quando a calda aplicada seca, pois desaparece a água. As superfícies das folhas tem um pH natural, havendo uma interação com o pH da calda. Depois de aplicado o produto, diversos fatores influem sobre o período de estabilidade do ingrediente ativo.

2) Nível de Dissociação do Ingrediente Ativo

Muitas moléculas sofrem dissociação quando em solução. A constante de dissociação de cada composto depende do pH. Numa solução sempre temos:

- moléculas íntegras
- moléculas dissociadas, sendo uma parte aniônica e outra catiônica.

A absorção pelos tecidos vegetais é diferente para moléculas íntegras e para os anions e cátions resultantes da dissociação. Por isso o grau de dissociação pode influir no grau de eficiência.

Há moléculas com um grau de dissociação muito baixo, como por exemplo Bentazon e Sethoxydim.

3) Estabilidade Física das Caldas

Os produtos são formulados para tolerar alguma variabilidade no pH das caldas. Valores extremos, todavia, podem afetar a estabilidade física.

De um modo geral os produtos fitossanitários apresentam maior eficiência quando as caldas são pouco ácidas, com pH entre 6,0 e 6,5.

Correção do pH das Caldas

A correção que normalmente se busca é de abaixamento do pH, o que pode ser conseguido pela adição de um ácido fraco ou diluído. Numa calda, entretanto, existem sais com um poder tampão, que em pouco tempo voltam a afetar o pH. Por isso, além de acrescentar um ácido, deve-se acrescentar um sal adequado, que por seu

"poder tampão" mantenha o pH dentro de uma faixa desejada.

Como acidificante pode se recomendar o ácido fosfórico e como tamponante o fosfato ácido de sódio.

Alguns agricultores usam ácido muriático (clorídrico), mais água sanitária (hipoclorito).

Tensão Superficial

As moléculas dos elementos químicos e das substâncias se atraem ou se repelem. Num sólido a atração é forte. Num líquido mais fraca. Num gás há repulsão.

Num líquido de moléculas polarizadas, como a água, a atração é significativa e se exerce igualmente em todos os sentidos. Na superfície, pela descontinuidade da fase líquida, a atração é maior, o que gera uma tensão superficial.

A tensão superficial é variável de líquido a líquido e depende também dos solutos. No caso da água pura e livre, em estado líquido, quando em pequena quantidade, a tensão tende a formar gotas esféricas. Pressões externas, como a gravidade, causam deformações. Forças diversas causam rupturas, com reagrupamento em gotículas menores.

Quando uma gota de água está sobre uma superfície, o ângulo de contato depende das características dessa superfície. Se for hidrorepelente, o contato será menor e a gota ficará mais esférica. Se a superfície for mais hidrófila a água da gota se espalha, podendo até formar um filme uniforme.

Numa planta a molhabilidade de suas folhas depende dos constituintes de sua epiderme. A atração pela água precisa ser maior que a tensão superficial desse líquido para uma boa molhabilidade.

Compostos Tenso-Ativos

Uma série de compostos, quando dissolvidos em líquidos, reduzem a tensão superficial. Esses compostos são conhecidos como SURFACTANTES (do inglês sur-factant), TENSO-ATIVOS ou HIPOTENSORES.

Reduzindo a tensão superficial os tenso-ativos produzem os seguintes efeitos:

MOLHANTE - Apresentando sítios polares e apolares em suas moléculas, funcionam como pontes de interfase entre líquidos como a água (polar) e superfícies apolares, permitindo a molhabilidade de superfícies hidrófobas (hidrorepelentes).

ESPALHANTE - Abaixando a tensão superficial de líquidos, fazem com que o ângulo de contato das gotas isoladas sobre a supefície seja diminuido e que elas deixem de ser esféricas. O acréscimo de um tenso-ativo nas caldas permite a formação de um filme de líquido sobre as superfícies, por coalescência das gotas.

Nota: Os efeitos molhante e espalhante se confundem na prática, ocorrendo primeiro o efeito molhante, seguindo-se o espalhante. A intensidade relativa desses dois efeitos, contudo, pode ser diferente de um tenso-ativo para outro.

PENETRANTE - Com baixa tensão superficial os líquidos tem maior poder de penetração. Óleos, por exemplo, penetram mais que água na maioria dos substratos. Com o abaixamento da tensão superficial as caldas aquosas penetram mais, podendo arrastar consigo alguns produtos fitossanitários.

Classes de tenso-ativos, segundo sua carga elétrica

ANIÔNICOS - Polieletrólitos que, quando dissolvidos, liberam íons carregados positivamente, sendo negativamente reativos. Alguns aniônicos, como o lauril-sulfato de sódio, tem grande uso em formulações de produtos fitossanitários. A nível de campo, entretanto, seu uso como adjuvantes é

pouco comum, porque podem alterar o equilíbrio eletrolítico nas caldas. Tendem a formar mais espuma.

CATIÔNICOS - Polieletrólitos que, quando dissolvidos, liberam íons carregados negativamente, sendo positivamente reativos. Nos produtos comerciais a carga positiva é geralmente derivada de um átomo de N contido numa amina ou composto de amônio quaternário. Raramente são usados em formulações ou em caldas de produtos fitossanitários, pois a tendência de serem reativos pode criar incompatibilidades. Muitos compostos catiônicos são fitotóxicos. Alguns são usados com desfolhantes, podendo se citar como exemplo o produto Frigate.

NÃO IÔNICOS - Não ionizam e por isso não tendem a alterar o equilíbrio eletrolítico nas formulações e nas caldas. São relativamente inertes, apresentando boa compatibilidade com os diversos ingredientes ativos e demais componentes das formulações. São muito usados em formulações, às vezes junto com aniônicos. Formam o grupo mais importante entre os tenso-ativos para produtos fitossanitários.

Etoxilados - (alquil-fenol-etoxilados) - derivados de óxido de etileno polimerizado, São apresentados algo diluídos para facilitar a diluição com água fria. A maioria dos espalhantes-molhantes no mercado pertencem a esse grupo. Exemplos: Agral, Citowett, Extravon, Haiten, Iharaguen, Sandovit, etc...

Propoxilados - (alquil-fenol-propoxidados) - derivados do óxido de propileno polimerizado. Fazem menos espuma que os etoxilados.

Polímeros de bloco - Polimerizados de forma a unir moléculas heterogêneas, como etoxilados + propoxilados, resultando moléculas muito grandes. Apresentam multi-lipofilicidade, permitindo excelente performance com alguns herbicidas.

Organo-silicones - Alguns organo-siliconas modificados apresentam excelente efeito dispersante e penetrante. Um problema é que tendem a funcionar apenas dentro de uma faixa estreita de pH. Por exemplo um produto eficiente num pH 7,0 pode não ser eficiente em pH 6,0 ou 8,0.

Doses de uso de adjuvantes tenso-ativos

As doses indicadas nos rótulos são apenas orientativas. As características das caldas e das superfícies a tratar determinam as doses ideais em cada caso. O efeito hipotensor aumenta com a dose até certo limite, pois atingido um ponto de saturação não se obtém efeito adicional.

Como o efeito desejado é de destencionar a água, a dose é calculada pelo volume de água e não pelo defensivo nem por área a tratar.

Aspectos positivos dos adjuvantes tenso-ativos

* Permitem que superfícies hidrorepelentes, como folhas ou frutos com cerosidade, corpos ou coberturas cerosas de pragas, etc, sejam molhados pela calda

* O líquido aplicado se distribui melhor, cobrindo a superfície de modo uniforme, o que é particularmente importante para fitossanitários com ação de contato.

* Em superfícies pilosas, com pêlos normalmente mantendo gotículas pulverizadas suspensas, o líquido penetra e efetivamente atinge a cutícula.

* Facilitam a penetração da calda entre ranhuras diversas, hifas de fungos, teias de ácaros, etc...

Aspectos negativos dos adjuvantes tenso-ativos

* Alguns podem ser diretamente fitotóxicos.

* Diminuem ou eliminam a seletividade der alguns herbicidas.

* Sendo solúveis em água, podem favorecer a lavagem dos produtos aplicados, se chover depois da aplicação, prejudicando o efeito residual.

* Podem favorecer o ataque de alguns fungos, por remover a camada cerosa protetora (cebola por exemplo), ou por espalhar e aumentar o contato de esporos com a superfície vegetal (por exemplo foi observado um aumento no ataque de carvão do milho após a aplicação de um inseticida com um adjuvante hipotensor, nos Estados Unidos.

Compatibilizantes de fases

Quando se mesclam produtos com características diferentes, nem sempre existe compatibilidade física. Um exemplo de incompatibilidade está na mistura de água com óleo. Cada componente representa uma fase da mistura.

Certas moléculas servem para compatibilizar as fases e por isso são chamadas de protudos de interfase. Os tenso-ativos em geral apresentam um segmento de sua molécula com propriedades hidrofílicas e outro segmento lipofílico, servindo por isso para compatibilizar a mistura de água com óleos, formando emulsões.

A capacidade de ligação dessas partes é variável e um produto de interfase pode tem um segmento hidrofílico pequeno e um lipofílico grande, ou vice-versa:

/\/\/\/\/**OOOOOOOOO** /\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/**OO**
hidrofílica / lipofílica hidrofílica / lipofílica

A afinidade relativa pode ser expressa pela fórmula BHL, que representa o resultado da equação:

$$BHL = \frac{20\ MH}{(MH - ML)}$$

sendo:
MH = peso molecular do segmento hidrofílico
ML = peso molecular do segmento lipofílico

Essa fórmula é mais precisa com tenso-ativos não iônicos.

Quando dissolvidas na água, essas moléculas tem sua parte lipofílica repelida e por isso as moléculas se concentram na superfície, de forma orientada, onde atuam sobre a tensão superficial. Dissolvidas num óleo, tem a parte hidrofílica repelida e por isso também se concentram na superfície, orientadas de outra forma. Óleos tem naturalmente uma tensão superficial muito baixa, pois suas moléculas não são polarizadas. Quando temos num recipiente água e óleo, que não se misturam, as moléculas de tenso-ativos fazem pontes, entre esses componentes, formando-se emulsões.

Detergentes domésticos

São tenso-ativos e funcionam como produtos de inter-fase. Não são adequados para uso em caldas de produtos fitossanitários. São formulados com tenso-ativos de forte atração apolar e fraca atração polar, pois devem remover muita gordura (em pratos, por exemplo) com pequeno volume de água. Numa pulverização agrícola usa-se um grande volume de água que deve ser compatibilizada com pequena quantidade de compostos hidrorepelentes, nas folhas. Num uso a baixo volume (de água) podem desequilibrar as formulações além de fazer muita espuma.

Os detergentes domésticos geralmente contém solventes de graxas, como glicóis, que também dissolvem ceras epicuticulares e tendem a causa fitotoxicidade. Contém outros componentes, como quelatizantes, corantes, aromatizantes, etc. Aniônicos

Óleos emulsionáveis

Óleos não fitotóxicos, acrescidos de emulsificantes e outros componentes, tem grande uso como adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. Esses óleos apresentam os seguintes efeitos:

MOLHANTE - Por terem afinidade com as ceras que recobrem superfícies vegetais, corpos de pragas, especialmente os que apresentam cutícula ou excressões cerosas, micélios de fungos, etc...

ESPALHANTE - Pela baixa tensão superficial dos óleos, mais o efeito hipotensor dos emulsificantes, formam filmes contínuos sobre as superfícies, arrastando consigo os produtos dissolvidos ou emulsionados.

PENETRANTE - Pela baixa tensão superficial penetram em pequenos interstícios inclusive infiltram sob a carapaça de cochonilhas, entre excressões cerosas no corpo de pragas, entre micélios de fungos e nos espaços entre plaquetas cerosas na cutícula de superfícies vegetais.

ANTI-EVAPORANTE - Gotículas de água emulsionadas com óleo evaporam mais lentamente, permitindo alcançar o alvo e facilitar a absorção de produtos hidrosolúveis. Esse efeito é melhor com as formulações de emulsão normal.

ADESIVIDADE - Óleos tem maior permanência sobre as superfícies vegetais.

Tipos de óleos

ÓLEOS MINERAIS - Formulados com predominância de frações parafínicas de hidrocarbonetos, variando com o comprimento da cadeia e com as ramificações. Devem apresenta alto teor (mais de 95%) de componentes não sulfonáveis. A sulfonação é um teste tratando um óleo com ácido sulfúrico concentrado. As frações não saturadas reagem, formando sulfonados. Essas frações não saturadas, por serem reativas, tendem a causar fitotoxicidade).

ÓLEOS VEGETAIS - Apresentam proporções variadas de ácidos graxos, como oleico, linoleico e lineólico. Pela maior disponibilidade e menor custo a preferência, no Brasil, tem sido para o óleo de soja, que deve ser refinado. Óleos vegetais são menos estáveis que os minerais e para sua formulação requerem mais emulsificantes, o que aumenta os custos. Tem mais problemas com águas duras.

ÓLEOS VEGETAIS METILADOS - Por esterificação metílica os óleos vegetais permitem a formulação de adjuvantes de performance muitas vezes superior à dos óleos vegetais simples ou minerais.

Padrões de emulsionabilidade

Óleos emulsionáveis são fornecidos com dois padrões de estabilidade das emulsões:

Emulsões normais - Contém um teor maior de emulsificantes. Preferidos quando o defensivo é solúvel na água e é melhor absorvido enquanto dissolvido. Preferidos também quando se vai aplicar um defensivo com dificuldade de formar calda emulsionada. São mais adequados para a aplicação de caldas de pós molháveis ou de suspensões concentradas (flowable) em água, com adição de um óleo que aumenta e eficiência em pós-emergência. ASSIST é um óleo com essa característica.

Emulsões de ruptura rápida - Contém menos emulsificantes e por isso as emulsões são pouco estáveis, desfazendo-se quando a calda entra em repouso. Aparentemente são formulações de qualidade inferior, sendo de produção mais econômica porque levam menos emulsificantes. Em certas situações, quando a água é apenas um veículo para aumentar o volume e facilitar a distribuição com pulverizadores de alto volume, devendo ser eliminada em seguida, podem apresentar bons resultados. Podem ser indicados quando os defensivos são insolúveis na água.

Formas de ruptura de emulsões: Formação de creme, floculação, sedimentação, coalescência, inversão de fases.

Usos de óleos emulsionáveis

Usados com caldas aquosas de herbicidas, inseticidas e fungicidas, segundo as especificações dos respectivos

produtos. Freqüentemente a adição de um óleo emulsionável dá melhor resultado que a adição de um tenso-ativo.

Alguns efeitos de óleos emulsionáveis:

* Diminuem a índice de evaporação da água, tanto durante o trajeto das gotículas pulverizadas até o alvo, como depois de depositadas.

* Promovem melhor molhabilidade em super- ícies hidrorepelentes.

* Tem efeito espalhante e penetrante.

* Aumentam a tenacidade (aderência) do produto depositado.

Ativadores Nitrogenados

Alguns compostos nitrogenados tem uso com certos herbicidas, para aumentar a eficiência ou diminuir a influência de fatores adversos.

A forma de ação é múltipla, variando um pouco de composto a composto, dependendo também de aspectos fisiológicos das plantas e de condições ambientais, por exemplo a temperatura. A quantia mínima para um efeito apreciável é distinto de invasora a invasora e de condição a condição.

Para cada sal nitrogenado também existe um limite, variável de planta a planta, além do qual ocorre causticidade ou fitotoxicidade. Assim, em alguns casos, a dose ideal para se obter um máximo de efeito potencializador da ação herbicida contra plantas invasoras, pode ser demasiada para a segurança das plantas cultivadas.

Tipos de efeitos

ESTÍMULO FISIOLÓGICO - De um modo geral as plantas são mais suscetíveis à ação de herbicidas quando estão fisiologicamente ativas. Sob determinadas condições, como sequía, temperatura, estádio vegetativo, etc., ocorre uma diminuição na atividade fisiológica e, em conseqüência, redução no efeito do herbicida. A entrada de nitrogênio nas folhas induz uma ativação momentânea da fisiologia, facilitando também a ação dos herbicidas.

MELHOR ABSORÇÃO - A camada epicuticular, a cutícula e a membrana das células das folhas oferecem uma resistência seletiva à penetração de solutos. Alguns compostos nitrogenados tem uma penetração facilitada e podem, em alguns casos, facilitar também a passagem de moléculas diversas. Os mecanismos variam um pouco de composto a composto.

Uréia

Composto nitrogenado orgânico, não proteico. Atravessa com facilidade a cutícula e passa do apoplasto ao simplasto sem utilizar energia metabólica, por um fenômeno de difusão facilitada, com energia acumulada a partir da cinética no entrechoque das moléculas a nível interfacial das membranas. Essa energia é chamada de "energia de ativação".

A uréia rompe algumas ligações de ésteres, éteres e diéteres da cutina, abrindo caminho para a passagem de outros componentes da calda, como algumas moléculas de herbicidas.

A uréia é geralmente usada numa dose de 2 a 4 kg por hectare, quando se trabalha com alto volume de calda (200 a 300 l/ha). Ao se acrescentar uréia na água há um forte abaixamento de temperatura, devendo-se esperar pela normalização para acrescentar os outros componentes.

Algumas uréias comerciais não dissolvem completamente e podem causar problemas de entupimento de bicos. A uréia tem um pequeno efeito retardante da evaporação das caldas.

Sulfato de amônio

Composto nitrogenado inorgânico. Quando em solução sofre dissociação, com íons sulfato e íons amônio. O amônio parece mais favorecer a absorção, pois o

mesmo acontece com outros compostos amoniacais. A maior atividade ocorre quando o pH está em torno de 6,0. Sulfato de amônio tende a abaixar um pouco o pH da uma calda.

O favorecimento à penetração de herbicidas nas células vegetais é diferente daquele da uréia. O sulfato de amônio tanto aumenta a eficiência de alguns herbicidas como diminui o antagonismo entre outros, quando usados de forma combinada. A dose geralmente usada vai de 1 a 2 kg de sulfato de amônio por hectare, quando se trabalha com alto volume de calda.

Nitrato de Amônio

Composto nitrogenado inorgânico. Penetra rapidamente pela cutícula e causa um abaixamento do pH no apoplasto, com o que favorece a absorção celular. Nitrato de amônio é muito interessante como potencializador da atividade de alguns herbicidas. É um composto explosivo, pelo que há preferência de uso de formulações comerciais que contenham certa quantidade desse produto, em forma líquida.

Alteração do pH de Caldas

O pH de uma calda aquosa tem certa influência no efeito de herbicidas de pós emergência. De um modo geral caldas pouco ácidas produzem melhores resultados. Alguns nitrogenados, como o sulfato ou nitrato de amônio, tendem a abaixar o pH de uma solução. Esse efeito é variável de calda a calda a calda, pois os sais dissolvidos e os próprios defensivos agrícolas usados também influenciam no pH.

Um teste, realizado no laboratório da BASF S.A., apresentou os resultados indicados nas tabelas a seguir. Interessante que com água deionizada houve um maior abaixamento do pH, o que se explica pela remoção de sais que produziam um efeito tampão de resistência à mudança.

Soluções Nitrogenadas - pH

Sulfato de amônio

Tipo de Água	pH	S.A.0,5%	S.A. 1,0%	S.A.2,0%
Torneira	6,94	6,43	6,25	6,08
Deionizada	7,46	5,28	5,03	4,88
Dura 20 ppm	5,71	5,34	5,17	5,02
Dura 342ppm	6,17	5,22	5,09	4,94

Uréia

Tipo de Água	pH	Uréia 0,5%	Uréia 1,0%	Uréia 2,0%
Torneira	6,94	7,06	7,38	7,76
Deionizada	7,46	7,29	7,63	8,12
Dura 20 ppm	5,71	6,35	7,07	7,56
Dura 342 ppm	6,17	6,20	6,68	7,17

Nitrato de amônio

Tipo de Água	pH	N.A. 0,5%	N.A. 1,0%	N.A. 2,0%
Torneira	6,94	6,48	6,28	6,10
Deionizada	7,46	5,45	5,17	4,99
Dura 20 ppm	5,71	5,37	5,26	5,17
Dura 342 ppm	6,17	5,32	5,24	5,11

Basfoliar N

Tipo de Água	pH	B.N. 0,5%	B.N. 1,0%	B.N. 2,0%	B.N. 3,0%
Torneira	6,94	6,79	6,63	6,45	6,36
Deionizada	7,46	6,06	5,70	5,64	5,60
Dura 20 ppm	5,71	5,90	5,74	5,65	5,67
Dura 342 ppm	6,17	5,73	5,70	5,67	5,68

Formulações comerciais de nitrogenados

Existem diversas formulações comerciais contendo sais nitrogenados em proporções adequadas, acrescidas de outros componentes

como hipotensores, penetrantes, acidificantes, tamponantes para regular o pH, etc. BASFOLIAR N é um exemplo.

Pela praticidade, menores riscos e geralmente maior eficiência, tem sido preferidas pelos agricultores.

Associação de nitrogenados com óleos emulsionáveis

Como adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários, esses dois grupos tem funções diferentes. Em muitos casos é conveniente acrescentar na calda um nitrogenado e um óleo emulsionável. Testar a compatibilidade física, na calda. A ordem no acréscimo dos compostos na água deveria ser : nitrogenado > produto fitossanitário > óleo.

ADJUVANTES ESPECIAIS

Uma série de compostos podem beneficiar a performance de um produto fitossanitário aplicado. Vejamos alguns exemplos.

Adesivos

Produtos que deixam um filme pouco solúvel sobre as superfícies tratadas, com a função de manter o fitossaneante aderido. Esse filme deve ser permeável às trocas gasosas. O principal uso é quando o fitossaneante está em forma sólida, como num pó molhável, cujas partículas podem efetivamente ser aderidas. Látex e PVA tem esse tipo de uso.

Espalhante-adesivo

Quando se deseja maior tenacidade nos fitossane- antes aplicados por pulverização pode-se acrescentar um espalhante-adesivo.

A designação "espalhante-adesivo" tem sido usada de forma errônea para muitos adjuvantes sem efeito de adesividade. O motivo é que em legislação passada era prevista apenas essa classe de adjuvantes e mesmo produtos com efeito apenas molhante e espalhante só podiam ser registrados como "espalhantes-adesivos". Até hoje alguns produtos continuam com essa denominação, apesar de serem apenas espalhantes-molhantes. O efeito espalhante vem de um hipotensor, sendo o efeito adesivo devido a algum composto que deixe um filme plástico sobre a superfície (emulsão de acrilato, PVC ou outro composto plastificável).

Um exemplo de um espalhante-adesivo é o produto AG-BEM.

Anti-espumante

Espuma pode ser um inconveniente tanto durante o processo de formulação, de envasamento, de preparação da calda ou durante a aplicação.

Para evitar problemas pode-se usar um adjuvante que diminui a formação de espuma ou que quebra rapidamente a espuma formada. Os anti-espumantes mais usados são a base de silicones. Dificilmente são encontrados no varejo, de modo que seu uso tem se limitado às formulações comerciais. Uma alternativa para os aplicadores pode ser querozene, na dose de uma colher por tanque de calda. A eficiência é bem menor, mas pode ajudar.

Acidificante

A maioria dos fitossaneantes tem melhor funcionamento quando a calda é levemente ácida. Com um pH acima de 7,0 muitos produtos tendem a uma hidrólise alcalina. Quanto mais alto o pH tanto mais rápida a hidrólise que, em alguns casos, pode se dar em questão de minutos.

A acidificação de uma calda é feita com um ácido fraco. Ácido ortofosfórico é um dos preferidos. Para manter o pH dentro de uma estreita faixa é necessário, além da correção inicial, um seguimento corretivo, o que se consegue com um produto tamponante. Com o ácido ortofosfórico o tamponante pode ser o fosfato ácido de sódio.

Quelatizante

Quando se quer preparar uma solução com mistura de micronutrientes, ou se quer uma mistura de tanque de fertilizante foliar mais um fitossaneante, geralmente torna-se necessário usar um quelatizante.

Quelatizantes isolam a carga elétrica e suprimem a reatividade de moléculas e íons. Entre os quelatizantes preferidos estão o ácido cítrico, o ácido fenólico e o EDTA. Muitos outros quelatizantes podem ser usados, sendo que a escolha depende da situação. Alguns fertilizantes foliares já vem com sais quelatizados, sendo por isso preferidos para uso em caldas mistas.

Rebaixadores de fitotoxicidade

Alguns compostos algo cáusticos ou fitotóxicos são melhor tolerados pelas plantas quando acompanhados de amenizadores desses efeitos. Por exemplo na aplicação de uma solução de sulfato de zinco como fertilizante foliar usa-se acrescentar leite de cal como rebaixador de fitotoxicidade. Algumas formulações de óleos emulsionáves e outros produtos contém um agente rebaixador.

Anti-evaporantes

Quando a umidade atmosférica está muito baixa ou quando se usam gotículas muito pequenas na pulverização, um anti-evaporante permite uma vida útil mais longa dessas gotículas, que assim podem atingir melhor o alvo e permanecer na superfície.

A uréia tem pequeno efeito anti-evaporante. Óleos minerais ou vegetais tem um efeito razoável. Alguns glicóis, como etileno-glicol, tem efeito anti-evaporante.

Espessante

Quando se deseja uma calda mais viscosa, como para o tratamento de sementes por simples mistura, pode-se recorrer a espessantes. Sílica hidratada, carboxi-metil-celulose ou goma xantana tem sido usados.

Redutor de deriva

Espessantes que diminuem a formação de gotículas muito pequenas, mais propensas a derivas. São geralmente polímeros de poliacrilamida.

Filtro solar

Alguns ingredientes ativos químicos, bem como alguns produtos biológicos podem ser rapidamente degradados ou desativados pela radiação ultra-violeta. Pode-se lançar mão pigmentos absorventes ou de filtros U.V., parecidos com os usados para proteger a pele humana.

Formulações especiais

Muitas vezes o melhor potencializador de um produto fitossanitário resulta de uma formulação complexa de diversos adjuvantes. Um exemplo é o produto "Dash" da BASF, para o graminicida Poast.

D A S H H C

Adjuvante Complexo, de Múltiplas Funções

DASH HC é a marca comercial de um adjuvante complexo, de grande uso nos Estados Unidos. Esse produto está em fase de registro no Brasil e poderá trazer uma grande contribuição para potencializar a eficiência de muitos herbicidas de pós emergência. Entre os efeitos de DASH HC podem ser citados: diminui a tensão superficial da água, aumentando assim a capacidade de molhar, de espalhar e de penetrar, bem como servindo de interfase entre compostos polares e apolares; diminui a velocidade de evaporação das gotículas pulverizadas e do filme sobre as superfícies tratadas; aumenta a capacidade

de aderência dos produtos aplicados; reduz o pH e apresenta um efeito tampão, para manter o pH dentro de uma faixa adequada; filtra os raios de luz ultravioleta, diminuindo a degradação por fotólise.

Influência dos Adjuvantes nas Pulverizações

As especificações dos bicos de pulverização são definidas em testes com água. O acréscimo de um produto fitossanitário pode alterar o padrão de gotas e a vasão, com uma determinada pressão. Adjuvantes acrescentados numa calda também tendem a alterar o padrão de gotas e a vasão. Assim é preferível fazer a calibragem, se não com a calda completa, pelo menos com a água mais o adjuvante.

MESA REDONDA III.1

ISOXAFLUTOLE - NOVA MOLÉCULA HERBICIDA PARA AS CULTURAS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DO MILHO

Cezarino, V.*

* Engº Agrº e Gerente de Projeto da Rhodia Agro Ltda., Av. Maria Coelho de Aguiar, 215 - Bl. B, 2º andar, 05804-902, São Paulo-SP.

A Rhodia Agro tem o prazer de anunciar para a comunidade técnico-científica o lançamento de sua mais nova molécula herbicida, e escolheu como local o XXI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, por julgar ser este evento o mais importante na área de manejo e controle das plantas daninhas no Brasil.

O isoxaflutole (código RPA 201772) é o primeiro herbicida de uma nova família química, a BENZOYL ISOXAZOLES. Esta molécula é de propriedade da Rhône Poulenc e foi descoberta em Ongar, Inglaterra, em 1989, e tem sido desenvolvida no Brasil desde 1991.

O nome químico do isoxaflutole é 5-cyclopropyl-4- (2 methanesulphonyl-4-trifluoromethylbenzoyl)- isoxazole e sua fórmula empírica é $C_{15}H_{12}F_3NO_4S$.

Modo de ação

O isoxaflutole (IFT), em presença de umidade no solo, é hidrolisado no principal metabólito diketonitrile (DKN = Ação Herbicida), que impede a biossíntese de pigmentos carotenóides, essenciais na proteção da clorofila, da decomposição provocada pela luz solar.

Mais especificamente, o DKN inibe a enzima 4-HP dioxygenase (hydroxyphenylpyruvate dioxygenase), responsável pela biossíntese da quinona. A quinona é um co-fator chave para dois processos, a síntese de pigmentos carotenóides e o transporte de elétrons (reações de transferência de energia, que proporcionam a fotossíntese).

A inibição da 4-HP dioxygenase, interrompe a biossíntese da quinona que, por sua vez, inibe a biossíntese de pigmentos carotenóides. Isto resulta na foto-oxidação dos pigmentos clorofilados e na morte dos cloroplastos (organelas que contêm clorofila), causando a morte das plantas sensíveis.

O controle das ervas daninhas poderá ser observado pela não emergência das ervas, ou pela emergência de plântulas, com sintomas de branqueamento das folhas, com posterior morte das plantas. Os sintomas de branqueamento aparecem inicialmente nas bordas e pontas das folhas e são mais evidentes em folhas novas.

Metabolismo e seletividade

A sensibilidade das plantas ao DKN é determinada pela capacidade de absorção

das plantas (que ocorre principalmente pelas raízes) e pela capacidade que as diferentes plantas têm em metabolizar o produto. Diferenças entre absorção e metabolismo determinam a sensibilidade e, muitas vezes, observamos, dentro de uma mesma cultura, diferentes níveis de sensibilidade nas diferentes cultivares. Rápida absorção e metabolismo lento aumentam a sensibilidade ao DKN.

As culturas que têm apresentado boa tolerância ao DKN são o milho, a cana-de-açúcar e a batata.

O milho rapidamente se desintoxica através de hidrólise, com a quebra do anel isoxazole, que interrompe a atividade herbicida. Outras plantas tolerantes ao DKN também usam este mecanismo de desintoxicação. Plantas sensíveis apresentam um metabolismo mais lento, permitindo acúmulo de DKN, ocasionando a morte das plantas.

Solubilidade

A solubilidade do IFT é de 5 ppm, ao passo que a solubilidade do DKN, que é o metabólito que realmente é absorvido pelas plantas, é de 300 ppm.

Adsorção

O coeficiente de ligação do IFT no solo (K_{oc}) variou de 93 a 165 (média 123), nos solos testados. Com base nestes valores de K_{oc} encontrados, classificamos a adsorção do IFT como fraca a moderadamente fraca, dependendo do tipo de solo.

Mobilidade no solo - IFT x DKN

Para compararmos a mobilidade do IFT e do DKN nos solos, podemos nos utilizar do seguinte exemplo:

- IFT aplicado no solo, com uma lâmina de irrigação de 20 mm, teremos 90% do IFT + DKN na camada de 0-15 mm de solo.
- DKN aplicado no solo, com a mesma lâmina de 20 mm de irrigação, teremos baixa porcentagem de DKN na camada de 0-15 mm de solo e 60% do DKN será encontrado na camada entre 16-55 mm de solo. Logicamente, estes valores poderão apresentar infinitas combinações, nos diferentes tipos e condições de solos.

Foto-decomposição

O IFT é muito pouco foto-decomposto na superfície do solo.

Ponto de fusão

O ponto de fusão do IFT é de 135°C.

Volatilidade

A pressão de vapor do IFT é de $7,5 \times 10^{-9}$ mm Hg($1,0 \times 10^{-6}$ PA), que o classifica como não volátil.

Meia vida

A meia vida do IFT (20°C) é de 20 horas, a 30% da capacidade de campo, e de 60 horas, a 15% da capacidade de campo.

A conversão do IFT em DKN aumenta, com o aumento da temperatura e umidade do solo.

A meia vida do DKN em solos arenosos é de, aproximadamente, 20 dias e, em solos médios e argilosos, em torno de 40 dias.

Toxicologia

Todas as empresas, quando registram novos pesticidas, desenvolvem uma série de testes para determinar a toxicidade potencial dos produtos em diversos grupos: humanos, vida selvagem e vida aquática.

De acordo com estes testes, o IFT apresenta baixos níveis de toxicidades aguda e crônica e baixo risco ambiental. A classe toxicológica do produto técnico é III.

Toxicidade aguda

Aguda oral LD50	Ratos	> 5.000 mg/Kg
Aguda dermal LD50	Coelhos	> 2.000 mg/Kg
Inalatória	Ratos	> 5,23 mg/ℓ
Irritação dermal	Coelhos	nenhuma
Irritação ocular	Coelhos	mínima

Toxicidade crônica

De acordo com os testes realizados, IFT é não clastogênico e não mutagênico.

Ecotoxicologia

"Daphnia"	Não tóxico na máxima solubilidade.
"Bluegill Sunfish"	Não tóxico na máxima solubilidade.
"Sheepshead Minnow"	Não tóxico na máxima solubilidade.
"Eastern Oyster"	96h EC_{50} = 3,4 mg/ℓ
"Mysid Shrimp"	96h EC_{50} = 18 µg/ℓ

Aves	Classificação epa
Codornas	Praticamente não tóxico.
Pato selvagem	Praticamente não tóxico.

Benéficos

Minhoca	Praticamente não tóxico.
Abelhas	Praticamente não tóxico.

Controle das ervas daninhas

O isoxaflutole, ao longo dos últimos 5 anos, tem sido investigado pela Rhône Poulenc de maneira exaustiva, sozinho ou em combinação com outros herbicidas. De modo geral, o IFT tem apresentado, em condições de clima tropical, excelentes resultados de controle de gramíneas anuais e perenes, provenientes de sementes. O controle de algumas folhas largas, dependendo das doses utilizadas, também tem se demonstrado satisfatório e, em alguns casos, é apenas regular. Podemos afirmar que, para as condições de clima e solos brasileiros, o IFT comporta-se como um excelente graminicida e um produto de bom a regular para o controle de folhas largas.

As principais gramíneas controladas pelo isoxaflutole são a *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria horizontalis*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica* e *Panicum maximum*, e as principais folhas largas são as *Portulaca oleracea*, *Amanthus* sp, *Sida* sp e *Ipomoea* sp.

Marcas comerciais

Após inúmeros estudos conduzidos pela Rhodia Agro no Brasil com o IFT e, uma vez estabelecida a tolerância das culturas, concluímos que, para a cultura do milho, necessitaríamos de um parceiro para complementar a ação do IFT sobre as folhas largas e, dentre todos os produtos testados, o atrazine apresentou o melhor sinergismo. Assim, foi criada a marca Alliance, que contem 34 + 830 g i.a./kg de isoxaflutole + atrazine, na formulação WG.

A marca comercial Provence, que contem 750 g i.a./kg de isoxaflutole na formulação WG, foi desenvolvida para a cultura do milho para as áreas que apresentam infestações apenas de gramíneas; para a cultura da cana-de-açúcar, foi desenvolvido isoladamente ou combinado com diuron ou ametrine em "tank mix".

Doses e níveis de controle das ervas

Milho (Alliance, Provence)

Tratamentos	Doses (g i.a/ha)	Gramíneas - Solos Médios e Pesados											
		BRADE		BRAPL		DIGHO		PANMA		CCHEC		ELEIN	
IFT + atrazine	51 + 1245	M	M	S	M	A	A	A	M	S	M	A	S
Isoxaflutole	60	M	M	S	S	A	A	A	S	S	S	A	S
IFT + atrazine	68 + 1660	M	M	A	S	A	A	A	A	A	S	A	A

Tratamentos	Dose (g i.a/ha)	Folhas Largas - Solos Médios e Pesados											
		EPHHE		IPOSP		BIDPI		COMBE		SIDSP		AMASP	
Isoxaflutole	60	M	P	M	P	M	P	M	P	M	M	S	M
IFT + atrazine	51 + 1245	S	M	A	M	S	M	A	M	A	S	A	S
IFT + atrazine	68 + 1660	A	S	A	S	A	A	A	S	A	A	A	A

A = Altamente Suscetível (> 95% de Controle); S = Suscetível (85 - 95%); M = Medianamente Suscetível (50 - 85%); P = Pouco Suscetível (< 50%); T = Tolerante (0%).

Cana-de-açúcar (provence)

Doses

As doses que serão apresentadas a seguir não correspondem exatamente às doses do registro, que, no futuro, deverão sofrer pequenos ajustes.

Cana soca - época seca

Produto (Doses g i.a./ha)	Solos		
	Arenosos	Médios	Argilosos
Isoxaflutole	150	187,5	225

Cana soca e cana planta - época úmida

Produtos (Doses g i.a./ha)	Solos		
	Arenosos	Médios	Argilosos
Isoxaflutole	75	9,37	112,5
IFT + ametrine (pós)	75 + 1250	93,7 + 1500	112,5 + 1750
IFT + diuron (pré)	75 + 1250	93,7 + 1500	112,5 + 1750

Eficácia

Cana soca - época seca

Produto	Controle de Gramíneas					
	DIGHO	ELEIN	BRAPL	BRADE	PANMA	CCHEC
Isoxaflutole	S	A	A	A	A	S

Produto	Controle de Folhas Largas				
	POROL	SIDSP	AMASP	IPOSP	COMB
Isoxaflutole	A	S	A	M	M

Cana soca e cana planta - época úmida

Solos arenosos, médios e argilosos

Produtos	Controle de Gramíneas					
	DIGHO	ELEIN	BRAPL	BRADE	PANMA	CCHEC
Isoxaflutole	S	A	A	A	A	S
IFT + diuron (pré)	S-A	A	S-A	S-A	A	S
IFT + ametrine (pós)	S-A	A	S-A	S-A	A	S

Produtos	Controle de Folhas Largas				
	POROL	SIDSP	AMASP	IPOSP	COMBE
Isoxaflutole	A	S	A	M	M
IFT + diuron (pré)	A	A	A	S-A	S-A
IFT + ametrine (pós)	A	A	A	S	S

A = Altamente Suscetível (> 95% de Controle); S = Suscetível (85-95%); M = Medianamente Suscetível (50-85%); P = Pouco Suscetível (< 50%); T = Tolerante (0%).

Outras informações estaremos disponibilizando e complementando durante a nossa apresentação, no decurso do XXI Congresso Brasileiro de Ciência das Plantas Daninhas.

Até lá! Estaremos aguardando a sua visita em nosso "stand".

FALCON, ROBUST E SURPASS: NOVAS OPÇÕES DE HERBICIDAS SELETIVOS PARA USO EM CULTURAS DE SOJA, FEIJÃO E MILHO, RESPECTIVAMENTE

Guimarães, F.B.*

*Zeneca Brasil Ltda., CP: 55094, 04799-970, São Paulo-SP.

Zeneca é uma empresa de biosciência, atuando internacionalmente nas áreas de agroquímicos, farmacêutica e de especialidades.

Falcon, Robust e Surpass fazem parte de um grupo de novos produtos para uso agrícola que vêem sendo desenvolvidos pela Zeneca Brasil nos últimos anos. São produtos herbicidas que complementam o portifolio da companhia e estão disponíveis para uso no mercado agrícola. Estes produtos foram desenvolvidos respectivamente para as culturas de soja, feijão e milho, tendo cada um deles características agronômicas que facilitam a condução da atividade agrícola, especialmente no tocante ao controle eficaz de plantas daninhas invasoras destas culturas.

Falcon é um herbicida graminicida sistêmico pós-emergente. Seu ingrediente ativo é butroxydim, formulado como grânulos dispersíveis em água, WG, contendo 250 g.i.a./kg, sendo o primeiro graminicida no Brasil disponível neste tipo de formulação. Pertence ao grupo químico das ciclohexanodionas, cujo mecanismo de ação é o da inibição da síntese de lipídios, inicialmente interferindo no comportamento da enzima acetyl-CoA carboxilase (ACCase). Falcon apresenta classe toxicológica III - faixa azul, sendo considerado um produto medianamente tóxico. Falcon é seletivo a diversas culturas latifoliadas tais como: soja, feijão, algodão; amendoim; beterraba; batata; girassol; lentilhas; ervilhas e alfafa. No Brasil está sendo registrado para a cultura da soja.

Falcon é eficiente num amplo espectro de invasoras gramíneas, anuais e perenes, de importância na agricultura brasileira. Logo após a sua aplicação, butroxidym move-se rapidamente via floema para os pontos de crescimento, cessando o desenvolvimento das plantas sensíveis, sendo, logo após alguns dias, facilmente identificável, na região meristemática, os primeiros sintomas da ação do produto. A observação do meristema apical de uma planta da espécie *Echinochloa*, através do uso de microscopia eletrônica (imagem na tela), permite acompanhar a total destruição do desenvolvimento celular dos novos tecidos vegetais ocasionado pela ação de butroxydim.

Sua dose registrada é de 25 a 94 g.i.a./ha sendo a recomendação dependente da sensibilidade e do estágio de desenvolvimento da invasora. Falcon é eficiente para o

controle das principais gramíneas infestantes das lavouras brasileiras, exemplificando-se as seguintes espécies : *Brachiaria plantaginea**, *Brachiaria decumbens**; *Digitaria horizontalis**, *Digitaria insulares*; *Digitaria sanguinalis; Cenchrus echinatus**; *Eleusine indica; Panicum maximum*; *Pennisetum setosum; Pennisetum americanum*; *Echinochloa crusgalli*; *Sorghum halepense*; aveia e milho voluntários* (* = plantas daninhas já registradas no Brasil). Para a grande maioria das gramíneas anuais, Falcon pode ser aplicado até estádios de 6 perfilhos, procurando-se contudo realizar a aplicação antes da fase crítica da matocompetição com a cultura.

Falcon deve ser aplicado com a adição à calda de pulverização, de adjuvante específico, nome comercial Nimbus, recomendado a 0,5% v/v.

Falcon apresenta amplo perfil de compatibilidade com fomesafen, e limitado com bentazon ou chlorimuron, sendo a compatibilidade com estes produtos dependente da espécie daninha a ser controlada.

Robust é um herbicida pós-emergente, com controle simultâneo de diversas espécies de invasoras gramíneas e de folhas largas, tendo sido desenvolvido especialmente para a cultura do feijão, apresentando excelente seletividade a mesma, podendo ser aplicado desde os primeiros estádios de desenvolvimento da cultura. Robust possui 200 g.i.a/L de fluazifop-p-butil e 250 g.i.a./L de fomesafen, classificado como classe toxicológica III - faixa azul, sendo considerado um produto medianamente tóxico. Estas características por si só já o tornam o herbicida pós-emergente mais completo para uso no feijoeiro, oferecendo um controle de plantas daninhas de forma eficiente, prática e econômica. Robust apresenta uma formulação avançada, sendo uma microemulsão - ME, contendo também um complexo de tensoativos (emulsificantes), apresentando-se as partículas dos ingredientes ativos finamente distribuídas, menores e densas, que levam o produto a uma excelente homogeneidade e estabilidade na calda de pulverização, ótima distribuição sobre o alvo biológico e uma maior facilidade/rapidez de absorção pela planta, reduzindo perdas por evaporação, permitindo com que se dispense a adição de adjuvantes.

A dose registrada de Robust varia de 0,8 a 1,0 L/ha, dependendo da espécie a ser controlada. Robust é eficiente no controle de diversas espécies , como por exemplo: *Brachiaria plantaginea**, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis**, *Cenchrus echinatus**, *Eleusine indica**, *Euphorbia heterophylla**, *Bidens pilosa**, *commelina benghalensis**, *Raphanus raphanistrum**, *Borreria latifolia**, *Amaranthus hybridus**, *Nicandra physaloides*, *Borreria latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Emilia sonchifolia*, *Ageratum conyzoides*, milho e aveia voluntários. A proximidade ao estádio recomendado de desenvolvimento das invasoras de folhas largas normalmente determinam o início das aplicações com Robust, podendo estas aplicações serem realizadas de uma única vez ou em aplicações seqüenciais.

Surpass é um herbicida pré-emergente seletivo a cultura do milho. Seu ingrediente ativo é acetoclor, formulado como concentrado emulsionável, contendo 768 g.i.a./L, classe toxicológica I - faixa vermelha. Surpass é um herbicida derivado das amidas, pertencendo a um grupo de produtos inibidores dos pontos de crescimento. Surpass é absorvido durante o processo germinativo das sementes das invasoras, interferindo em diversos processos bioquímicos da plântula, inibindo a divisão celular agindo sobre um grande número de espécies gramíneas e em algumas folhas largas, exemplificamdo-se as seguintes: *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea**, *Digitaria horizontalis**, *Eleusine indica*, *Echinochloa crusgalli*, *Cenchrus echinatus**, *Commelina benghalensis**, *Amaranthus* spp, e *Bidens pilosa**, entre outras (* = plantas daninhas

já registradas no Brasil). A presença de umidade é necessária para a ativação do produto. Sua dose de registro varia de 2.000 a 4.000 g.i.a./ha, em função da densidade e espécies daninhas, textura do solo e teores de matéria orgânica.

Surpass apresenta um amplo perfil de compatibilidade com herbicidas a base de atrazina, onde a combinação dos dois ingredientes ativos oferece um tratamento em pré-emergência bastante eficiente para o controle de uma ampla gama de invasoras latifoliadas.

Surpass também pode ser utilizado dentro de uma tecnologia já consagrada e de alta eficiência, que associa o uso de um herbicida pré ou pós-emergente, muitas vezes em dose reduzida, com uma aplicação posterior de Gramoxone em jato dirigido, nas entrelinhas da cultura. Esta tecnologia, já adotada em diversas regiões, oferece um bom desenvolvimento da cultura do milho, minimizando ou mesmo eliminando possíveis perdas decorrentes da matocompetição, agregando um maior número de espécies invasoras controladas, permite que a cultura do milho feche no limpo reduzindo a reinfestação das áreas, beneficiando-se também da combinação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, obtendo-se um potente tratamento contra a ocorrência de seleção de ervas e de biotipos resistentes a herbicidas.

A Zeneca agradece a comissão organizadora do XXI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas pela oportunidade de apresentar algumas das características de seus novos produtos herbicidas.

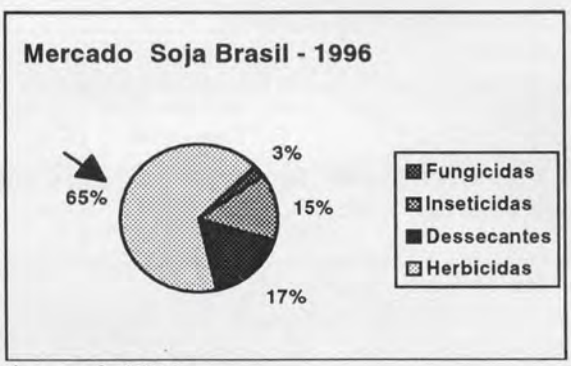
CHART: UM NOVO HERBICIDA PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS DE FOLHAS LARGAS NA CULTURA DA SOJA

R & D Novartis*

*Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento - São Paulo-SP.

Mercado brasileiro de soja

Ocupando uma área total cerca de 11,0 milhões de hectares, a soja é a Cultura mais importante do país , representando aproximadamente 30% do mercado total de produtos destinados à Proteção de Plantas, estimado em US$ 1,8 bilhões. Deste total 68% é representado por herbicidas. Possuindo um alto nível de tecnologia os níveis de produtividade da Soja Brasileira são comparáveis ou superiores às melhores do mundo.



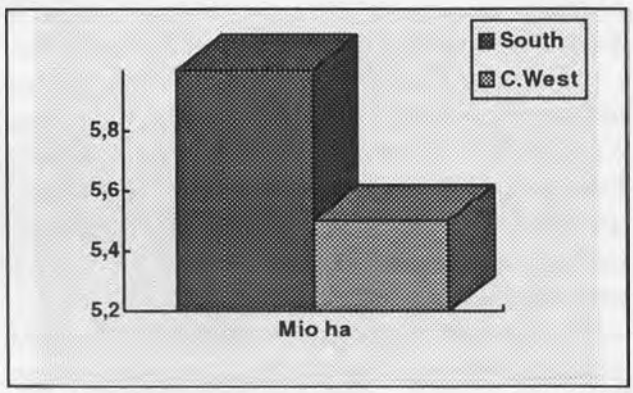
Ano ref. 1996.

Tendo sido introduzida na região Sul a cultura da Soja encontra-se ainda em fase de expansão por todo o Brasil. Regiões como Goiás, Mato Grosso do Norte, Bahia e outros, anos atrás vistas como terras de total inaptidão agrícola, representam hoje o principal potencial de expansão desta cultura.

Face a características específicas regionais (solo, clima e outros como por exemplo plantas daninhas infestantes), podemos dizer de uma maneira simplificada que a Soja no Brasil está hoje distribuída entre duas grandes regiões:

Regiões Sul e Centro-Oeste

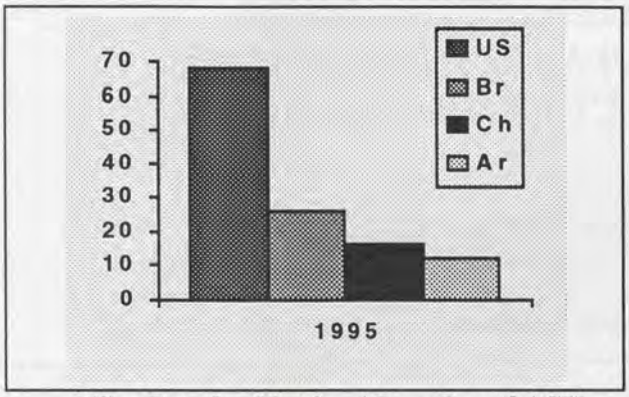
- **Área - Brasil - 11,0 mio ha**



O Centro-Oeste tem apresentado um crescimento contínuo em área plantada bem como em utilização de alta tecnologia. Com grandes áreas planas representa na atualidade, um alto potencial para o negócio agrícola como um todo em especial Soja.

O Brasil é o segundo produtor Mundial de soja. O gráfico abaixo mostra a comparação com os principais produtores de soja.

• Principais produtores mundial (Mio ton)



US = Estados Unidos / Br = Brasil / CH = China /Ar = Argentina

A soja e a competição das plantas daninhas

Tal como todas as demais espécies cultivadas, a produtividade da Soja é conseqüência de um sistema produtivo o qual necessita ser sempre encarado de forma integrada com todos os fatores controláveis de influência na produção. Neste contexto o controle adequado de plantas daninhas é fator "chave" para a garantia de um bom Rendimento/Produção.

Plantas daninhas tais como *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, *Cenchrus*, *Euphorbia heterophyla*, *Bidens pilosa*, *Desmodium tortuosum*, *Sida* spp., *Amaranthus* spp., etc. formam o grande contingente de obstáculos à boa produtividade.

Diferindo dos graminicidas os quais apresentam na maioria das vezes um espectro suficiente para atender às necessidades do usuário, os tratamentos herbicidas para folha larga principalmente os Pós emergentes, face a ocorrência de diferentes espécies em uma mesma área usualmente demandam pelo uso de misturas para um mais eficiente controle.

CHART é a marca comercial de um novo herbicida desenvolvido pela Novartis para o controle de plantas daninhas na cultura de soja, sendo a partir da liberação de seu registro opção que irá complementar as recomendações de controle de flora mista dicotiledôneas nesta cultura.

• Principais características

Nome comercial: CHART
Ingrediente ativo: OXASULFURON
Grupo químico: Sulfonilurea
Código durante desenvolvimento: cga277476
Formulação: GRDA 750 (750 g.a.i./kg)
DL50 oral rats (a.i.) > 5.000 mg/kg
DL50 dermal rats (a.i.) > 2.000 mg/kg
CL50 (96 hs) Rainbow fish, trout > 116 mg/kg
Degradação: Hydrolysis, Biological (Rápida)
Cultura recomendada: Soja
Doses: = 60 g a.i./ha (padrão)
(80 g da formulação comercial CHART/ha) (Puro)
(60 g da formulação comercial CHART quando em mistura).

• Características quanto à Biologia:

Seletivo para a Cultura de SOJA
Atividade Pós Emergente das Invasoras
Predominante Ação Foliar
Apresenta Translocação
Ação sobre FOLHAS LARGAS
Ação Lenta
Morte ou forte inibição das plantas daninhas alvo.

• Características quanto a impacto ambiental:

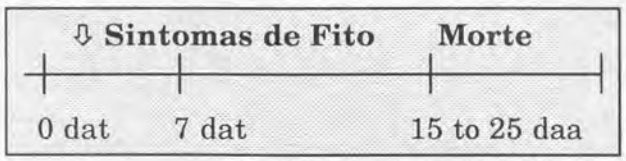
Reduzido risco - face baixas doses recomendadas, associado a características de rápida degradação.

Modo de ação

O modo de ação das Sulfonilureas ocorre através da inibição do processo de bio-síntese dos aminoácidos causados pela

inibição da síntese da Aceto Lactase Sintase (ALS). A redução nos aminoácidos promove também a redução na síntese de proteínas e conseqüentemente promove uma inibição de crescimento, ação esta, bastante característica em produtos deste grupo químico.

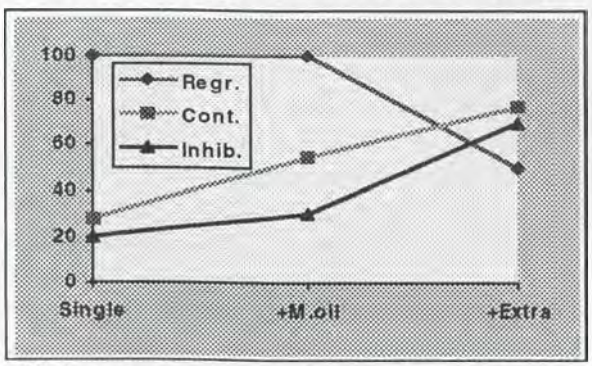
No campo, os sintomas gerais começam com a inibição de crescimento, seguido de chlorose. Por volta de 7 dias após a aplicação evidencia-se necrose na zona de crescimento. Em plantas sensíveis a morte ocorre de 15 à 25 dias após a aplicação.



Entretanto, algumas espécies apresentam uma maior tolerância, mostrando alguns dias depois, após uma preliminar inibição, uma forte rebrota, mesmo quando essas espécies apresentam-se completamente necrosadas. Esta rebrota poderá ocorrer principalmente nas seguintes espécies:

Euphorbia heterophyla, *Sida rhombifolia*, *Ipomoea* spp, e algumas outras de menor importância.

***Euphorbia heterophyla* (4 folhas)**
Rebrota - Controle - Inibição aos 30 daa



(Todas essas ervas apresentam os mesmos sintomas)

Com relação à essa rebrota, típica nessas espécies, tem-se como provável origens aquelas relacionadas as características das Sulfuniluréias de translocação através do floema. Face a ocorrência destas rebrotas, CHART NÃO é recomendado para tratamento puro para controle destas plantas, apesar de em condições de baixa infestação dessas espécies, e sob circunstâncias favoráveis que contribuam para um rápido fechamento da cultura, um bom controle possa ser obtido.

Compatibilidade com Dicotkillers

Oxasulfuron (CHART) pode ser misturado com todos os herbicidas para controle de plantas daninhas de Folhas Largas atualmente registrados e recomendados para soja.

- **Produtos testados no Brasil:**

– Cobra 240 EC (Lactofen - AgrEvo)
– Pivot 100 SA (Imazethapyr - A. Cyanamid)
– Flex 250 SA (Fomesafen - Zeneca)
– Basagran 480 SA (Bentazon - BASF)
– Blazer 170 SA (Acifluorfen - BASF)

- **Outros produtos: (testados com boa compatibilidade)**

– Sweeper 70 WG* (Imazamox - A. Cyanamid)
– Roundup 360 (salt ISO Glyphosate - Monsanto)
– Dual 960

* Em fase de registro

Compatibilidade com graminicidas

As gramíneas não são controladas por Oxasulfuron, entretanto no caso específico do capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*), em vários ensaios de campo constatou-se uma forte ação de inibição deste capim até cerca de 10-15 dias após aplicação.

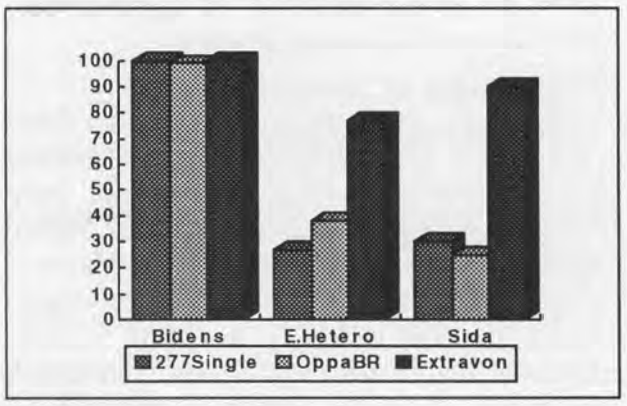
Neste prazo observa-se uma significativa diferença no estágio de desenvolvimento desta espécie quando compara-se plantas tratadas e não tratadas.

Esta ação parcial sobre as gramíneas traz por outro lado o inconveniente de incompatibilidade, observada também com outros herbicidas para controle de folhas largas, quando tenta-se aplicar Oxasulfuron em mistura de tanque com Graminicidas. A situação ideal beneficiada pela ação inibitória de Oxasulfuron sobre gramíneas é espaçar a aplicação do Graminicida após o tratamento com Oxasulfuron de 10 a 15 dias.

Aditivos

Prática usual dentre os agricultores que utilizam tratamentos Póes emergentes, CHART foi testado junto a todos os aditivos disponíveis no mercado local. Incremento na atividade é observada quando adiciona-se aditivo não-iônico.

CHART a 80 g + aditivo óleo minera e Extravon



Apesar de sobre plantas daninhas sensíveis como Bidens não mostrarem diferenças no controle, plantas de mais difícil controle tais como *Sida* e *Euphorbia* tornam-se mais sensíveis quando de tratamentos com aditivos não-iônico.

Fitotoxicidade

Às doses recomendadas e sob prescrição, CGA 277476 é um produto seguro para soja. Em algumas variedades uma leve inibição de crescimento foi observada durante a primeira semana, a qual em algumas situações foi acompanhada de um leve amarelamento. Esses sintomas desaparecem por completo em 15 dias com uma vegetação normal e sem danos à produção.

Doses

Testado em uma grande amplitude de doses, os resultados mais consistentes foram obtidos à 60 g de Oxasulfuron/ha (= 80 g CHART/ha).

Em misturas de tanque com diferentes outros herbicidas resultados consistentes são obtidos em misturas de 60 g de CHART equivalente a 45 g de Oxasulfuron)

Momento de aplicação ("Timing")

O melhor resultado com CHART é obtido quando as dicotiledoneas apresentam-se com 2 à 4 folhas.

Volume de água

Nenhuma diferença significativa foi observada quando CHART foi aplicado com volumes variáveis de água, entretanto, com o objetivo de prevenir quaiquer dúvidas no campo, recomendamos não aplicar CHART com menos de 100 litros por hectare.

Influência de condições de estresse

Não aplicar CHART caso esteja ocorrendo qualquer condição de estresse de água (deficiência hídrica).

Aplicações com uma baixa umidade relativa do ar são também uma limitação para uma completa absorção do produto pela planta daninha. Aplicações devem sempre ser evitadas quando a umidade relativa do ar for inferior a 55%.

Sempre espere que as ervas daninhas tenham recuperado totalmente suas condições vegetativas sempre que após um curto período de seca, quando algumas ervas já estejam demonstrando sintomas de deficiência de água, ocorra uma pequena precipitação pluviométrica.

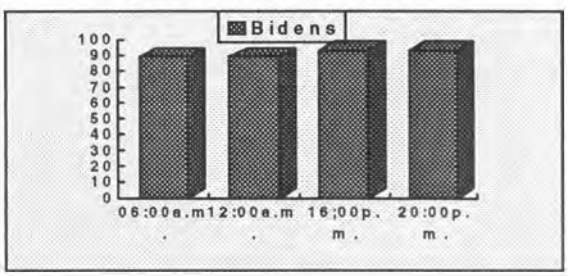
Horário de aplicação

Em tese podemos efetuar aplicações em qualquer horário, desde que as condições assim o permitam. As maiores limitações são sempre relativas à:

1) umidade relativa do ar,
2) deficiência hídrica no solo.

Aplicações devem ser evitadas no período da manhã, sempre que em situações de orvalho, face contribuir para a não fixação da pulverização sobre as folhas.

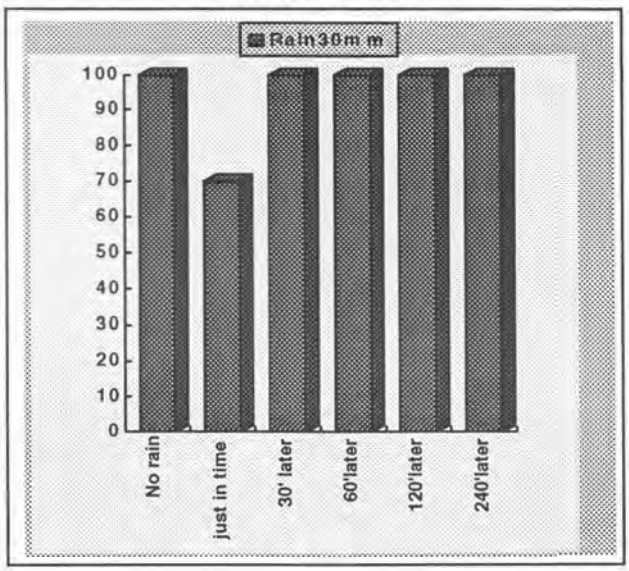
Horário de aplicação



Influência da chuva após aplicação

Resultados obtidos em um ensaio específico com o objetivo de avaliar a influência da chuva (simulação), mostraram que 30 mm de chuva ocorrendo a partir de 30 minutos após a aplicação não afeta a atividade biológica do CGA 277476, nas condições em que este ensaio foi instalado, tais como tempo claro, alta temperatura (> 30°C), boa umidade do solo, boa umidade relativa do ar.

Controle de Amaranthus viridis 80 g CHART 35 dat



Perfil biológico

Perfil Biológico CGA 277476 - CHART 75GRDA
Novartis Agro - R&D WCO - 97

Codificação Cor / Amplitude de controle	Vermelho - 0 to 70%	Amarelo - 70 to 90	Verde - > 90%
Plantas daninhas	Nº de folhas	CGA277476	Inibição
Dose: (a.i.)		60 g/ha	
Acanthospermum hispidum	4 to 6	***	
Acanthospermun australe	2 to 6	**	
Ageratum conizoides	2 to 6	***	
Amaranthus hybridus	4 to 6	***	
Bidens pilosa	4 to 6	***	
Blainvillea rhomboidea	2 to 4	***	
Brachiaria plantaginea	1 to 2	*	**
Commelina bengalensis	4 to 6	*	**
Desmodium tortuosum (Ex purpureum)	2 to 6	***	
Euphorbia heterophyla	2 to 4	*	**
Hyptis lophanta	2 to 6	**	
Hyptis suaveolens	2 to 6	**	**
Indigophora hirsuta	3 to 4	*	
Ipomoea grandifolia	2 to 6	*	**
Melampodiun perfoliatum	2 to 6	***	
Nicandra physaloides	2 to 6	*	**
Parthenium hysterophorus	4 to 6	***	
Phyllanthus corcovadensis	2 to 4	**	
Portulacca oleraceae	2 to 4	**	
Raphanus raphanistrum	2 to 6	***	
Sena obtusifolia (ex Cassia tora)	até 2 fls.	**	
Sida rhombifolia	2 to 4	*	**
Tagetes minuta	2 to 4	***	
Tridax procumbens	2 to 6	*	
Xantium cavanilesii	2 to 6	***	

- Prev. c/ subs. Diretos = Área limpa e subsolo ok

- Transferidor: | Trator. / Costais

* Agric. de Precisão = GPS p/ tudo (Fert. / Umid. / PG, DG, PD, FE, FL

↳ p c/ j-dic. p/ o pulverizador. Aplica só/ na área infestada

↳ p/ futuro,

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

Fabio Pernassi Torres*

*Engº Agrº - Deptº Marketing - Máquinas Agrícolas Jacto S/A

A Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é definida como a colocação de um produto biologicamente ativo **no alvo, na quantidade certa, de forma econômica, e sem contaminar o meio ambiente**. Vários avanços têm surgido nesta área, mostrando uma crescente preocupação dos fabricantes em apresentar não só equipamentos mais precisos, mais econômicos, como também pulverizadores que tragam maior segurança ao aplicador e menor risco de contaminação ao meio ambiente.

Os avanços mais recentes na Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários são:

Monitores e controladores eletrônicos de pulverização:

Os monitores são equipamentos eletrônicos que, instalados no pulverizador, indicam área tratada, volume de pulverização, quantidade de calda gasta, tempo total de pulverização, etc. Com estes monitores é possível ter todos os dados relativos à operação de aplicação de produtos fitossanitários, obtendo maior eficiência nesta operação e também monitorando todos os custos envolvidos (R$/ha, ha/hora, etc.).

Os controladores eletrônicos de pulverização além de indicar todos os dados relacionados à aplicação, ainda controlam eletronicamente o pulverizador, para que aplique exatamente o volume de calda desejado, independente da velocidade de caminhamento do trator. Isto significa maior precisão na aplicação, melhor resultado do produto aplicado e também melhor retorno econômico nesta operação. Este tipo de acessório é muito importante em Plantio Direto, onde os volumes de calda por hectare são cada vez menores (100 L/ha, 70 L/ha e até mesmo 50 L/ha) e exigem maior precisão do pulverizador, pois qualquer erro pode trazer resultados desastrosos.

Comando mecânico de volume constante:

Existem também comandos mecânicos que mantém o volume de pulverização constante, independente da velocidade de caminhamento do trator. Estes comandos são extremamente simples de trabalhar, permitindo que qualquer operador possa utilizá-los. São muito úteis em situações onde possa ocorrer mudança na velocidade da aplicação, como ao cruzar terraços de base larga ou curvas de nível, taipas ou pulverização em declive. Estes comandos são muito importantes também quando se

utilizam volumes muito baixos de calda, como na aplicação de herbicidas em Plantio Direto.

Barras assistidas à ar:

Um dos mais importantes avanços da Tecnologia de Aplicação é a utilização de barras assistidas à ar. São barras de pulverização onde há uma "cortina de ar" ao lado dos bicos, direcionada às plantas, a uma velocidade de cerca de 90 km/h. A função deste sistema é minimizar a deriva (reduz cerca de 50%, de acordo com trabalho de M.J. May - Morley Research Center - Inglaterra), aumentar a produção diária por não precisar parar a aplicação devido ao vento, melhorar a penetração dos produtos fitossanitários na cultura (o mesmo trabalho de M.J. May mostra aumento na deposição na face superior das folhas de 51% e aumento de 62% na face inferior das folhas).

A utilização da barra assistida à ar além de melhorar a qualidade da aplicação reduz os riscos de contaminação do aplicador e do meio ambiente.

Marcadores de linha:

São equipamentos que geram flocos de espuma, indicando a área onde já foi aplicado o herbicida. Trabalho realizado pelo Prof. Tomomassa Matuo, da Unesp - Jaboticabal, mostrou que em 10% da área tratada não houve aplicação de herbicida por erro de direcionamento do tratorista. Em muitos casos ocorre o inverso, ou seja, sobreposição de aplicação. O marcador de linha evita este tipo de erro, trazendo maior precisão na aplicação e maior economia ao agricultor.

Lavador de embalagens:

Um dispositivo instalado no incorporador de defensivos permite que, após esvaziar a embalagem de defensivos, ela seja lavada sob alta pressão, retirando 99,9% dos resíduos (conforme trabalho de Reni Kunz, Yasuzo Ozeki, Rubens J. Atti e João F.M. Fava), o que é suficiente para descartar as embalagens como rejeito comum, nos padrões estabelecidos pela Holanda e França.

Bicos especiais para aplicação com baixa deriva:

São bicos que produzem gotas grandes, mesmo com baixas vazões. Reduzem em até 58% a porcentagem de gotas menores que 100 micra, quando comparados com bicos convencionais. São os bicos ideais para se aplicar herbicidas, em regiões sujeitas à ventos amenos.

Bicos de jato plano de baixo custo:

Uma nova geração de bicos de material plástico (Kematal) de baixo custo, alta precisão e grande durabilidade vai permitir aos agricultores trocar com mais freqüência os bicos de pulverização, obtendo melhor qualidade na aplicação. A aplicação de herbicidas, principalmente em Plantio Direto, é uma operação que exige bicos em ótimo estado para que se obtenha os resultados desejados.

Filtros de linha:

A tendência de se utilizar volumes de aplicação cada vez mais baixos, visando melhores resultados na dessecação e maior rendimento operacional dos pulverizadores, leva os agricultores a utilizarem bicos de baixa vazão (110.01, 110.015) que são muito sujeitos ao entupimento. A utilização de filtros de linha evita que os bicos sejam obstruídos, melhorando a qualidade da aplicação.

Porta bicos com bicos múltiplos e sistema antigotejo:

Agiliza a troca de bicos, além de evitar o desperdício de calda por gotejamento.

Válvulas controladoras de pressão, para pulverizadores costais:

São válvulas que, instaladas no pulverizador costal, mantém a pressão constante, melhorando a qualidade da aplicação, a uniformidade da operação, e diminuindo o esforço de bombeamento do aplicador.

Cabine para proteção e comodidade do operador:

É a valorização do operador, responsável pela eficácia da operação, minimizando também os riscos de contaminação.

Reservatório com água limpa, para lavar as mãos:

Trabalho realizado pela Fundacentro mostrou que 88% dos casos de intoxicação com produtos fitossanitários no Brasil ocorrem no preparo da calda, sendo que em 81% dos intoxicados a via de contaminação foi através das mãos. Um reservatório com água para lavar as mãos reduzirá drasticamente os casos de intoxicação na aplicação de produtos fitossanitários.

Equipamentos de proteção individual:

Equipamentos e vestuários adequados para cada condição de uso tornam-se cada vez mais importantes para a efetiva proteção ao operador. Muitas pesquisas nesta área tem sido feitas pelo Dr. Joaquim Gonçalves Machado Neto, da Unesp - Jaboticabal.

Sistemas de limpeza do equipamento:

Alguns pulverizadores são dotados de bombas e tanques auxiliares para lavar o próprio pulverizador. São recursos para proteção do operador e do próprio meio ambiente. O objetivo é facilitar a limpeza da máquina, deixando-a com o mínimo de contaminação de produtos químicos.

Sistema para diluição do agroquímico no circuito de líquido:

O objetivo é contaminar o mínimo possível os componentes do equipamento com os produtos fitossanitários. Diluir o produto o mais próximo possível dos bicos evita a contaminação de muitos componentes, como tanque e bomba, além de evitar a sobra de produto no tanque, que pode trazer riscos de contaminação ambiental. Com este sistema, chamado de injeção direta, a água que sobrar no tanque pode ser devolvida à fonte, e o produto fitossanitário restante pode ser armazenado.

Treinamento:

Os elementos envolvidos na execução desta tarefa precisam ser treinados para acompanhar a implementação de novas tecnologias. Nos países em que os operadores de equipamentos tem baixo nível cultural esse treinamento é fundamental. Se não houver treinamento a tecnologia de aplicação avançará muito devagar. A aplicação de produtos fitossanitários requer cuidados para evitar a intoxicação do operador e a contaminação do meio ambiente, além da regulagem e uso correto do equipamento. No Brasil o SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) tem treinado cerca de 50.000 operadores por ano, para capacitá-los a aplicar corretamente os produtos fitossanitários.

Utilização de Sensores:

Em fruticultura a utilização de sensores que localizam as plantas evita a aplicação de inseticidas e acaricidas no vão livre entre plantas. Estes sensores tem

trazido uma economia, em média, de 15% de produtos fitossanitários.

A maioria destes avanços mencionados já está disponível ao mercado brasileiro. Devemos lembrar que qualquer inovação tecnológica nos pulverizadores deve ser seguida de treinamento específico ao operador do equipamento.

Em nível científico, os mais avançados centros de pesquisa do mundo vem estudando a aplicação do GPS (Global Posicion System) em pulverização. O GPS é um aparelho que, através de satélite, fornece a exata localização no globo. Através da utilização do GPS é possível monitorar os diversos tipos de ervas daninhas dentro da propriedade, e através de um pulverizador altamente sofisticado, aplicar determinado herbicida em um local, outro herbicida mais adiante, e mistura deles em outra área, de acordo com o mapa das ervas presentes na propriedade. É possível também, através da utilização do GPS, mapear o solo quanto ao teor de matéria orgânica, e em cada parcela da propriedade aplicar determinada concentração de herbicida na calda.

É claro que um equipamento deste ainda é trabalhado em nível de pesquisa, e têm um custo elevadíssimo, mas nos indica o rumo que a aplicação de produtos fitossanitários pode tomar no próximo século. Lembro ainda que um avanço deste deve ser acompanhado de avanço similar no conhecimento necessário ao operador do equipamento, para que a tecnologia utilizada tenha êxito.

MESA REDONDA IV.1

CLORANSULAM-METIL (DE-565) UM NOVO HERBICIDA PÓS EMERGENTE PARA CONTROLE DE ERVAS DE FOLHAS LARGAS SELETIVO À CULTURA DA SOJA

Ricardo Henrique Montewka* & Mário J.E.Von Zuben**

*, **Engª Agrª - Pesquisadores da DowElanco Indl. Ltda.

* marca comercial proposta: Supra* 840 GRDA

O Chloransulam-metil (N-(2-carboximetil-6-clorofenil)-5-etoxi-7-fluoro (1,2,4) triazolo-(1,5c)-pirimidina-2-sulfonamida) pertencente à família química Triazolo pirimidina sulfonanilida, inibe a enzima Acetolactato sintase (ALS) que é uma enzima essencial na síntese dos aminoácidos Valina, Leucina e Isoleucina. Chloransulam-metil pode ser absorvido pelas folhas e raízes das plantas, sendo translocado para os pontos de crescimento.

Chloransulam-metil apresenta uma constante de dissociação (pKa) de 4.81 a 20ºC, e uma solubilidade em água de 3 ppm a pH 5.0, e 184 ppm a pH 7.0.

Chloransulam-metil apresenta um perfil toxicológico adequado ao uso pretendido, com uma toxicidade aguda para ratos extremamente baixa (DL50 = 5.000 mg/kg), baixa toxicidade dérmica aguda para coelhos (DL50 > 2000 mg/kg), não apresentando irritação dérmica e ocular em animais de laboratório

Estudos toxicológicos específicos e os de toxicidade a médio longo prazos mostram que Chloransulam-metil é um produto seguro sem problemas relacionados à oncogenicidade, teratogenicidade, reprodução, mutagenicidade e neurotoxicidade.

Chloransulam-metil é um produto que tem baixa toxicidade aos organismos componentes da cadeia alimentar aquática e terrestre. Testes realizados em peixes, microcrustáceos, minhocas, abelhas, aves, microorganismos de solo demonstraram que, nas condições de uso, é um produto com perfil ecotoxicológico adequado. Por ser um herbicida, Chloransulam-metil é um produto que apresenta toxicidade para algas verdes.

A degradação do Chloransulam-metil no solo se dá principalmente por microorganismos. Sua meia vida no solo, determinada em laboratório varia de 13 a 28 dias.

O Chloransulam-metil será formulado como grânulos dispersíveis em água (GRDA) na concentração de 84%, sendo embalado em sacos hidrossolúveis.

O Choransulam-metil será recomendado para uso pós emergente, na cultura da soja para o controle de plantas daninhas de folhas largas. O produto deverá ser aplicado quando as ervas apresentarem de 2 a 4 folhas.

O produto poderá ser utilizado em condições de plantio convencional e direto nas regiões do Cerrado e Sul do país.

Aplicado a 30 g i.a./ha, o Chloransulam-metil controla eficientemente as seguintes espécies:

Bidens pilosa	Picão-preto
Raphanus raphanistrum	Nabiça
Ipomoea grandifolia	Corda-de-viola
Xanthium strumarium	Carrapichão

Aplicado a 40 g i.a./ha, o Chloransulam-metil controla as ervas anteriormente citadas, mais as seguintes espécies:

Commelina benghalensis	Trapoeraba
Sida rhombifolia	Guanxuma
Sida santaremnensis	Guanxuma
Tridax procumbens	Erva-de-touro
Eupatorium pauciflorum	Botão azul
Parthenium hysterophorus	Losna branca
Ageratum conyzoides	Mentrasto
Leonotis neptifolia	Cordão-de-frade
Acanthospermum hispidum	Carrapicho-de-carneiro
Acanthospermum australe	Carrapichinho rasteiro

O Chloransulam-metil sempre deverá ser aplicado com a adição de 0.2% V/V de um adjuvante não iônico.

Chloransulam-metil mostrou-se seletivo às principais variedades de soja quando plantadas em solos adequados a seu cultivo.

DICLOSULAM (DE-564) UM NOVO HERBICIDA DE SOLO PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS SELETIVO À CULTURA DA SOJA

Mário J.E. Von Zuben* & Ricardo Henrique Montewka**

*, ** Engº Agrº - Pesquisadores da DowElanco Indl. Ltda.

* marca comercial proposta: Spider* 840 GRDA

Diclosulam (N-(2,6-diclorofenil)-5-etoxi-7-fluoro (1,2,4) triazolo (1,5c) pirimidina-2-sulfonamida) pertencente à família química Triazolo pirimidina sulfonanilida, age como inibidor da enzima Acetolactato sintase (ALS) que é uma enzima essencial na síntese dos aminoácidos Valina, Leucina e Isoleucina.

Diclosulam apresenta uma constante de dissociação (pKa) = 4.09 a 20ºC, e uma solubilidade em água de 117 ppm a pH 5.0, e 124 ppm a pH 7.0

Diclosulam apresenta um perfil toxicológico adequado ao uso pretendido, com uma toxicidade aguda para ratos extremamente baixa (DL50 = 5.000 mg/kg), baixa toxicidade dérmica aguda para coelhos (DL50 > 2.000 mg/kg), não apresentando irritação dérmica ou ocular em animais de laboratório.

Estudos toxicológicos específicos e os de toxicidade a médio e longo prazos mostram que Diclosulam é um produto seguro sem problemas relacionados à oncogenicidade, teratogenicidade, reprodução, mutagenicidade e neurotoxicidade.

Diclosulam é um produto que tem baixa toxicidade aos organismos componentes da cadeia alimentar aquática e terrestre. Testes realizados em peixes, microcrustáceos, minhocas, abelhas, aves, microorganismos de solo demonstraram que, nas condições de uso, é um produto com perfil ecotoxicológico adequado. Por ser um herbicida, Diclosulam é um produto que apresenta toxicidade para algas verdes.

No solo, a principal via de degradação do Diclosulam é a microbiana. A sua adsorção no solo decresce com o aumento do pH. A atividade do Diclosulam é aumentada com o aumento do pH e a diminuição do teor de matéria orgânica. Sua meia-vida no solo medida em laboratório varia de 33 a 65 dias. Medições feitas em condições de campo mostram uma meia vida de 22 a 42 dias.

A formulação comercial do Diclosulam será grânulos dispersíveis em água (GRDA) na concentração de 84% embalada em sacos hidrossolúveis.

O Diclosulam será recomendado para a cultura da soja para aplicação em Pré Plantio Incorporado (PPI) e pré emergência das ervas e da cultura (plantio direto e convencional), seguindo o sistema Plante-aplique. O produto será recomendado para o controle de ervas daninhas do cerrado e da região tradicional (Sul).

Nas aplicações em pré emergência, se recomenda que o produto seja aplicado imediatamente após a semeadura da soja. Neste caso, será necessária a ocorrência de

chuvas após a aplicação para que o herbicida seja posicionado na camada de germinação das sementes.

Nas aplicações em PPI, o produto deverá ser incorporado a uma profundidade variando de 5 a no máximo 10 cm.

As doses recomendadas de Diclosulam serão de 20 a 25 g i.a./ha para as seguintes espécies:

Raphanus raphanistrum	Nabiça
Bidens pilosa	Picão-preto
Emilia sonchifolia	Falsa serralha
Amaranthus viridis	Caruru
Acanthospermum hispidum	Carrapicho-de-carneiro
Tridax procumbens	Erva-de-touro

Na dose de 35 g i.a./ha o Diclosulam controla todas as espécies anteriormente mencionadas e as seguintes espécies adicionais:

Euphorbia heterophylla	Leiteiro ou amendoim bravo
Ipomoea grandifolia	Corda-de-viola
I. hederifolia	Corda-de-viola
I. purpurea	Corda-de-viola
I. acuminata	Corda-de-viola
I. quamoclit	Corda-de-viola
Sida rhombifolia	Guanxuma
Sida santaremnensis	Guanxuma
Xanthium cavanillesii	Carrapichão
Acanthospermum australe	Carrapichinho rasteiro
Leonotis nepetifolia	Cordão-de-frade
Desmodium tortuosum	Carrapicho-beiço-de-boi
Hyptis suaveolens	Cheirosa
Mimosa invisa	Dormideira
Chamaesyce hirta	Erva de Sta.Luzia
Portulaca oleraceae	Beldroega
Eupatorium pauciflorum	Botão azul
Ageratum conyzoides	Mentrasto
Croton glandulosus	Gervão branco
Nicandra physaloides	Joá-de-capote
Parthenium hysterophorus	Losna branca
Spermacoce latifolia	Erva quente
Althernantera tenella	Apaga fogo

O Diclosulam apresentou-se seletivo às principais variedades de soja quando plantadas em solos adequados a seu cultivo.

O milho, sorgo, girassol e brássicas não deverão ser plantadas como cultura rotacional de outono, imediatamente após a colheita da soja.

METSULFURON METHYL[1] NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM MANEJO DE INVERNO

Israel Henrique Tamiozo* & Edison Hidalgo**

[1]ALLY®, Herbicida Sistêmico do Grupo da Sulfoniluréias, Comercializado pela DuPont do Brasil S.A.
*, **Engº Agrº da DuPont do Brasil S.A., E_Mail: <tamiozih@a1.bzvx.umc.dupont.com.br>
<hidalge@a1.bzvx.umc.dupont.com.br> CP: 9, 13140-000, Paulínia-SP

Culturas importantes cultivadas no inverno como trigo, cevada, triticale, aveia preta, aveia branca, azevem, etc necessitam de várias práticas culturais, importantes para sua implantação.

Uma das práticas mais importantes no manejo/dessecação de inverno, consiste no controle de plantas daninhas antes da semeadura dessas culturas. Esta prática se torna muito importante, uma vez que não havendo controle dessas plantas daninhas, comprometerá significativamente o desenvolvimento da cultura e conseqüentemente a produção de grãos e/ou massa verde.

Atualmente tem se discutido muito sobre o sistema integrado de lavoura/pecuária na mesma área, a fim de aproveitar melhor o potencial do sistema e aumentar o retorno das propriedades agrícolas. Portanto, a pratica de manejo de inverno, é uma ferramenta essencial para o sucesso deste sistema.

A prática do manejo de inverno, favorece a eliminação de plantas daninhas importantes e de difícil controle como: *Euphorbia heterophyla*, *Sida rhombifolia*, *Commelina benghalensis*, *Borreria alata*, *Richardia brasiliensis* entre outras.

Com o objetivo de trazer mais opções para o agricultor no controle de plantas daninhas no manejo de inverno, a DuPont lançou na última safra o herbicida ALLY para este segmento de aplicação, visando o controle das plantas daninhas de folhas largas, complementando sua utilização já comprovada em pós emergência.

O herbicida ALLY possui muitas características importantes que vieram de encontro às necessidades dos agricultores, como:

- Não volátil - diminuindo problemas de derivas em hortaliças, frutíferas, etc.
- Alta seletividade - permite plantio das culturas imediatamente após a aplicação
- Alta eficiência no controle de plantas daninhas de folhas largas.
- Classe toxicológica III.
- Baixa quantidade de i.a/área aplicada.
- Embalagem de fácil manuseio e transporte.
- Formulação moderna, GRDA em embalagem hidrossolúvel.
- Resolve problemas de descarte de embalagens.
- Menor impacto ao meio Ambiente.

Resumo

Para suportar o posicionamento e recomendação do ALLY no manejo de

inverno, foram conduzidos nas últimas 3 safras de inverno, um total de 140 campos e ensaios nos estados mais produtores de cereais de inverno como Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, nas várias condições de clima, solo, espécies e estádios de desenvolvimento das Plantas Daninhas.

A maioria destes campos foram instalados em áreas de agricultores com pulverizadores de aplicação terrestre tratorizados, em áreas de 1 ha cada com volumes de aplicação variando entre 50 e 300 L/ha.

O ALLY foi utilizado na dose de 2.4 g ia/ha (4 g pc/ha) isoladamente e em misturas com Glifosate ou Sulfosate nas dose de 0.8 até 2.0 L pc/ha, sempre adicionando-se óleo mineral ou vegetal na concentração de 0.3 a 0.5% v/v. Esta mistura sempre visava o controle de espécies folhas largas e gramíneas.

Fitotoxicidade

Não foram observados sintomas de fitotoxicidade na emergência e durante o desenvolvimento das culturas testadas.

Incremento de controle

ALLY a 4 g pc/ha na mistura com Glifosate ou Sulfosate, proporcionou um incremento no controle de várias espécies de ervas, tais como: *Ipomoea* spp (Corda-de-viola/Corriola) - 30%, *Richardia brasiliensis* (Poaia branca) - 45%, *Raphanus raphanistrum* (Nabo) - 20%, *Shonchus oleraceus* (Serralha) - 21%, *Rumex obtusifolius* (Língua-de-vaca) - 18%, *Bowlesia incana* (Aipo bravo) - 30%, *Stachys arvensism* (Orelha-de-urso) - 25% entre outras.

Conclusão

A mistura básica de ALLY 4 g pc/ha com Glifosate ou Sulfosate à 1.0 L pc/ha + óleo mineral ou vegetal na dose de 0.3 a 0.5% v/v, proporciona controles acima de 90% para as seguintes plantas daninhas: *Raphanus raphanistrum* (Nabo), *Spergula arvensis* (Gorga), *Senecio brasiliensis* (Maria Mole), *Bowlesia incana* (Aipo Bravo), *Glycine max* (Soja Tiguera), *Emilia sonchifolia* (Falsa Serralha), *Zea mays* (Milho tiguera), *Bidens pilosa* (Picão preto), *Polygonum convolvulus* (Cipo de veado), *Parthenium hysterophorus* (Losna branca), *Acanthospermum hyspidum* (Carrapicho de carneiro), *Avena sativa* (Aveia), *Polygonum persicaria* (Erva de bicho), *Soliva pterosperma* (Roseta), *Stellaria media* (Stelaria), *Rumex obtusifolius* (Língua de vaca), *Conyza bonariensis* (Buva), *Sonchus oleraceus* (Serralha), *Gnaphalium spicatum* (Macela), *Amaranthus viridis*, *Amaranthus hybridus* (Caruru), *Lollium multiflorum* (Azevem), *Stachys arvensis* (Orelha de urso), *Leonurus sibiricus* (Rubim), *Taraxacum officinale* (Dente de Leão), *Galinsoga parviflora* (Picão branco), *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea purpurea* (Corda de viola), *Euphorbia heterophylla* (Leiteiro), *Silene gallica* (Alfinete da terra), *Brachiaria plantaginea* (marmelada).

No controle de *Sida rhombifolia* (Guanxuma) e *Commelina benghalensis* (Trapoeraba) em estádios iniciais, obtém-se o controle acima de 90% com a mistura de ALLY 4 g pc/ha + Glifosate/Sulfosate de 0.5 a 1.0 L pc/ha + óleo mineral/vegetal 0.3% a 0.5% v/v. Em estádios mais desenvolvidos, aumentar a dose de Glifosate/Sulfosate na mistura para 1.5 L pc/ha.

A utilização do ALLY no sistema integrado de plantas daninhas em manejo de inverno, além das características inerentes de produto de alta tecnologia, vem contribuir com melhor custo/beneficio para uma agricultura mais moderna e competitiva.

ENGENHARIA GENÉTICA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Abreu, A.L.*

*Engº Agrº da Hoechst Schering AgrEvo do Brasil, E-mail: <www.AgrEvo.com.br>

A agricultura moderna está utilizando recursos de biotecnologia para proteger e aumentar a produção agrícola, em sintonia com o conceito de auto sustentabilidade, para fazer face à demanda sempre crescente de alimentos.

Um dos primeiros e mais evidentes recursos que a biotecnologia está trazendo à agricultura é a possibilidade de desenvolver novos sistemas de controle de plantas daninhas, o qual se dá pela inserção, em uma determinada planta de interesse, de um gene que lhe confira resistência à um herbicida não seletivo. Esta tecnologia abre a possibilidade de controlar todas as plantas daninhas, com seletividade ideal à cultura, o que permite por exemplo manejar plantas daninhas que se tornaram resistentes ou que foram selecionadas.

Como exemplo, tome se o caso do sistema Liberty Link®: muito conhecido é o herbicida Glufosinato de Amônio (LIBERTY®), por seu total espectro de ação, pós emergente flexível e de rápida ação dessecante, o que o caracteriza como herbicida para manejo pré-plantio direto, dessecação pré colheita ou controle de plantas invasoras de forma dirigida. Do mesmo microorganismo de solo que naturalmente produz este herbicida, os cientistas da AgrEvo isolaram o gene que confere a habilidade de inativação do produto e, a seguir, o introduziram em plantas as quais, a partir de então, se apresentam de forma inédita totalmente resistentes à ação do herbicida LIBERTY®.

Em cooperação com especialistas em Melhoramento de Plantas, tem sido possível transferir esta nova característica para outras variedades (identificadas como "Liberty Link®") de grande importância ao agricultor. Em resultado tem-se assim a possibilidade de controlar um sem número de plantas daninhas, em aplicação total, pós emergente, com alta seletividade.

O primeiro cultivo no mundo a contar com esta moderna tecnologia foi a Canola no Canadá, em 1995, que sob rápida aceitação já cobre mais de 1 milhão de ha. Em 1997 será a vez do produtores de milho nos EUA.

® Liberty e Liberty Link são marcas registradas da AgrEvo.

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

FUSTAÍNO, M.L.* & ORSI, F. Jr.**

*, **FMC do Brasil Ind. e Com. Ltda., Av. Dr. Moraes Sales, 711 - Campinas-SP

A cana-de-açúcar é uma das mais importantes plantas cultivadas do mundo, estando presente em cerca de 106 países (FAO-1994). No Brasil são plantados aproximadamente 4,50 milhões de ha, sendo que 2,20 milhões encontram-se somente no Estado de São Paulo. As plantas daninhas que infestam essa cultura são inúmeras sendo as da família *Poaceae* as mais constantes e de mais difícil controle. Também a tiririca, *Cyperus rotundus*, que está presente em cerca de 22 % da área, é de difícil controle e é classificada como uma das mais problemáticas, por possuir uma ação alelopática muito intensa. Devido a seu eficiente sistema de reprodução vegetativa por tubérculos, a tiririca é uma das mais agressivas plantas daninhas que infestam os canaviais. Dependendo das condições de fertilidade do solo, da umidade e da temperatura, 3.000 tubérculos/m^2 - 30 t/ha podem ser atingidos (Lorenzi, 1982). Esses tubérculos, em condições inadequadas para sua germinação, podem permanecer em estado de dormência por vários anos. A tiririca, em geral, pode competir com a cana nos primeiros 100 dias após plantio; sendo seu ponto crítico dos 15 aos 75 dias após germinação (Blanco et al., 1981). Seus efeitos alelopáticos podem ser sentidos na redução do stand (perfilhamento), altura e diâmetro dos colmos em intensidade variável com a suscetibilidade da variedade plantada. Estima-se que no Brasil haja uma perda média de 40% na produção das áreas infestadas com tiririca, ou seja, um milhão de hectares aproximadamente.

No controle da tiririca, foram tentados inúmeros métodos, porém os químicos através do uso de herbicidas têm predominado, devido aos melhores resultados apresentados. Até 1995, os produtos utilizados no controle dessa planta daninha e, ao mesmo tempo, seletivos à cana-de-açúcar, apresentavam mais um efeito supressor com pouca ação no banco de tubérculos. Com isso, o controle era imperfeito com rápida reinfestação das áreas aplicadas, atenuando levemente o efeito nocivo da mesma. Os produtos não seletivos utilizados na renovação dos canaviais em conjunto com métodos mecânicos, apesar de apresentarem melhores resultados, têm custos elevados e não proporcionam a desinfestação das áreas e, passados 2 a 3 anos, permitem uma reinfestação das mesmas. Após 1995, novos produtos foram desenvolvidos e registrados, dentre eles, o Sulfentrazone.

Sulfentrazone é um novo herbicida pertencente ao grupo químico das Aril triazolinonas, formulado como suspensão concentrada contendo 500 g de ingrediente ativo por litro, tendo como marca comercial o nome Boral 500 SC.

Sulfentrazone é um novo produto que controla plantas daninhas através de ruptura da membrana celular. Esse processo se dá pela inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO), que atua na biossíntese da clorofila. As plantas daninhas sensíveis a Sulfentrazone emergem do solo tratado, absorvem o produto pelas raízes e folíolos e, na presença da luz, o PPO sofre uma perioxidação lipídica com conseqüente ruptura da membrana celular, necrose dos tecidos foliares e morte da plântula. Nas aplicações pré-emergentes, a absorção principal é feita pelas raízes e translocada pelo xilema aos pontos de ação. Em aplicações foliares, a translocação pelo floema é limitada, devido ao rápido efeito de dessecação e necrose dos tecidos. Por ser um novo grupo químico e possuir um modo de ação diferente dos demais herbicidas utilizados em cana-de-açúcar, torna-se uma boa opção em programas de rotação de herbicidas.

Sulfentrazone é um produto com baixa solubilidade, porém com alta estabilidade no solo, não sofrendo fotodegradação, permitindo desta forma que sejam feitas aplicações no período seco. Como todo pré-emergente, ele será ativado, tão logo ocorram as primeiras chuvas.

Com relação à seletividade, testes de campo realizados pela FMC e órgãos oficiais de pesquisa, mostraram ótima seletividade de sulfentrazone em diferentes variedades de cana-de-açúcar, tipos de solo e época de aplicação em doses de até o dobro da maior dose comercial. Em cana planta ou soca já brotada ou em locais de acúmulo de produto, poderão ocorrer pequenas manchas castanhas nas folhas com rápida recuperação, entre 15 e 60 dias, dependendo do regime de chuvas. Essas manchas se restringem apenas às folhas que receberam a pulverização ou às plantas que ficaram em locais de acúmulo do produto não afetando, no entanto, sua altura, diâmetro ou perfilhamento e, conseqüentemente, não interferindo na produção. Conclui-se disto que sulfentrazone é seletivo à cana-de-açúcar possibilitando sua aplicação tanto em cana planta quanto soca.

No controle de plantas daninhas, sulfentrazone, além de controlar a tiririca (*Cyperus rotundus*) com grande eficácia, controla também inúmeras outras plantas daninhas de grande importância como: capim colchão, capim marmelada, capim colonião, braquiária, caruru, corda-de-viola, guanxuma, poaia branca, trapoeraba, erva quente e outras. Sulfentrazone é o único produto pós-plantio e pré-emergente que controla tiririca e outras plantas daninhas de folhas estreitas e largas de grande importância, em uma única aplicação. Sua ação é bastante ampla no controle da tiririca, agindo não somente na parte aérea, como também nos tubérculos. Sulfentrazone diminui significativamente o banco de tubérculos, na ordem de 60%, possibilitando um programa de desinfestação de áreas e recuperação das mesmas. Para esta planta daninha, pode-se aplicar sulfentrazone tanto em pré como em pós inicial até o limite de 30% da cobertura do solo, na cana planta e soca.

Com esta ação no complexo de plantas daninhas, sulfentrazone tem propiciado aumento significativo do número de perfilhos viáveis, maior diâmetro e altura de colmos, proporcionando com isso um aumento da produção, por evitar a mato competição e ser seletivo à cultura. Nas áreas de tiririca tem proporcionado também maior longevidade da soqueira devido à desinfestação que oferece, graças à forte redução do banco de tubérculos.

Outra característica favorável do sulfentrazone aos produtores de cana é o fato de que permite nas áreas aplicadas, o plantio em faixas (meiose) com soja ou a rotação de culturas na renovação dos canaviais, independente de quantas vezes tenha o produto sido aplicado na área, pois Boral é também registrado para soja.

Quanto à toxicologia, Boral está classificado como produto classe IV - faixa verde, dada a baixa toxicidade aguda e

crônica que apresenta aos mamíferos, oferecendo, portanto, um fator de maior segurança para quem o manuseia. É considerado também um produto de baixo risco ambiental, graças à baixa toxicidade ao meio ambiente.

Boral por suas características inéditas quanto a seu modo de ação, seu espectro de controle, sua facilidade de aplicação, sua toxicologia ao lado dos benefícios que proporciona, pode ser considerado como uma grande inovação tecnológica no manejo de plantas daninhas, especialmente no que se refere ao controle da tiririca.

Revisores: Paes, A. & Ichimaru, D.L. (FMC do Brasil).

POTENTIAL FOR UTILIZATION OF ALLELOPATHY FOR WEED MANAGEMENT

Stephen O. Duke*; Smeda, Reid J.** & Weston, Leslie A.***

*Natural Products Utilization Research Unit, U.S.D.A., Agric. Res. Serv., Natl. Ctr. Development of Natural Products, P. O. Box 8048, University, MS 38677, USA. **Dept. Agronomy, Univ. Missouri, Columbia, MO 65211, USA. ***Dept. Hortic., Univ. Kentucky, Lexington, KY 40546, USA.

Introduction

Theoretically, weeds, crops, rotation crops, companion crops, green manures, and cover crops are capable of producing chemical compounds that can influence the growth and productivity of surrounding plants. This has been recognized for over 175 years. These allelopathic phenomena can affect weed management, either adversely or favorably. Significant potential exists to exploit allelopathy in order to reduce our reliance on synthetic herbicides, especially in reduced or no-tillage agriculture. This review will describe how allelopathy can be identified and utilized as a tool in managing weeds.

Proof of allelopathy

Interference is defined as inhibitory effects of one plant on another, due to direct competition for resources (light, water, nutrients, *etc.*) and/or to allelopathy. Separating these two processes in field experimentation is not possible. So, how does one prove allelopathy? Unfortunately, much of the literature dealing with allelopathy does not rigorously prove that the observed interference between plant species is due to direct or indirect chemical interactions. No one method is totally conclusive, but results of a number of studies, taken together, can allow a reasonable determination of the role of allelopathy in specific plant-plant interactions.

Allelochemicals may reach the target plant by leachates or volatiles from plant foliage or litter, or through root exudation. In production agriculture, leachates and exudates are the only likely sources to be of significance.

One simple method to support a theory of allelopathic interactions is to determine the effects of leachates and exudates from pots containing suspected allelopathic plants and/or their residues on potted target species, when supplied as a soil drench. To more closely approximate the field situation, leachate from the target plants can also be used as a soil drench for the suspected allelopathic species. This method, pioneered by C.S. Tang, eliminates competition for resources, but maintains the most likely method of delivery of the allelochemicals. Objections

to this method are that it might provide greater exposure to allelochemicals than could be expected in the field because of limited root systems in pots and the fact that leached compounds may move out of the root zone in the field. Also, allelochemicals are secondary plant products, and production may be elevated under stress conditions (such as restricted growth in pots). However, this is a quick method to establish that allelopathy may account for some or all of the observed symptoms of interference between two species. Additional experimentation is required to more firmly establish the role of allelopathy.

Identification of the allelochemical is another step in proving allelopathy. This process involves bioassay-directed isolation. That is, chemicals contained in or exuded from different tissues of suspected allelopathic plants are fractionated and tested for phytotoxicity to the target species.

The extraction procedure for potential allelochemicals will profoundly affect the results. For example, grinding fresh tissues in organic solvents and/or heating tissue in these solvents to optimize extraction may result in extraction of high levels of phytotoxins, but this procedure may overestimate the concentrations of extracted chemicals which would be present in the root zone of the target species. Less extreme methods of extraction (such as aqueous extraction over time) should more closely approximate natural loss of the compounds from the allelopathic plant, as it might occur under field conditions.

The proper bioassay is also critical in identification of allelochemicals. One must consider how the target plant is exposed to the putative allelochemical in the field. Generally target plants receive the compound through the roots and/or other plant parts in contact with the soil. If so, a convincing bioassay should be done in the same soil type in which allelopathy is suspected, to evaluate root uptake. This is often problematic, in that only very small amounts of the allelochemical are generally available. Compounds that are very active in a petri dish, on wet filter paper, often loose much or all of their activity in soil because of binding to organic matter, soil particles, and soil colloids. Several bioassays have been developed to evaluate effect of dissolved allelochemicals on *Lemna* spp. growth over time. Although these assays do not simulate field conditions, they enable the investigator to evaluate effects on plant growth and photosynthesis using low concentrations under controlled conditions. *Lemna* spp. assays are generally quick, inexpensive, and reproducible, factors which are important in selecting a good bioassay system.

After identification of the active (allelopathic) fraction, the active compounds in the fraction are isolated and bioassayed individually. Subsequently, the structures of those that prove to be active are determined. Unfortunately, much of the allelopathy literature involves searching for compounds that the investigator knows how to identify. Often these compounds can be found, but the most active compound(s) may be missed by this method. Modern, more automated isolation and identification methods (*e.g.*, GC-MS, LC-MS, and LC-NMR) allow greater ease in conducting more conclusive searches and identification of allelochemicals.

Perhaps the least desirable method for isolation of allelopathic compounds is extracting the macerated foliar portions of live plants. All plants produce phytotoxins, but evidence suggests that few species are truly allelopathic in plant-plant interactions. Many of these phytotoxic compounds are generally cytotoxic and are probably more functional in combating pathogens, insects, and herbivores than in fighting competing plants. Under normal circumstances, by

the time these compounds reach the soil, their concentration and availability to competing species is often too low to influence interference.

For example, artemisinin, a highly potent sesquiterpenoid with antimicrobial and phytotoxin activity from *Artemisia annua* L. accumulates to a level of 1-2% of the shoot dry weight of some chemotypes of this species. However, allelopathy has not been observed with this species, although it has been recognized in other species of *Artemisia*. As another example, several species of *Hypericum* produce the very potent cytotoxin hypericum. In the presence of both light and molecular oxygen, this photodynamic compound is toxic to all living tissues. However, we are aware of no convincing reports of this compound being an allelochemical in plant-plant interactions. There are many more examples of highly potent phytotoxins apparently being produced for other purposes than plant-plant interactions.

In some instances, very weak phytotoxins are claimed to be significant allelochemicals. For example, common cinnamic- and benzoic-derived acids have frequently been claimed to be responsible for field effects that appear to be due to allelopathy. This is possible if compounds accumulate in large quantities and especially if microbes convert these relatively benign compounds to more potent phytotoxins. An example of this conversion of the hydroxamic acid, BOA, by actinomycetes to a much more toxic azoperoxide, AZOB.

Some have argued that several very weak phytotoxins can act synergistically to produce an allelopathic effect. However, when proper dose-response analyses are done, compounds claimed to be synergistic have been found to be antagonistic.

Following identification of the suspected allelochemical, the compound can be tested in the field to see if its effects are similar to those of the putative allelochemical effect caused by the suspected allelopathic species. If the results are not similar, this does not rule out the involvement of the compound in allelopathy. Effects of the allelochemical may be modified by environmental changes, interaction with other compounds, or by microbial transformation.

Finally, proof of direct involvement of an allelochemical in plant-plant interactions requires that it be detected in the soil at levels that are phytotoxic. This is complicated by the fact that soil-bound compounds might be slowly made available to a target plant, but very difficult to extract from the soil using current technology. Further research to develop appropriate field assays and soil extraction techniques for natural products are needed.

Correlation of selectivity of the suspected allelochemical with selectivity of interference by the producing species can provide strong support for allelopathic interference.

Genetic evidence can also be used to suggest allelopathy. Correlation of varying levels of suspected allelochemicals in different chemotypes or varieties of a species with their level of interference sometimes provides support for allelopathic interference. However, different chemotypes are generally different ecotypes that may vary in other characteristics in addition of allelochemical production. Mutants that vary dramatically in the amount of the suspected allelochemical, but are isogenic in other traits, would be ideal for determination of the role of the chemical in plant-plant interactions. However, even with such biological material, loss of the allelochemical could produce pleiotrophic effects which would affect competitive ability of the phenotype.

Indirect effects of allelochemicals on competing plants could further confuse the question of whether a species is allelopathic. For example, microbial conversion of plant-produced "pro-allelochemicals" to effective phytotoxins will be dependent on the

presence and abundance of the proper microbes. Compounds that are mildly phytotoxic may have a more important function in protecting the plant from soil-borne pathogens and nematodes, making the producing plant more competitive toward other species.

Clearly, proof of allelopathic plant-plant interactions is generally not trivial and has rarely been demonstrated conclusively. Nevertheless, the phenomenon does exist and can be harnessed as an aid in the management of weeds.

Allelopathy in the field

Adverse effects. Many of the allelopathic effects found in the field adversely influence crop production. Some of the earliest observed effects were the inhibitory effects of certain crops on succeeding crops. For example, rye (*Secale cereale*) residues have been implicated in suppression of both crops and weeds during the next growing season. Small seeded vegetable crops are often stunted by residue of grass crops or covercrops. Lower than expected yields in continuous monocultures of some crops (*e.g.*, rice, coffee, maize, and sugarcane) have been attributed, in part, to autotoxicity of allelochemicals. Differences in weed populations following different crops have been attributed in part to varying allelopathic effects of different crop residues.

Other adverse effects are those of allelopathic weeds on crops. Many weed species commonly found in agroecosystems are known or suspected to be allelopathic. For example, yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) is alleged to release allelochemicals detrimental of maize. Residues of such species in no-tillage farming have the potential to reduce yield. Nodulation and nitrogen fixation of legumes seems to be particularly sensitive to allelopathic inhibition. This was demonstrated with effects of quackgrass (*Agropyron repens*) on nodulation of snap beans (*Phaseolus vulgaris*).

Beneficial effects. Crops have been screened for allelopathic traits, although this approach has not resulted in revolutionary approaches or new cultivars for weed management. Superior weed suppressive cultivars of sorghum, oat, sunflower, soybean, and rice have been selected. Over five hundred cucumber varieties were screened for allelopathic potential. Inconsistent results were obtained in fine-textured soils or after heavy rainfall.

Little has been done to genetically transfer the allelopathic traits mentioned above to high-yielding varieties. Currently, there are no published reports of allelopathic traits being incorporated into commercial cultivars. Clearly, if crops that were both highly productive and strongly allelopathic could be produced by conventional breeding, such traits would have been co-incorporated into crops long ago.

Although little data exists on the productivity of allelopathic crops, one might expect that any level of autotoxicity by the allelochemicals could reduce yield. In general, the more phytotoxic the allelochemical, the more probable autotoxicity might be. Little work has been conducted to date to study the mechanisms of self-protection which could be utilized by various plants producing copious quantities of allelochemicals. However, in general, the efficacy of allelochemicals compared to that of synthetic herbicides, is generally quite poor. Even if an allelochemical is very potent when applied as a herbicide, it may not be delivered naturally by the producing plant at the right time and place in sufficient quantities for an allelopathic effect.

Transgenic methods have been used to confer crop resistance to both insects and

pathogens by insertion of genes that encode proteins that can either directly or indirectly fight these pests. Herbicide-resistant crops have also been generated by transgenic methods. However, this technology has not been used to produce crops that produce their own herbicides. Potential problems with such an approach are those of yield reductions due to resources spent in producing allelochemicals and autotoxicity of the allelochemicals. However, genes to confer resistance to the allelochemicals could also be inserted into the crop.

For example, genes that protect crops from glufosinate (phosphinothricin when produced by bacteria) have already been inserted into all major crops and many minor crops. The bacterial genes for production of bialaphos, the tripeptide precursor of phosphinothricin are known. Expressed in the roots of glufosinate-resistant crops, these genes could possibly provide the crop with its own bio-herbicide, provided it is leached or exuded from the roots in sufficient quantity. Root-specific expression would be desirable, since presence of the herbicide or pro-herbicide in the harvested portion of the crop might pose health problems. Genes for resistance to other natural phytotoxins are known.

Cover crops offer an alternative approach for the delivery of specific allelochemicals for weed control. These cover crops can accumulate naturally one or more allelochemicals in the rhizosphere. Following desiccation, by completion of the plant's life cycle or through herbicide treatment, the crop of interest is planted through the cover crop residues. Allelochemicals which had accumulated in the soil, or were released by degrading cover crop residues, can act to suppress weed emergence and/or growth. Numerous studies have demonstrated that grain sorghum residues reduce weed populations in fields the year after grain sorghum is grown. Also, herbicide-desiccated residues of fall-planted rye, wheat, and barley in the spring reduce weed densities by 80 to 90%, compared to areas lacking residues.

The level of weed suppression by cover crops depends on many variables. In cooler versus warmer temperate areas, cover crop residues provide longer and more effective weed suppression. This may reflect a longer half-life of the allelochemicals under cooler conditions. The level of rainfall can also impact distribution of allelochemicals, with greater rainfall moving allelochemicals below the zone of optimum weed germination. Sensitivity of weeds to allelochemicals varies, but generally, smaller seeded weeds are more sensitive than larger seeded weeds, and monocotyledonous weeds are more tolerant than dicotyledonous weeds. Conservative estimates for weed suppression using cover crops varies from 21 to 60 days following desiccation.

In addition to allelopathic suppression, cover crops benefit weed management and crop production in other ways. Residues of cover crops act as a physical barrier for light reaching the soil surface, which may minimize germination of weeds requiring light for germination. Residues also minimize soil erosion, conserve soil moisture, reduce fluctuations in soil temperature, and build soil organic matter, all beneficial to developing crops.

Aside from the use of cover crop residues for weed suppression in succeeding crops, pasture grasses which can interfere with weed emergence and growth have been selected with some success. Some of the competitive ability of these species and varieties within a species has been attributed to allelopathy.

The advent of precision agriculture and integrated weed management provides opportunity for the better employment of allelopathy in agriculture. A better understanding of weed-crop interactions, including allelochemical interactions, incorporated into computer-driven decision

aides might allow farmers to exploit allelopathy in an integrated weed management strategy.

In addition to providing direct benefit for weed management, allelopathy also has the potential for use in weed management by providing leads for new herbicides. For example, the herbicide cinmethylin, a commercial herbicide sold in Europe, was apparently derived from one of the first allelochemicals identified, 1,8-cineole. This monoterpenoid essential oil component was found to be involved in vegetation patterning around *Salvia* spp. in arid environments. Structural modification of 1,8-cineole led to the production of a herbicide with more desirable physical and biological properties than the natural compound, including enhanced persistence and selectivity.

Sorgoleone, a quinone exuded from roots of several *Sorghum* species, is as potent as an inhibitor of photosystem II as most commercial herbicides that attack the same molecular site. Interestingly, this molecule appears to fit in the binding pocket of the Qb binding site in a manner very similar to that of other PSII inhibitors such as metribuzin when examined using 3D modeling. The electrostatic charge distribution of the molecule is apparently very similar to that of other PSII inhibitors, allowing tight binding in the Qb pocket.

A greater understanding of the mechanism of action of allelochemicals may provide new information for the biorational design of herbicides. For example, the investigation of microbial phytotoxins has resulted in the identification of numerous unexploited molecular sites for herbicides. Much less is known of the mechanism of action of allelochemicals involved in plant-plant interactions than of herbicides. However, the pesticide industry has an interest in this topic as a strategy for discovery of new molecular target sites for herbicides.

Conclusions and the future

Allelopathy has not yet been of major consequence as a weed management tool for production agriculture. However, technological advancements may change this. Integration of allelopathic crops, cover crops, and companion crops into integrated weed management systems has the potential to reduce use of synthetic herbicides. Molecular genetics has the potential to produce highly allelopathic crops with no autotoxicity problems. Finally, allelochemicals are a virtually unexploited source of novel herbicides and a tool to discover new herbicide molecular sites.

MESA REDONDA V

MESA REDONDA V.1

REGISTRO DE HERBICIDAS PARA PEQUENOS CULTIVOS NO CHILE E EM OUTROS PAÍSES

Marcelo Kogan*

Pontifícia Universidade Católica do Chile, Santiago - Chile

MESA REDONDA V.2

TESTEMUNHO DE PRODUTOR DE HORTALIÇAS

André Kich*

* Fuchs Agroscience do Brasil, Brasilândia-MG

MESA REDONDA V.3

INTERESSE DA INDÚSTRIA NO REGISTRO DE HERBICIDAS PARA PEQUENOS CULTIVOS

Guilherme Luiz Guimarães*

* DOWELANCO, Campinas-SP

REGISTRO DE HERBICIDAS PARA PEQUENOS CULTIVOS: OLERICULTURA, FLORICULTURA E OUTROS

Girabis Evangelista Ramos*

*Engº Agrº Coordenador-Substituto da Coordenação de Fiscalização de Agrotóxicos - Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

A lei 7.802 de 11 de julho de 1989 dispõe sobre a pesquisa, experimentação, a produção, embalagem, rotulagem, transporte, armazenamento, comercialização. Propaganda comercial, utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, registro, a classificação, controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins.

A regulamentação dessa lei foi feita através do Decreto 98.816 de 11 de janeiro de 1990 e complementada pelo Decreto 991 de 24 de novembro de 1993.

O artigo 3º dessa lei determina a obrigatoriedade de registro para todos os agrotóxicos, seus componentes e afins no órgão federal, após o cumprimento das diretrizes e exigências dos órgãos responsáveis pelos setores de saúde pública e de meio ambiente.

A legislação proporciona às entidades privadas de ensino, pesquisa e assistência técnica a realização de ensaios experimentais e emissão de laudos técnicos no campo da agronomia, toxicologia, resíduos, química e meio ambiente para fins de registro de agrotóxicos com finalidade fitossanitária neste Ministério. Visando disciplinar essa atividade, a Secretaria de Defesa Agropecuária estipulou critérios de CREDENCIAMENTO dessas entidades, por meio da Portaria 138, de 21 de novembro de 1996, publicada no DOU de 26.11.96.

Todo agrotóxico com finalidade fitossanitária deverá ter seu registro requerido o REGISTRO neste Ministério. O pedido de registro consiste na formalização de processo administrativo próprio para cada marca comercial a ser registrada e deve ser composto de: requerimento, relatório técnico I - instruções técnicas agronômicas - relatório técnico II - estudos de toxicologia e resíduos nos produtos agrícolas - e relatório técnico III - estudos de impactos ambientais. Essa documentação técnica é analisada e avaliada por três ministérios: Agricultura, Saúde e Meio Ambiente.

Conforme determinação inserida no Parágrafo 3º da Lei 7802/89, depois de protocolizado o pedido de registro de agrotóxicos este, Ministério deverá publicar um resumo no Diário Oficial da União.

O Decreto 98.816/90, em seu artigo 117, instituiu a Comissão Técnica de Assessoramento para Agrotóxicos, composta de representantes dos órgãos federais de agricultura, saúde e de meio ambiente. Recentemente a Secretaria de Defesa Agropecuária nomeou seus membros através da Portaria/SDA/34 de 13.03.96, publicada no DOU de 19.03.96. Esta

Comissão Técnica analisa e decide sobre o uso emergencial de agrotóxicos, sendo suas decisões divulgadas por intermédio de RESOLUÇÕES, publicadas no DOU.

Normas complementares foram baixadas com o objetivo de aperfeiçoar o registro de agrotóxicos, caso da PORTARIA/SDA/84, de 09/05/94, que normatiza as inclusões e as exclusões de recomendações técnicas de controle nas instruções de uso do produto registrado. Já a PORTARIA/SDA/93, de 30.05.94 traz critérios complementares sobre rotulagem e embalagens.

Os registros de agrotóxicos, incluindo os HERBICIDAS destinados a PEQUENOS CULTIVOS, consistem de três avaliações técnicas, a saber: 1) AGRONÔMICA - seguem os critérios e metodologia da PORTARIA/SNAD/45, de 10/12/90; 2) TOXICOLÓGICA E DE RESIDUOS - de acordo com os critérios determinados pela PORTARIA 03, de 16-01-92 e PORTARIA 14, de 24-01-92; e 3) IMPACTOS AMBIENTAIS conforme os critérios da PORTARIA NORMATIVA nº 084, de 15-10-96, publicada no DOU de 23-10-96.

O pedido de registro de agrotóxico é composto de:

a) Requerimento, em 4 (quatro) vias, em papel timbrado do requerente e dirigido à Coordenação de Fiscalização de Agrotóxicos;
b) Relatório Técnico I, comprovante do recolhimento da taxa e demais documentos exigidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento;
c) Relatório Técnico II, e demais documentos exigidos pelo Ministério da Saúde;
d) Relatório Técnico III, e demais documentos exigidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Os testes de eficiência e praticabilidade agronômica do produto comercial para fins de registro ou inclusão de indicação técnica (controle de alguma praga, inclusão de cultura, dose superior, redução de dose) seguem as normas e critérios preconizados, a seguir:

Os testes sobre a eficiência e praticabilidade Agronômica do produto comercial para fins de registro deverão conter no mínimo:

1. Título, Autor(es), Instituição(ões);
2. Introdução
3. Materiais e Métodos

3.1. Local e data;

3.2. Cultivar - deverá ser indicado a cultivar utilizada no teste e o experimento deverá ser conduzido observando as recomendações fitotécnicas, tais como espaçamento, adubação, calagem e tratos culturais da região;

3.3. Descrição dos produtos usados;

3.3.1. Citar a marca comercial, tipo de formulação, concentração e nome(s) comum(s) do(s) ingrediente(s) ativo(s);

3.3.2. Quando definido(s), colocar o(s) grupos(s) químico(s);

3.4. Tratamentos:

3.4.1. Dose(s) utilizada(s);

3.4.2. Tamanho da parcela, especificando espaçamento utilizado, densidade populacional da cultivar ou híbrido;

3.4.3. Número de aplicações;

3.4.4. Época e modo de aplicação, citando a idade e o estágio de desenvolvimento da cultura;

3.4.5. Intervalo de aplicação;

3.4.6. Tecnologia de aplicação;

3.5. Delineamento estatístico;

Utilizar a metodologia e o delineamento adequado, para alcançar os objetivos propostos.

Utilizar no mínimo 06 (seis) tratamentos e 04 (quatro) repetições, entre eles, um tratamento com o produto padrão da região e um tratamento testemunha.

3.6. Métodos de avaliação:

Deverá ser utilizado o método adequado para cada situação, além de produção, quando pertinentes.

4. Resultados e Discussão:

4.1. Tecer considerações a respeito da fitotoxidade.

5. Conclusões:
6. Bibliografia consultada.

7. Assinatura do engenheiro agrônomo responsável pela condução do trabalho, com nome datilografado, número de registro no CREA e região. O documento deverá ser datilografado em papel timbrado do órgão oficial ou entidade privada credenciada pela Coordenação de Defesa Sanitária Vegetal. O trabalho técnico deverá ser visado ou encaminhado pelo Chefe imediato do pesquisador.

Os testes deverão ser conduzidos em condições de campo e estabelecidos em regiões representativas da cultura, e o que não se enquadrar, justificar.

As informações conclusivas sobre os testes devem ser relatadas de maneira a não deixar dúvidas sobre a eficiência e praticabilidade do produto testado.

Qualquer alteração havida nas instruções e metodologias acima descritas, deverá ser devidamente justificadas pelo pesquisador.

Os testes e informações referentes à compatibilidade do produto, serão fornecidos pelo registrante quando julgar necessário.

Os modelos de rótulo e bula para formulação de pronto uso que serão apresentado para aprovação, deverão seguir as seguintes instruções:

a. O modelo de rótulo deverá ser apresentado de acordo com o que estabelecem o Capítulo IV e o Anexo IV do Decreto 98.816/90, em papel timbrado.
b. As informações constantes da bula deverão ser apresentadas de acordo com o que estabelece o Capítulo IV, Seção I, Art. 41 do Decreto 98.816/90, em papel tamanho ofício e na ordem ali colocada. As doses deverão ser definidas por meio da especificação da faixa entre a menor e a maior dose registrada, devendo as mesmas ser apresentadas em quantidade de ingrediente ativo e quantidade do produto comercial, de forma a relacionar claramente as quantidades a serem utilizadas.
c. Os modelos e características das embalagens serão aprovadas a partir da descrição dos mesmos, por peso ou volume, e observando o que preceitua a Seção I, do Capítulo IV, do Decreto 98.816/90.

Deverão ser informadas as concentrações quali-quantitativa do(s) ingrediente(s) ativo(s) e a concentração quantitativa total dos outros componentes e relação qualitativa dos mesmos, com indicação de sua função específica na formulação.

A marca comercial de produto técnico deverá conter obrigatoriamente a palavra "Técnico".

Não é permitido utilizar a mesma marca para identificar produtos que contenham ingredientes ativos diferentes.

As características físicas e químicas do produto deverão constar dos respectivos Certificados de Análises e obedecerão os métodos e normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento ou Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Os nomes químico e comum deverão ser indicados de acordo com as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento ou Associação Brasileira de Normas Técnicas. No caso de ingredientes ativos que ainda não constem desta norma, o nome químico deve estar de acordo com a nomenclatura IUPAC ou ISO, sendo sua grafia vertida para o português.

O resultado da análise de ponto de fulgor, quando for pertinente, deve estar inserido no Certificado de análise física e deve ser determinado pelo método da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), indicando a classificação de inflamabilidade do produto, conforme seguir:

a. INFLAMÁVEL - IA - quando o ponto do fulgor for menor que 23ºC (vinte e três graus Celsius).
b. INFLAMÁVEL - IB - quando o ponto de fulgor estiver entre 23ºC (vinte e três grasus Celsius) inclusive e 38º (trinta e oito graus Celsius) exclusive.
c. COMBUSTÍVEL - quando o ponto do fulgor estiver entre 38ºC (trinta e oito graus Celsius) inclusive e 60ºC (sescenta graus Celsius).

O registro de agrotóxicos, seus componentes e afins regulamentado pela Lei 7802/89 e Decretos 98.816/90 e 991/93, poderão ser reavaliados para contemplar inclusões e exclusões de indicações de usos, bem como outras alterações técnicas, mediante requerimento ao órgão registrante.

Parágrafo Único. Os registros concedidos na vigência do Decreto 24.114, de 12 de abril de 1934, quando da adaptação à legislação vigente, em atendimento ao Decreto 991, de 24 de novembro de 1993, poderão conter no seu requerimento alterações técnicas, mediante requerimento ao órgão registrante.

Os registros de agrotóxicos e afins adaptados e avaliados pela legislação vigente poderão sofrer reavaliação técnica, nos casos de exclusões, inclusões de novas indicações de uso ou outras alterações técnicas, observando-se os seguintes critérios:

I. as inclusões de culturas, doses superiores às registradas e redução no intervalo de segurança deverão ser avaliadas sob os aspectos técnicos agronômicos, de saúde pública e ambientais;

II. as inclusões de praga, doença, planta daninha ou qualquer outra indicação técnica agronômica para cultura e dose, igual ou inferior, já registrados, deverão ser avaliadas e processadas no âmbito do órgão registrante e comunicadas aos órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde pública e meio ambiente;

III. as reduções de doses, exclusões de cultura, praga, doença, planta daninha ou qualquer outra indicação técnica agronômica, deverão ser processadas no âmbito do órgão registrante e comunicadas aos órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde pública e de meio ambiente.

O resultado da reavaliação técnica deverá ser publicado no Diário Oficial da União pelo órgão registrante.

Os estoques de agrotóxicos e afins remanescentes nos canais de distribuição, bem como os estoques em poder dos usuários finais, poderão ser comercializados até 12(doze) meses, após a publicação ou resultado da reavaliação técnica no Diário Oficial da União.

As recomendações técnicas que deverão constar nos rótulos:

- pictogramas e as classes toxicológicas e de periculosidade ambiental.
- nome químico do ingrediente ativo, vertido para o idioma português, permitindo-se a grafia internacional do nome comum.
- composição quali-quantitativa dos ingredientes ativos, bem como o total dos ingredientes inertes, nas formulações deverão ser indicados em % m/v, (porcentagem massa/volume) para as formulações líquidas e % m/m (porcentagem massa/massa) para as formulações sólidas, sendo facultada a indicação em g/L (grama por litro) e g/kg (grama por quilo), respectivamente.
- indicações do número do lote ou partida, data de fabricação e de vencimento, inseridas dentro de um retângulo e separadas por uma linha.
- nome e endereço completo do registrante e do fabricante incluindo no que couber, o telefone, CGC, CEP, bem como o número de registro no órgão competente da unidade federativa onde está localizada a sede do registrante.
- as recomendações de doses devem referir-se somente às quantidades do produto comercial por hectare, por número de plantas ou por hectolitro do veículo utilizado, quando aplicável, sem prejuízo de citar a recomendação de doses por ingrediente ativo por hectare.

A mistura em tanque de agrotóxicos na agricultura brasileira deixou de ser recomendada em meados de 1985, por meio de ato administrativo da então Divisão de Produtos Fitossanitários - DIPROF. Naquela ocasião, pouco se conhecia sobre as misturas desses produtos, por isso alegou-se problemas toxicológicos para não recomendar essa

prática na agricultura. No entanto, foi permitido registrar a mistura de pronto uso como produto acabado.

A mistura de agrotóxicos tornou-se uma prática corriqueira executada pelos agricultores, tendo em vista ser uma alternativa à elevação dos custos de produção agrícola e ao desperdício de produtos fitossanitários e outros fatores relacionados ao meio ambiente.

Durante o período que não tinha regulamentação da mistura de agrotóxicos coincidiu com a instituição do receituário agronômico, os profissionais de agronomia tiveram grandes dificuldades em orientar e acompanhar as atividades na propriedade rural.

A PORTARIA/SDA/nº 67, de 30-05-95 foi elaborada com base em dados técnicos de pesquisas agrícolas nacionais e internacionais, levando-se em conta a proteção do meio ambiente, a segurança do aplicador e a redução de custos de produção.

PORTARIA nº 45, de 10 de dezembro de 1990

O **Secretário Nacional de Defesa Agropecuária**, no uso das atribuições que lhe são conferidas no Artigo 184, do Decreto nº90.244 de 10 de maio de 1990 e de acordo com o disposto no artigo 3º, do Decreto 98.816, de 11 de janeiro de 1990, RESOLVE:

Art. 1º Para efeito de registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, de acordo com o capítulo III, Seção I, art. 2º do Decreto 98.816/90, o requerente deverá encaminhar ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária os documentos relacionados:

a. **Requerimento**, em 4 (quatro) vias, em papel timbrado do requerente e dirigido ao Coordenador de Defesa Sanitária Vegetal;
b. **Relatório Técnico I**, comprovante do recolhimento da taxa e demais documentos exigidos pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária;
c. **Relatório Técnico II**, e demais documentos exigidos pelo Ministério da Saúde;
d. **Relatório Técnico III**, e demais documentos exigidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;

Art. 2º Os testes sobre a eficiência e praticabilidade Agronômica do produto comercial para fins de registro deverão conter no mínimo:

1. Título, Autor(es), Instituição(ões);
2. Introdução
3. Materiais e Métodos

3.1. Local e data;

3.2. Cultivar - deverá ser indicado o cultivar utilizado no teste, e o experimento deverá ter sido conduzido observando as recomendações fitotécnicas, tais como espaçamento, adubação, calagem e tratos culturais da região;

3.3. Descrição dos produtos usados;

3.3.1. Citar a marca comercial, tipo de formulação, concentração e nome(s) comum(s) do(s) ingrediente(s) ativo(s);

3.3.2. Quando definido(s), colocar o(s) grupos(s) químico(s);

3.4. Tratamentos:

3.4.1. Dose(s) utilizada(s);

3.4.2. Tamanho da parcela, especificando espaçamento utilizado, densidade populacional da cultivar ou híbrido;

3.4.3. Número de aplicações;

3.4.4. Época e modo de aplicação, citando a idade e o estágio de desenvolvimento da cultura;

3.4.5. Intervalo de aplicação;

3.4.6. Tecnologia de aplicação;

3.5. Delineamento estatistico;

Utilizar a metodologia e o delineamento adequado, para alcançar os objetivos propostos.

Utilizar no mínimo 06(seis) tratamentos e 04(quatro) repetições, sendo entre eles, um tratamento com o produto padrão da região e um tratamento testemunha.

3.6. Métodos de avaliação:

Deverá ser utilizado o método adequado para cada situação, além de produção, quando pertinentes.

4. Resultados e Discussão:

4.1. Tecer considerações a respeito da fitotoxidade.

5. Conclusões:

6. Bibliografia consultada.

7. Assinatura do engenheiro agrônomo responsável pela condução do trabalho, com nome datilografado, número de registro no CREA e região. O documento deverá ser datilografado em papel timbrado do órgão oficial ou entidade privada credenciada pela Coordenação de Defesa Sanitária Vegetal. O trabalho técnico deverá ser visado ou encaminhado pelo Chefe imediato do pesquisador.

Parágrafo 1º - só serão aceitos testes quando conduzidos em condições de campo e estabelecidos em regiões representativas da cultura, e o que não se enquadrar, justificar.

Parágrafo 2º - As informações conclusivas sobre os testes devem ser relatadas de maneira a não deixar dúvidas sobre a eficiência e praticabilidade do produto testado.

Parágrafo 3º - alterado pelo Decreto 991/93.

Parágrafo 4º - Qualquer alteração havida nas instruções e metodologias acima descritas, deverá ser devidamente justificadas pelo pesquisador.

Art. 3º - Os testes e informações referentes à compatibilidade do produto, serão fornecidos pelo registrante quando julgar necessário.

Art. 4º - O modelo de rótulo e bula para formulação de pronto uso que será apresentado para aprovação, deverá seguir as seguintes instruções:

a. O modelo de rótulo deverá ser apresentado de acordo com o que estabelecem o Capítulo IV e o Anexo IV do Decreto 98.816/90, em papel timbrado.
b. As informações constantes da bula deverão ser apresentadas de acordo com o que estabelece o Capítulo IV, Seção I, Art. 41 do Decreto 98.816/90, em papel tamanho ofício e na ordem ali colocada. As doses deverão ser definidas através da especificação da faixa entre a menor e a maior dose registrada, devendo as mesmas serem apresentadas em quantidade de ingrediente ativo e quantidade do produto comercial, de forma a relacionar claramente as quantidades a serem utilizadas.
c. Os modelos e características das embalagens serão aprovadas a partir da descrição dos mesmos, por peso ou volume, e observando o que preceitua a Seção I, do Capítulo IV, do Decreto 98.816/90.

Art. 5º - Deverão ser informadas as concentrações quali-quantitativa do(s) ingrediente(s) ativo(s) e a concentração quantitativa total dos outros componentes e relação qualitativa dos mesmos, indicando sua função específica na formulação.

Art. 6º - As especificações que não se constituam em alteração de dados técnicos do registro do produto, podem ser anotadas por averbação ou apostilamento no respectivo Certificado do Registro, comunicados ou consultados os órgãos responsáveis pela Saúde e Meio Ambiente, conforme o caso.

Art. 7º - A marca comercial de produto técnico deverá conter obrigatoriamente a palavra "Técnico".

Art. 8º - Não é permitido utilizar a mesma marca para identificar produtos que contenham ingredientes ativos diferentes.

Art. 9º - As características físicas e químicas do produto, deverão contar dos respectivos Certificados de Análise e obedecerem os métodos e normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária ou Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Art. 10º - O nome químico e comum deve ser indicado de acordo com as normas

estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária ou Associação Brasileira de Normas Técnicas. No caso de ingredientes ativo que ainda não conste desta norma, o nome químico deve estar de acordo com a nomenclatura IUPAC ou ISO, sendo sua grafia vertida para o português.

Art. 11º - Os limites aceitáveis de diferença entre a composição do produto formulado e o resultado da avaliação química, obedecerão o que consta da tabela abaixo:

Quantidade declarada do ingrediente ativo em g/kg ou g/L do produto	Limites aceitáveis de diferença	Valor declarado em g/kg ou g/L do i.a.	Limites aceitáveis
500 ou mais	± 25 unidades	700	675 a 725
250 a 500	± 5%	400	380 a 420
100 a 250	± 5%	200	188 a 212
25 a 100	± 10%	80	72 a 88
0 a 25	± 15%	10	8,5 a 11,5

Parágrafo Único - Os limites inferiores de teor declarada são inclusive e os superiores exclusive.

Art. 12º - O resultado da análise de ponto de fulgor, quando for pertinente, deve constar no Certificado de análise física e deve ser determinado pelo método da ABNT, indicando a classificação de inflamabilidade do produto, conforme seguir:

a. **INFLAMÁVEL - IA** - quando o ponto do fulgor for menor que 23ºC (vinte e três graus Celsius).
b. **INFLAMÁVEL - IB** - quando o ponto de fulgor estiver entre 23ºC (vinte e três graus Celsius) inclusive e 38º (trinta e oito graus Celsius) exclusive.
c. **COMBUSTÍVEL** - quando o ponto do fulgor estiver entre 38ºC (trinta e oito graus Celsius) inclusive e 60ºC (sessenta graus Celsius).

Art. 13º - A empresa registrante receberá, juntamente com Certificado de Registro uma cópia do modelo de rótulo e uma da bula aprovados.

Art. 14º - As dúvidas e os casos omissos surgidos na aplicação desta Portaria serão dirimidos pela Coordenação de Defesa Sanitária Vegetal, do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.

Art. 15º - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário, em especial a Portaria SDSV nº 28 de 14 de março de 1990.

PORTARIA nº 84 de 09 de maio de 1994.

O Secretário de Defesa Agropecuária, no uso das atribuições que lhe confere o Art. 78, item VII do regimento desta Secretaria, aprovado pela Portaria Ministerial nº 212 de 21 de agosto de 1992, e considerando o disposto nos Artigos, 3º e 20 da Lei 7.802, de 11 de julho de 1989 e os artigos 9º e 17 do Decreto nº 98.816 de 11 de janeiro de 1990, alterado pelo Art. 1º do Decreto 991, de 24 de novembro de 1993, resolve:

Art. 1º - Os registros de agrotóxicos, seus componentes e afins regulamentados pela Lei 7802/89 e Decretos 98.816/90 e 991/93, poderão ser avaliados para contemplar inclusões e exclusões de indicações de usos, bem como outras alterações técnicas, mediante requerimento ao órgão registrante.

Parágrafo Único. Os registros concedidos na vigência do Decreto 24.114, de 12 de abril de 1934, quando da adaptação à legislação vigente, em atendimento ao Decreto 991, de 24 de novembro de 1993, poderão conter no seu requerimento alterações técnicas, mediante requerimento ao órgão registrante.

Art. 2º - Os registros de agrotóxicos e afins adaptados e avaliados pela legislação vigente deverão sofrer reavaliação técnica, nos casos de exclusões, inclusões e novas

indicações de uso ou outras alterações técnicas, observando-se os seguintes critérios:

I. as inclusões de culturas, doses superiores às registradas e redução no intervalo de segurança deverão ser avaliadas sob os aspectos técnicos agronômicos, de saúde pública e ambientais;

II. as inclusões de praga, doença, planta daninha ou qualquer outra indicação técnica agronômica para cultura e dose, igual ou inferior, já registrados, deverão ser avaliadas e processadas no âmbito do órgão registrante e comunicadas aos órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde pública e meio ambiente;

III. as reduções de doses, exclusões de cultura, praga, doença, planta daninha ou qualquer outra indicação técnica agronômica, deverão ser processadas no âmbito do órgão registrante e comunicadas aos órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde pública e de meio ambiente.

Art. 3º - O resultado da reavaliação técnica deverá ser publicada no Diário Oficial da União pelo órgão registrante.

Art. 4º - Os estoques de agrotóxicos e afins remanescentes nos canais de distribuição, bem como os estoques em poder dos usuários finais poderão ser comercializados até 12 (doze) meses, após a publicação ou resultado da reavaliação técnica no Diário Oficial da União.

Art. 5º - Os casos omissos surgidos na aplicação destas normas serão dirimidos em conjunto pelos órgãos envolvidos no registro e avaliação dos agrotóxicos e afins.

Art. 6º - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

PORTARIA nº 93, de 30 de maio de 1994.

O Secretário de Defesa Agropecuária, no uso das atribuições que lhe confere o art. 78, item VII do Regimento Interno desta Secretaria, aprovado pela Portaria Ministerial nº 212, de 21 de agosto de 1992, e com base no art. 7º, da Lei 7802 de 11 de julho de 1989, e no capítulo IV do Decreto 98.816, de 11 de janeiro de 1990, Resolve:

Art. 1º - As recomendações técnicas aprovadas para rotulagem deverão estar contidas na bula e no rótulo de embalagem unitária, conforme legislação vigente.

Parágrafo Único. Entende-se por embalagem unitária e protetor externo das unidades exposta a comercialização.

Art. 2º - Deverão constar da bula, os pictogramas e as classes toxicológicas e de periculosidade ambiental.

Art. 3º - O nome químico do ingrediente ativo deverá estar vertido para o idioma português, permitindo-se a grafia internacional do nome comum.

Art. 4º - A composição quali-quantitativa dos ingredientes ativos, bem como o total dos ingredientes inertes, nas formulações deverão ser indicados em % m/v, (porcentagem massa/volume) para as formulações líquidas e % m/m (porcentagem massa/massa) para as formulações sólidas, facultando a indicação em g/L (grama por litro) e g/kg (grama por quilo), respectivamente.

Art. 5º - O conteúdo da embalagem deverá ser indicado com base nas diretrizes do Instituto de Metrologia, utilizando-se o termo VOLUME LÍQUIDO para produtos líquidos e PESO LÍQUIDO para produtos na forma sólida.

Art. 6º - As indicações do número do lote ou partida, data de fabricação e de vencimento deverão ficar inseridas dentro de um retângulo e separadas por uma linha.

Parágrafo Único. Quando por razões técnicas operacionais comprovadas não for possível indicar no retângulo as informações referidas neste Artigo, informar no mesmo, o local da embalagem onde estas indicações estarão inseridas.

Art. 7º - Deverão constar no rótulo e bula, o nome e endereço completo do registrante e do fabricante incluindo no que couber o telefone, CGC, CEP, bem como o número de registro no órgão

competente da unidade federativa onde está localizada a sede do registrante.

Parágrafo Único. Entende-se por fabricante aquele que manufatura ou formula o produto.

Art. 8º - Na coluna central deverão constar as culturas para as quais o produto é indicado com a recomendação: "Instruções de Uso - Vide Bula".

Parágrafo Único. Quando não couberem todos os nomes das culturas para as quais o produto é indicado citar apenas na coluna central a recomendação: "Instruções de Uso - Vide Bula".

Art. 9º - De modo a facilitar a compreensão dos usuários as recomendações de doses devem referir-se somente as quantidades do produto comercial por hectare, por número de plantas ou por hectolitro do veículo utilizado, quando aplicável, sem prejuízo de citar a recomendação de doses por ingrediente ativo por hectare.

Art. 10° - Visando possibilitar maior flexibilidade operacional na confecção de rótulos para os diversos tipos de embalagem, o estabelecimento registrante deverá observar:

I. embalagem tipo saco

a. coluna central numa face e as outras colunas na face oposta; ou

b. as três (03) colunas em uma das faces, seguindo a maior medida;

c. a embalagem individual, tipo saco, com dimensões grandes, deverão apresentar a marca comercial e o logotipo do registrante nas faces laterais, quando aplicável, visando facilitar a identificação do agrotóxico durante o armazenamento.

II - embalagem tipo cartucho

a. com face lateral estreita, utilizar a face frontal, laterais e verso, delimitando as colunas com linhas divisórias; ou

b. com face lateral estreita, colocar a coluna central em uma das faces largas e as outras colunas na face larga oposta.

c. com lados quadrangulares, utilizar uma das faces para a coluna central e mais outras duas contíguas do lado direito e esquerdo para as outras duas colunas.

Art. 11° - O texto deverá ser impresso em letras pretas sob fundo branco.

Parágrafo Único. No caso de embalagens tipos saco multifolhados e caixa de papelão, o texto poderá ser impresso em letras pratas sob o fundo de coloração original da embalagem.

Art. 12° - Determinar que os estabelecimentos registrantes afixem a bula ou folheto complementar às embalagens de seus agrotóxicos registrados.

Art. 13° - As mudanças de razão social das empresas registrantes, nos registros dos agrotóxicos e afins, serão procedidas pelo órgão registrante que comunicará aos órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde pública e de meio ambiente.

Parágrafo 1º: Os estoques de agrotóxicos existentes nos canais de distribuição poderão ser comercializados até seu esgotamento.

Parágrafo 2º: Ficam as empresas registrantes determinadas a efetuar a mudança nos rótulos e bulas de seus agrotóxicos registrados, no prazo de 06 (seis) meses.

Art. 14° - A mudança ou alteração de marca comercial de agrotóxico e afins será procedida pelo órgão registrante, quando pertinente.

Parágrafo 1º: Os estoques de agrotóxicos existentes nos canais de distribuição poderão ser comercializados até o seu esgotamento.

Parágrafo 2º: Ficam as empresas registrantes determinadas a efetuar a mudança ou alteração nos rótulos e bulas de seus agrotóxicos registrados, no prazo de 06 (seis) meses.

Art. 15° - Quando ocorrerem alterações na classificação toxicológica, e de classe de

periculosidade ambiental, bem como no intervalo de segurança, ficam as empresas registrantes determinadas a efetuar correção nos rótulos e bulas de seus agrotóxicos registrados, no prazo de 06 (seis) meses.

Parágrafo 1º: As alterações de que trata este artigo, quando efetuadas, as empresas registrantes terão o prazo de 30 (trinta) dias, a partir da publicação de ato administrativo para comunicar a seus distribuidores, bem como aos órgãos de fiscalização.

Parágrafo 2º: Os estoques de agrotóxicos existentes nos canais de distribuição poderão ser comercializados até seu esgotamento, desde que as receitas agronômicas a serem emitidas contemplem as alterações efetuadas e comunicadas pelas empresas registrantes.

Art. 16° - As empresas registrantes deverão requerer ao órgão registrante, a homologação da alteração ou mudança referente ao disposto no Artigo 15 desta Portaria.

Art. 17° - Todas as alterações ou mudanças previstas nesta Portaria deverão ser confirmadas por atos administrativos e publicados no DOU.

Art. 18° - Os casos omissos surgidos na aplicação destas normas serão dirimidos pela Coordenação de Defesa Sanitária Vegetal.

Art. 19° - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

PALESTRA 4

TOXICOLOGIA DOS HERBICIDAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO E PRIMEIROS SOCORROS

Pier C.A. Bianchi*

*Cyanamid Química do Brasil Ltda. Rua Sta Alexandrina, 336, Rio de Janeiro-RJ

Introdução

O homem mantém diariamente contato com milhares de substâncias químicas, presentes em alimentos, bebidas, produtos de higiene, remédios, objetos de uso pessoal, etc., expondo-se dessa forma a possíveis contaminações ou intoxicações.

Os dados estatísticos mostram que no período 1994-1996 os principais responsáveis pelas intoxicações, foram: animais peçonhentos 30%, medicamentos 29,2%, praguicidas 11,2%, produtos de uso doméstico 8,9%.

Apesar de ocuparem a terceira posição, os defensivos, tanto os de uso agrícola como os domissanitários, compõem um grupo de produtos de risco mais elevado, dadas as suas características tóxicas que visam eliminar organismos indesejáveis. Daí, a regulamentação brasileira ser extremamente exigente na avaliação de dados para registro e as instruções contidas em rótulo e bula, serem mais que explicativas. Apesar disso, observa-se na prática, um grande descuido no manuseio desses produtos, não só no meio rural (teoricamente menos informado) como no urbano.

Prova disso são as circunstâncias da ocorrência de intoxicações por parguicidas (23,6% de origem ocupacional; 32,0% de origem acidental e 38,3% por intenção suicida) e a faixa etária dos intoxicados, que mostra uma incidência de 17,4% em crianças entre 1 e 5 anos de idade no triênio 1994/96.

A probabilidade de uma substância produzir efeitos adversos ou indesejáveis constitui o risco, e o seu grau de intensidade depende de dois fatores: toxicidade e uso.

A toxicidade é inerente a cada produto, não podendo ser manipulada ou alterada.

Já o uso que compreende a maneira, o cuidado, a proteção, exposição, condição, precauções, depende exclusivamente do usuário e representa o fator decisivo no aumento ou diminuição do risco, uma vez que, pode ser modificado.

Via de regra, a intoxicação por defensivo,. é o resultado de uso errado ou indevido, armazenamento inadequado, descuido ou desinformação, e se algumas regras básicas de segurança fossem observadas, muitos casos de intoxicações poderiam ser evitados.

A regra fundamental da segurança é "**ler o rótulo e seguir rigorosamente suas instruções**", pois ali estão colocados todos os conhecimentos do fabricante a respeito do produto, informando sobre o manuseio, precauções, periculosidade, primeiros socorros, descartes, equipamentos de proteção, etc.

Tendo isso em mente, nunca use um produto que não esteja acondicionado na sua embalagem original, sem rótulo, ou cujo rótulo seja ilegível, falso ou incompleto.

Por outro lado, mesmo seguindo as instruções, acontecem intoxicações acidentais, e somente a adoção de algumas medidas preventivas, poderão reduzir esse risco. Dentre essas medidas, as mais importantes são:

a) ter fácil acesso a lista de pessoas e instituições que devem ser contactadas em casos de emergências, como:

- médico, hospital regional, centro de controle de intoxicações, emergências do fabricante.
- manter à disposição equipamento de primeiros socorros, contendo ampolas de antídotos específicos como atropina e kanakon, xarope e ipeca, carvão ativado, etc.
- informar detalhadamente os trabalhadores, acerca do produto a ser utilizado; cuidados necessários no seu manuseio; uso de equipamento de proteção; vias de intoxicação; sinais de alerta de envenenamento.
- conhecer as características do produto a ser utilizado como:
  - sinais ou sintomas indicativos de intoxicação; medidas de primeiros socorros; antídotos de tratamento específicos; atenção no encaminhamento hospitalar.

Essas medidas, visam fornecer subsídios aos profissionais que atuam na agricultura, para a implantação de medidas de prevenção de intoxicações, para reconhecer a ocorrência de um envenenamento e tomar as primeiras medidas de atendimento enquanto não se dispõe de socorro médico.

A absorção de uma substância depende da via pela qual ela penetra no organismo. Na manipulação de defensivos, a absorção dérmica é a mais importante, podendo ser mais intensa quando se utilizam formulações oleosas.

A absorção pelos pulmões é contudo a mais grave, sendo conseqüência da aspiração de partículas, gases ou vapores.

Na exposição ocupacional, a contaminação oral é menos freqüente e só ocorre por acidente ou descuido. Esse tipo de absorção, quase sempre é responsável pelas intoxicações mais graves.

Tão logo um defensivo é absorvido, o organismo, num processo de autodefesa, tenta neutralizar sua ação tóxica.

Essa ação somente se manifesta quando o nível da substância atinge certos limites e continua enquanto esse nível não for reduzido. Isso permite considerar dois tipos de intoxicação:

a) intoxicação aguda: ocorre quando da exposição por um período curto a grandes quantidades de toxicante.

b) intoxicação crônica: ocorre quando da exposição por um período longo, a pequenas quantidades de toxicante.

A exposição a níveis tóxicos de defensivos, resulta numa variedade de sintomas e que dependem do produto usado, da dose absorvida e das condições de saúde do indivíduo. De uma maneira geral, as reações mais comuns são:

a) contaminação por contato:
- irritação (pele seca e rachada)
- descoloração da derme (áreas amarelas ou avermelhadas)
- descamação (pele escamosa ou com aspecto de sarna).

b) contaminação por inalação:
- sinusite
- ardor na garganta e pulmões
- tosse
- rouquidão
- congestionamento das vias respiratórias

c) contaminação por ingestão:
- irritação da boca e garganta
- dor no peito
- náuseas
- diarréia
- transpiração anormal
- dor de cabeça
- fraqueza e câimbras

Os defensivos devem ser considerado suspeitos de provocar uma intoxicação aguda, somente quando sabe-se que o acidentado foi recentemente exposto a esses produtos. Sintomas que se iniciam mais de 12 horas após a contaminação, quase sempre excluem a possibilidade de intoxicação por aquele composto, a não ser que se trate de uma substância anticoagulante ou de um caso crônico, resultante da exposição contínua a pequenas doses.

Estando diante de um intoxicado, a primeira medida é observar e avaliar a presença de anormalidades que possam representar risco de vida, como parada/ dificuldade respiratória, parada circulatória, convulsão ou coma. As medidas de primeiros socorros, representam o esforço inicial para socorrer uma vítima enquanto não se dispõe de assistência médica.

A dificuldade respiratória, pode ser devida a alguns fatores ligados ao sistema nervoso central ou associados as próprias vias respiratórias, tais como salivação ou secreção pulmonar excessivas. Como medida de atendimento, deve-se manter as vias respiratórias livres, limpando a secreção, retirando próteses, goma de mascar ou qualquer outro objeto estranho. Caso a salivação seja excessiva, colocar a vítima deitada de costas e com a cabeça virada para um lado a fim de facilitar a drenagem da saliva.

Remova a vítima para local sombreado e ventilado, afrouxando suas roupas.

Caso necessário, inicie os cuidados respiratórios procedendo da seguinte forma:

- Coloque a vítima deitada de costas, com uma das mãos, levante seu pescoço pela nuca de forma que a cabeça fique ligeiramente inclinada para trás. Puxe o queixo da vítima para cima, para que a língua não dificulte a passagem do ar. Em alguns casos, por depressão do sistema central, a "queda da língua" atua como uma obstrução à ventilação normal.
- Se a vítima não voltar a respirar, inicie a respiração boca a boca. Para tanto, coloque sua boca com firmeza sobre a boca do paciente. Feche-lhe as narinas pressionando-as com o polegar e indicador. Respire profundamente e sopre para dentro da boca da vítima até notar que seu peito está levantando. Deixe o ar sair livremente. Repita o movimento 15 vezes por minuto. Não realize esse procedimento se o paciente ingeriu o tóxico ou estiver apresentando vômitos.

A ocorrência de parada circulatória exige ação imediata. Se não perceber os batimentos do coração, não conseguir sentir o pulso, a vítima apresentar acentuada palidez e dilatação das pupilas, inicie massagem cardíaca procedendo da seguinte maneira: com a vítima deitada de costas sobre uma superfície dura, coloque as mãos sobrepostas e com os dedos abertos na metade inferior do externo. Evite que os dedos toquem a parede do tórax. Faça uma pressão com bastante vigor, para que o externo se abaixe e comprima o coração de encontro à coluna vertebral. Descomprida a seguir. Repita a operação cerca de 60 vezes por minuto.

A ocorrência simultânea da parada respiratória e circulatória, ou parada cardiorespiratória é freqüente em casos graves e exige associação da respiração artificial e da massagem cardíaca. Torna-se necessário o cuidado de alternar os dois procedimentos, de modo que um não interfira no outro.

Havendo apenas uma pessoa prestando socorro, ela deve alternar a ventilação e a massagem isto é, a cada três compressões no tórax, soprar uma vez na boca da vítima.

Havendo mais de um socorrista, um fará a ventilação e o outro a massagem, sempre em períodos alternados e com a mesma freqüência.

Diversos fatores podem levar um indivíduo ao estado de choque, que se caracteriza por palidez, pele fria e

pegajosa, suor na testa e nas palmas das mãos, frio, respiração curta e irregular, pulso fraco, visão turva e eventualmente náuseas e vômitos.

Diante desse quadro, tome as seguintes medidas:

- conserve a vítima deitada e aquecida
- afrouxe a roupa no pescoço, peito e cintura
- se possível, mantenha a cabeça mais baixa que o tronco e pernas
- caso a vítima vomite, vire-lhe a cabeça para o lado
- não dê bebida alcoólica em nenhuma hipótese
- não dê nada por via oral a uma pessoa inconsciente ou semi-inconsciente

Se o paciente entrar em convulsão ou coma, mantenha livres as vias aéreas e evite que a língua obstrua a passagem do ar, empurrando o queixo para cima e para trás.

Proteja o corpo da vítima, principalmente a cabeça e a língua, evitando ferimentos. Mantenha o indivíduo aquecido e encaminhe-o ao serviço médico mais próximo.

Essas medidas são de caráter emergencial e não substituem o tratamento médico.

Uma vez certo da inexistência de fatores que representem ricos de vida, iniciar o tratamento específico, cujo objetivo básico é interromper a absorção do tóxico pelo organismo.

Muitos defensivos são prontamente absorvidos pela pele, que haja contato com roupas contaminadas ou sejam diretamente derramados sobre o corpo. De qualquer maneira, e mesmo que o produto seja pouco tóxico, recomenda-se que a exposição seja reduzida ao mínimo o quanto antes. Para tanto, retire imediatamente as roupas contaminadas e se possível, remova o produto com jato de água corrente. A seguir, lave com água e sabão as partes expostas, evitando esfregar para não causar irritações. Seque e envolva num pano limpo as áreas contaminadas. Se uma grande superfície do corpo foi contaminada, a lavagem por ducha é mais indicada. Atenção especial deve ser dada ao couro cabeludo, atrás das orelhas, axilas, unhas e regiões genitais.

Nenhum antídoto ou agente neutralizador deve ser adicionado à água de lavagem.

O derramamento de uma substância nos olhos, faz com que seja prontamente absorvida. A irritação que surge, pode ser devida ao próprio composto químico ou a substâncias coadjuvantes presentes na formulação.

A única assistência imediata nessas ocorrências, é a lavagem dos olhos com água limpa, por um período de 10 minutos. A água de lavagem poderá ser fria ou morna, mas nunca quente ou contendo outras substâncias usadas como antídotos ou netralizantes.

O jato de água deve ser suave para não provocar maior irritação. Não dispondo de jato de água, deite a vítima de costas com a cabeça apoiada nas suas pernas e inclinada para trás, e mantendo as pálpebras abertas, derrame com auxílio de caneca, um filete de água limpa. Não coloque colírio ou outras substâncias.

Se a dor ou irritação persistirem, vede os olhos com um pano limpo e encaminhe ao oftalmologista.

Ocorrendo intoxicação por inalação, leve imediatamente a vítima para local fresco e ventilado. Afrouxe as roupas para facilitar a passagem de ar e caso a vítima tenha dificuldade para respirar, aplique a respiração artificial boca a boca.

Antes de entrar em locais fechados com a possibilidade de contaminantes no ar ambiente, certifique-se de ventila-los.

Ao atender uma vítima intoxicada por ingestão, a decisão mais importante a tomar é se deve ou não provocar vômito.

Via de regra, é melhor regurgitar a substância tóxica imediatamente; todavia nunca provoque o vômito se a vítima estiver inconsciente ou em convulsão, pois

poderá sufocar. Também deve-se evitar o vômito se a substância ingerida for cáustica ou corrosiva, visto que provocará novas queimaduras ao ser regurgitada.

Formulações de defensivos que utilizem como veículo solventes derivados do petróleo, normalmente têm em suas bulas, indicações de restrição ao vômito, visto que esses solventes podem ser aspirados pelos pulmões provocando pneumonite.

Antes de induzir o vômito, aumente o volume do conteúdo estomacal da vítima, dando-lhe um ou dois copos de água.

O vômito pode ser provocado por processo mecânico, colocando um dedo na garganta, ou dando-se ao paciente uma colher de sopa de detergente de cozinha em um copo d'água.

Durante o vômito, posicione o paciente com o tronco ereto e inclinado para a frente, evitando a penetração do líquido nos pulmões.

Quando o vômito não for aconselhado, procure reduzir a absorção do tóxico, neutralizando sua ação com carvão ativado, na dosagem de até 50 g diluídos num copo de água.

O carvão ativado poderá ser administrado como tratamento auxiliar após o vomito provocado.

Não dê leite com o objetivo de neutralizar a ação do tóxico, pois como a maioria dos defensivos são lipossolúveis, podem ser fixados pela gordura do leite e terem sua absorção favorecida.

O modo de ação, a sintomatologia é o tratamento, variam de acordo com o grupo químico ao qual pertence o composto responsável pela intoxicação.

Os inseticidas são a classe de defensivos responsáveis pelo maior número de intoxicações, acusando no período 94/96, 5.011 casos ou 82,3% do total de casos devidos a praguicidas. Vêm a seguir os herbicidas com 617 casos (10,1%), os fungicidas com 93 casos (1,6%) e a classe de outros com 363 casos (6,0%).

Daquele total, 128 casos resultaram em óbitos sendo 31 deles ou 24,2% devidos aos herbicidas.

Destes, os grupos químicos que mais preocupam são os bipiridilos, os derivados da glicina e os clorofenoxicos.

Grupo dos Bipiridilos

Paraquat e Diquat, herbicidas que são inativados quando em contato com o solo, são os compostos desse grupo utilizados na agricultura.

Embora participem com apenas 19,1% dos casos de intoxicação por herbicidas, são responsáveis por 71,0% dos óbitos devidos a esta classe de defensivos.

São substâncias corrosivas e o seu contato repetido ou prolongado, pode afetar a pele, as unhas das mãos e a mucosa nasal, causando hemorragias. São pouco absorvidos pela pele, e esses sintomas desaparecem lentamente, após a adoção de medidas de proteção do rosto e das mãos.

Todavia, os biripidilos são compostos muito perigosos se ingeridos acidental ou deliberadamente e os sintomas surgem imediatamente, como uma sensação de ardor na boca e na garganta, seguida de náuseas, vômitos e dores de estômago. Mais tarde, há queixas de pressão no peito e a respiração é ruidosa, como que efervescente. Além de lesar o esôfago e estômago, provocam alterações dos rins e do fígado. O paraquat pode ainda originar uma fibrose progressiva nos pulmões, a qual, uma vez instalada, torna o tratamento difícil, podendo levar ao óbito.

Como medida de emergência no caso de ingestão, recomenda-se não provocar o vômito e procurar neutralizar a ação corrosiva, administrando carvão ativado, argila ou terra fina com água. Force a diurese dando líquido para o paciente beber e transporte-o imediatamente para hospital.

Grupo dos Derivados da Glicina

Provavelmente em razão do elevado volume utilizado, este grupo é responsável por 48% dos casos de intoxicação por herbicidas registrados no período 94/96, e por 19,3% dos óbitos.

Numa exposição aguda a formulações comerciais de derivados da glicina, os sintomas normalmente observados são dermatites de contato, dor de garganta, ulceração da mucosa oral, vômitos, elevação moderada das enzimas hepáticas e leucocitose. Com menor freqüência, pode ocorrer diarréia, hipertermia, acidose metabólica, anuria, edema pulmonar e choque.

O sufactante presente nas soluções comerciais, pode ser o responsável por muitos desses distúrbios.

No tratamento de emergência, não se recomenda provocar o vômito. Em caso de ingestão, diluir a contaminação dando água, carvão ativado e catárticos.

Grupo dos Clorofenóxicos

Acarretam neuritas periféricas transitórias, irritações cutânea e gastrintestinal e febre.

A intoxicação aguda por ingestão provoca miose, hipotensão, taquicardia, vômitos, rigidez muscular, insuficiência respiratória e edema pulmonar.

Não havendo contra indicações, o vômito pode ser provocado.

Não existe antídoto específico. Recomenda-se lavagem gastrintestinal e tratamento sintomático.

Finalizando, deve-se ter presente que em todas as intoxicações, o principal é manter o acidentado com as funções vitais preservadas e para isso, é fundamental a adoção das medidas gerais de primeiros socorros. Após certificar-se que essas condições estão atendidas encaminhe o paciente para atendimento médico.

MESA REDONDA VI.1

PROTEÇÃO DO APLICADOR DE HERBICIDAS

Joaquim Gonçalves Machado Neto*

* Prof. Dr. do Deptº. de Defesa Fitossanitária FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal.
Rod. Carlos Tonanni, km 5, 14870-000, Jaboticabal-SP

Introdução

Os agrotóxicos são compostos rigorosamente selecionados pela capacidade de causarem intoxicações letais aos organismos vivos alvos do controle químico, para proteção das culturas agrícolas. Além dos organismos indesejados, os agrotóxicos causam intoxicações em qualquer organismo vivo que entrarem em contato íntimo. Entre estes, destaca-se o homem ocupacionalmente exposto, que fica sujeito a determinado risco de intoxicação. O risco de intoxicação ocupacional com os agrotóxicos é representado pela probalidade da ocorrência de lesões pela exposição, uso ou manipulação de um agrotóxico em condições específicas.

Tão importante quando a toxicidade, a exposição ocupacional deve ser eficientemente avaliada para se determinar e quantificar os fatores determinantes do risco, nas condições específicas de trabalho. Assim, pode-se identificar o fator causa e aplicar as medidas de segurança de uma foram mais eficiente e econômica.

Risco de intoxicação

Baseados em dados de exposições dérmicas e respiratórias de trabalhadores a agrotóxicos, Durham & Wolfe (1962) estabeleceram uma fórmula onde consideraram estes riscos como sendo a fração percentual da dose tóxica do agrotóxico que o trabalhador se expõe por hora de trabalho (% DT/h), ou por qualquer outro período de tempo. A dose tóxica é estimada multiplicando-se o valor da DL_{50} dérmica (mg/kg) pelo peso corpóreo (70 kg).

Em condições de campo, em ambiente aberto, são importantes as vias dérmica e respiratória (Durham & Wolfe, 1962; Wolfe et al., 1967 e Wolfe et al., 1972). Estes autores verificaram que, em média, 99,8% da exposição total ocorreu na dia dérmica e apenas 0,2%, na via respiratória. Em função desta relação, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1975) recomenda que se a exposição respiratória não for avaliada ela pode ser substituida por 10% da dérmica avaliada. Assim, a fórmula de Durham & Wolfe (1962) foi modificada para a seguinte:

$$\%DTh = \frac{\text{Exposição dérmica (mg/kg)} + 10\%}{DL_{50}\text{ dérmica (mg/kg)} \times 70\text{ (kg)}} \times 100$$

Com esta fórmula, avaliando-se apenas a exposição dérmica pode-se estimar o risco de intoxicação proporcionado por uma determinada atividade. A exposição ocupacional pode ser potencial, que é a quantidade máxima que pode atingir o trabalhador (Turnbull et al., 1985) ou real, que é a quantidade que realmente atinge as vias de exposição (Bonsall, 1985).

O AGRO. PRO RO PREENCHIMENTO DO R.AG. ASSINADA 1000

OS QUADRAZINHOS DE LUVA, DE... E ESTA ASSINANDO UM ATESTADO DE TORTURA P/ O APLICADOR

As medidas de segurança são aplicadas na prevenção do contato do agrotóxico nas vias de exposição e absorção no corpo. Por isso, o conhecimento da importância de cada uma destas vias é fundamental para se selecionar as medidas de segurança mais efetivas, confortáveis, econômicas e exequíveis nas condições específicas de uso dos agrotóxicos.

Vias de exposição do corpo aos agrotóxicos

Além da importância relativa das vias de exposição, deve ser considerado também o potencial de alcance da corrente sanguinea, ou de absorção nas vias de exposição. Na via respiratória, a absorção do agrotóxico nos pulmões é rápida e completa (Durham & Wolfe, 1962). Na via dérmica, a absorção é mais lenta e parcial, pois a pele constitui-se numa eficiênte barreira natural de proteção do organismo. A penetração dos compostos na pele depende dos seus modelos farmacocinéticos de absorção (Mathias et al., 1985), podendo variar de 0,8 a 6,0% (Guy et al., 1985) e até 80% (Bronaugh, 1985). Também depende muito do veículo que o composto está diluído. A Agência de Proteção Ambiental-EPA, USA, no Processo de Suposição Contra Registro Refutável-RPAR, quando os dados não estão disponíveis, considera a absorção média de 10% da exposicão dérmica (Smith, 1984). Portanto, o potencial de absorção dos agrotóxicos na via dérmica, em média, é de 9,98% (que representa 10% da exposição total) e de 100% na via respiratória (que representa 0,2% da exposição total). Assim, o potencial de intoxicação pela via dérmica é 49,9 (9,98%/0,2%) vezes maior que o da via respiratória. Por isso, as medidas de segurança devem ser mais concentradas na proteção da via dérmica.

Métodos de avaliação da exposição dérmica

Os métodos desenvolvidos para avaliar a exposição dérmica aos agrotóxicos são classificados em métodos diretos, ou dosimetria passiva, e indiretos, monitoramento biológico (Durham & Wolfe, 1962 e Reinert, et al., 1986). Com os **métodos indiretos**, ou de monitoramento biológico, mede-se a concentração dos agrotóxicos em materias coletados, ou os efeitos dos tóxicos no organismo do individuo após a exposição e a absorção. Com os **métodos diretos**, ou de dosimentria passiva, utiliza-se de algum mecanismo para coletar o material tóxico que poderá atingir as vias de absorção no corpo, durante um determinado período de exposição. A quantidade determinada, por análises químicas ou bioensaios ou outros métodos, é a medida direta da exposição. Desta forma, pode-se medir a exposição dérmica potencial ou real.

Segurança da condição de trabalho

Para classificar a segurança das condições de trabalho com os agrotóxicos, em segura ou insegura, estima-se a margem de segurança (MS) através da fórmula proposta por Severn (1984), que é a seguinte:

$$MS = \frac{\text{NOEL (nível de efeito tóxico não observado) (mg/kg/dia)}}{\text{Quantidade absorvível da exposição (mg/kg/dia)}}$$

A quantidade absorvível da exposição, expressa em mg/kg/dia, utilizada na fórmula é calculada através das exposições que ocorrem nas vias dérmica e respiratória. Na via dérmica, se não há disponibilidade do valor de absorção dérmica de um determinado produto, a quantidade absorvível pode ser considerada como 10% da exposição dérmica avaliada. Na via respiratória, a quantidade absorvível pode ser considerada como 100% da exposição respiratória avaliada. Porém, se a exposição respiratória não for avaliada, a quantidade absorvível na via respiratória pode ser considerada como 1% da exposição dérmica avaliada, devido à relação quantitativa das exposições dérmica e respiratória, na

exposição total neste tipo de atividade. Nesta caso, a quantidade absorvível será de 11% da exposição dérmica avaliada.

Em trabalhos mais recentes, os autores estimam a margem de segurança utilizando um fator de segurança. Os americanos (USA) utilizam um fator de segurança de 100; resultante da multiplicação de 10 (devido à sensitividade intraespécies) por 10 (devido à incerteza interespécies). Os Alemães utilizam um fator de segurança de 25. Os Holandeses de 10 (Brouwer et al., 1990), devido a extrapolação dos dados toxicológicos obtidos em animais para o homem. Nas nossas condições de trabalho, onde esta metodologia de análise da segurança no trabalho com agrotóxicos encontra-se na fase inicial, acredita-se que pode ser considerado um fator de segurança de 10 para se estimar os valores da MS. Assim, a fórmula de Severn (1984) modificada que será utilizada é a seguinte:

$$MS = \frac{\text{NOEL (nível de efeito tóxico não observado) (mg/kg/dia)}}{\text{Quantidade absorvível da exposição (mg/kg/dia) x 10}}$$

O critério para classificar a segurança das condições de trabalho com agrotóxicos com os valores estimados de MS é o seguinte:

Se **MS ≥ 1 - exposição aceitável, risco tolerável** - condição de trabalho segura, pois a quantidade absorvível da exposição x 10 é menor que o valor do NOEL do agrotóxico considerado.

Se **MS < 1 - exposição inaceitável, risco intolerável** - condição de trabalho insegura, pois a quantidade absorvível da exposição x 10 é maior que o valor NOEL do agrotóxico considerado. Neste caso, para tornar a condição de trabalho segura, calcula-se a necessidade de controle da exposição (NCE), em porcentagem, para tornar a MS ≥ 1, através da seguinte fórmula:

$$\mathbf{NCE = (1 - MS) \times 100\ (\%).}$$

Com este cálculo estabelece-se a necessidade de controle da exposição para cada condição específica de trabalho e aplica-se as medidas de segurança mais adequadas.

Medidas de segurança

Qualquer medida de segurança é aplicada para proteger as pessoas por intermédio de uma das seguintes alternativas: - eliminando o risco; - isolando o risco ou sinalizando o risco (Zócchio, 1980). **Eliminar o risco** significa torná-lo definitivamente inexistente, o que poucas vezes se consegue. **Isolar o risco** é a alternativa mais aplicada, mas não é válida como substituta quando o perigo pode ser eliminado. A grande maioria dos riscos é apenas isolada, embora o método de isolamento muitas vezes isente as pessoas definitivamente do risco. **Sinalizar o risco** é o recurso que se aplica quando não há possibilidade de se utilizar um dos dois anteriores. Não é um recurso usado em substituição a um dos dois anteriores, a não ser em caráter precário e temporário e em enquanto se tomam as medidas definitivas. Normalmente são utilizados pictogramas ou frases, escritos com cores já padronizadas pela segurança do trabalho, como advertência do perigo.

As medidas preventivas que atuam nas causas das exposições aos agrotóxicos, que nesta oportunidade propõe-se denominá-las medidas ativas, controlam os principais fatores de risco: a toxicidade e o grau de exposição. **As que atuam na proteção, controlando o efeito e não a causa**, que novamente propõe-se denominá-las medidas **passívas**, não reduzem o potencial de risco, porém evitam o contato com os agrotóxicos; por exemplo, os EPIs - equipamentos de proteção individual. Para que estas medidas de sejam adequadamente aplicadas quando necessárias, há necessidade de se determinar as causas, ou os fatores condicionantes dos riscos de intoxicação.

Causas das intoxicações ocupacionais com os agrotóxicos

As causas de acidentes ou doenças do trabalho - no caso, as intoxicações ocupacionais com os agrotóxicos - podem ser diretas ou indiretas. As **causas indiretas** são o homem e o meio que, respectivamente, originam os fatores pessoais e materiais (Zócchio, 1980). No **homem**, características que lhe são inerentes, fatores hereditários, sociais e de educação são prejudiciais quando falhos, como desconhecimento dos riscos de acidentes; treinamento inadequado, etc. O **meio**, com os riscos que lhe são peculiares, ou que nele são criados, requer ações e medidas corretas para que sejam controlados, neutralizados e não se transformem em fontes de acidentes. Destacam-se como causas materiais indiretas: insegurança das máquinas, periculosidade dos materiais, corrosividade dos ácidos, toxicidade dos agrotóxicos, etc.

As **causas diretas** são os atos inseguros e as condições inseguras, resultantes de causas indiretas (fatores materiais e humanos) que, combinados ou não, propiciam a ocorrência de acidentes de trabalho ou, no caso específico, as intoxicações ocupacionais com os agrotóxicos. **Ato inseguro** é a maneira como as pessoas se expõem, consciente ou inconscientemente, a riscos de acidentes. Os mais comumente praticados nas empresas são: usar máquinas sem habilitação, não usar as proteções individuais, manipulação insegura de produtos tóxicos, brincadeiras e exibicionismo, etc. **Condição insegura** é aquela que põe em risco a integridade física e/ou a saúde dos trabalhadores, ou a própria segurança das instalações ou dos equipamentos. São condições materiais que condicionam, ou obrigam, a pratica de atos inseguros. As que mais comumente ocorrem nas empresas são: falta de proteção nas máquinas e equipamentos de trabalho - aqui, vale ressaltar que os utilizados nas aplicações de agrotóxicos praticamente são desprovidos de itens de segurança, proteções de máquinas e equipamentos inadequadas ou defeituosas falta de protetores individuais (EPIs), etc.

Pela legislação atual, primeiro deve-se determinar a causa que levou o trabalhador a praticar o ato inseguro. Na maioria das vezes, constata-se que a causa verdadeira é a falta de treinamento. A falta de treinamento, por sua vez, é classificada como uma condição insegura.

Condições de trabalho com os agrotóxicos

As aplicações de agrotóxicos em condições de campo, em ambiente aberto, na maioria das vezes são realizadas através de pulverizações. Estas caracterizam-se pelo uso de produtos pouco voláteis e por uma dispersão extremamente rápida das gotas pulverizadas no ar atmosférico. Normalmente o ar respirado pelos trabalhadores contém baixas concentrações de gotas, a não ser que ele fique em posição insegura, com o rosto dentro da área contendo a névoa de gotas ou pó aplicados. A concentração das gotas no ar reduz-se imediatamente após a formação do jato da pulverização.

No manuseio das embalagens, para transporte ou abastecimentos de máquinas, como nas aplicações, a exposição dérmica é maior que a respiratória, pois as formulações líquidas superam em muito as sólidas. No manuseio os produtos, as primeiras partes do corpo a serem expostas são as mãos e os pés, pois os produtos são manuseados manualmente e ao caírem no solo, são pisados pelos trabalhadores.

As principais falhas nas aplicações de herbicidas na cultura de cana-de-açucar na região de Orlândia (SP), segundo Freitas (1995) foram:

- a não utilização de peneira no abastecimento do pulverizador;
- falta de limpezas periódicas do filtro de sucção e filtros de linha dos pulverizadores;

- uso de bicos de pulverização desgastados, gerando deposição irregular;
- uso de bicos diferentes na barra de pulverização;
- aplicações com bicos entupidos;
- sobreposição inadequada de jatos devido à altura incorreta da barra de pulverização;
- aplicação em solo mal preparado, contendo torrões e restos vegetais;
- paradas indevidas do trator causando aplicação excessiva, que resulta em fitotoxicidade na cultura;
- vazamento no filtro de sucção e nas mangueiras dos pulverizadores;
- pingentes tortos, ocasionando má deposição dos herbicidas;
- entrada e saída dos talhões em baixa rotação do trator.

Medidas ativas

As medidas de segurança que reduzem a exposição potencial não denominadas de medidas ativas, porque atuam nos fatores causa. Elas podem reduzir a toxicidade ou a exposição ocupacional.

Controle da toxicidade

Como a toxicidade é uma propriedade intrínseca dos agrotóxicos, poucos fatores pode influenciá-la. Os principais que podem afetá-la são o tipo de formulação, que pode ser pó ou líquida, e a concentração dos ingredientes ativos na formulação. Como os trabalhadores estão expostos aos produtos formulados, as formulações pó seco são as mais seguras, pois contêm as menores concentrações, e as líquidas as mais perigosas, pois são mais concentradas.

Entretanto, a melhor maneira de se reduzir a toxicidade de uma aplicação é substituir o produto mais tóxico por outro menos tóxico, quando há mais de um produto recomendado para o mesmo problema fitossanitário. Esta medida de segurança pode ser utilizada somente pelo engenheiro agrônomo, no aviamento da receita agronômica, obrigatória, legalmente, para a aplicação de qualquer produto.

A possibilidade de recomendação de um herbicida menos tóxico, ou mais seguro, está demostrada na Tabela 1, utilizando-se os resultados de Abbott et al. (1987) como base de dados. Neste trabalho, os autores avaliaram a exposição dos aplicadores do herbicida 2,4 - D em um gramado com os pulverizadores costal manual com um bico e com o pulverizador de barra montado em trator. Diversos herbicidas poderiam ser de aplicação similar em gramados ou em qualquer outra cultura ou área, que resultariam em exposições semelhantes. Nestas estimativas constata-se que os efeitos da toxicidade e da dosagem no risco de intoxicação, onde as menores dosagens e maiores valores de DL_{50} dérmica proporcionaram os menores riscos.

Segurança dos equipamentos de aplicação

A maioria das aplicações de herbicidas, ou qualquer outro produto, pode ser realizada com mais de um equipamento de aplicação. Cada equipamento de aplicação tem a sua estrutura que posiciona o trabalhador mais ou menos próximo do produto aplicado. Em função deste posicionamento, o aplicador mais estar mais ou menos exposto aos produtos e ao risco de intoxicação. Naturalmente estes equipamentos são mais ou menos seguros. Em exemplo característico pode ser constato nos dados de Abbott et al. (1987) utilizados na Tabela 1. O aplicador do herbicida 2,4 - D com o pulverizador costal manual está 3,51 vezes mais exposto que o tratorista aplicando com o pulverizador de barra montado em trator.

Tabela 1 - Exposições e riscos de intoxicação dos aplicadores de herbicidas em gramados, ou condições similares, utilizando-se os resultados de exposição ao herbicida 2,4-D, obtidos por Abbott et al. (1987), como base de dados

Herbicidas	Dosagem (kg ia/ha)	DL_{50} dérmica (mg/kg)	Tratorista - Pulv. de barra		Aplicador - Pulv. Costal	
			Exp. (mg/h)	%DT/h	Exp. (mg/h)	%DT/h
2,4-D[a]	1,44	-	40,3	-	141,8	-
Metoxuron	3,20	> 2000[b]	86,5	0,070	315,1	0,247
Diclobenil	6,00	1350[c]	167,9	0,195	590,8	0,687
Dinoseb	2,00	200[c]	56,0	0,440	196,6	1,547
Oxadiazon	4,00	> 8000[b]	111,9	0,022	393,9	0,077
Paraquat	0,60	236[c]	16,8	0,112	59,1	0,393
Picloran	1,00	> 4000[c]	28,0	0,011	98,5	0,039
Prometrina	1,00	> 3100[b]	28,0	0,014	98,5	0,050
Propanil	4,00	7080[c]	111,9	0,025	393,9	0,087
Glifosate	2,00	> 7940[c]	56,0	0,011	196,9	0,039
Molinate	4,00	> 10000[c]	111,9	0,017	393,9	0,062

[a] Base de dados de Abbott et al. (1987); [b] teste em rato e [c] teste em coelho; - = sem informação.

Em nossas condições, Machado Neto & Matuo (1992) estudaram duas medidas de segurança no pulverizador costal manual convencional com lança de aplicação de 0,5 m de comprimento e com um bico defletor TK, na aplicação do herbicida paraquat (Gramoxone 20%), em pós-emergência dirigida na cultura de milho de pequenos agricultures. As medidas testadas foram lança de 1,0 m de comprimento e aplicação trazeira, através de uma haste vertical afixada atrás do tanque do pulverizador, na parte mais baixa, aplicando a 1,0 m atrás dos calcanhares do trabalhador. Verificaram que as exposições dérmicas potenciais (EDP), em ml de calda/h, foram de 443,0; 374,8 e 12,1, respectivamente, com os pulverizadores convencional, com lança de 0,5 e 1,0 m e com a aplicação atrás do corpo. Estas medidas de segurança reduziram as EDPs dos aplicadores em 15,3 e 97,3%, respectivamente. Apenas a aplicação atrás do corpo tornou a condição de trabalho segura (MS > 1), foi muito bem aceita pelos trabalhores e proporcionou controles das plantas daninhas equivalentes aos demais equipamentos.

Medidas passivas

As medidas de segurança que reduzem apenas a exposição real, não atuam nas causas, mas apenas no efeito - a exposição -, são denominadas de medidas passivas. Nesta classe estão todas as medidas de proteção que interceptam o caminho dos agentes tóxicos que poderiam entrar em contato com o corpo do trabalhador. Destacam-se as vestimentas comuns, normalmente utilizadas, e os EPIs.

Na Norma Regulamentadora Rural n. 4, aprovada pela Portaria n. 3.067, de 12 de abril de 1988, do Ministério do Trabalho (Brasil, 1988), os EPIs são definidos como "todo dispositivo de uso individual destinado a proteger a integridade física do trabalhador".

Esta norma determina que a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, **EPIs adequado ao risco** e em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

a) sempre que as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou não oferecerem completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho e/ou de doenças profissionais e do trabalho;

b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e

c) para atender a situações de emergência.

Na legislação mais recente sobre agrotóxicos, Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 (Brasil, 1989), o Artigo 14 determina, na letra f, responsabilidades administrativas, civil e penal ao empregador pelos danos causados à saúde das pessoas quando não fornecer e não fizer manutenção dos equipamentos adequados à proteção da saúde dos trabalhadores, ou dos equipamentos na produção, distribuição e aplicação dos agrotóxicos.

No Decreto Lei nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990 (Brasil, 1990), no Capítulo 4, seção 1 - da embalagem e da rotulagem dos agrotóxicos, no Artigo 38, inciso 1, letra m, determina que na coluna central do rótulo devem ser escritos os dizeres; é obrigatório o uso de equipamentos de segurança. proteja-se. Ainda no Capítulo 6, deste Decreto Lei - do **receituário agronômico**, no Artigo 53, inciso 3 - diagnóstico, letra m, determina que na receita tem que ter orientação quanto à utilização de equipamentos de proteção individual.

Entretanto, o uso de EPIs é um ponto da segurança do trabalho que requer ação técnica, educacional e psicológica para sua efetiva aplicação (Zócchio, 1980):

- **técnica**, no sentido de determinar o tipo adequado de EPI face ao risco que irá neutralizar;
- **educacional**, para que o empregado saiba como usá-lo, de modo a oferecer o melhor rendimento possível; e
- **psicológica**, no sentido de o usuário convencer-se da necessidade de usar o equipamento como parte de sua atividade e de sentir-se bem com ele.

Não obstante a obrigatoriedade desta legislação, quanto ao fornecimento e uso de EPIs como medida de segurança no trabalho com agrotóxicos, deve-se considerar a exiquibilidade desta determinação. Os EPIs disponíveis atualmente no mercado foram desenvolvidos para as condições de trabalho urbano, principalmente em ambiente coberto e fechado. Em condições de campo, em ambiente aberto e sob o sol, constata-se que estes EPIs causam grande desconforto no usuário, as vezes até dificultam o trabalho e resultando em maior fadiga. Eles impedem a dissipação do calor e a evaporação da água da superfície da pele, pois atuam impermeabilizando o corpo. Por outro lado, a eficiência destes equipamentos nunca é de 100%, pois ela depende muito do tipo de material, da forma ou modelo que são construídos e, principalmente, da forma como estão sendo usado pelos trabalhadores.

Ultimamente algumas empresas produtoras de agrotóxicos têm desenvolvido tecidos alternativos para proteção dos aplicadores de agrotóxicos, inclusive substituindo o princípio de proteção por impermeabilidade por proteção por hidrorrepelência. Os EPIs são confeccionados em tecidos de Brim com fios tratados com sais de aluminio ou teflon. Materiais do tipo não-tecido, de fibras sintéticas prensadas, também têm sido utilizados para confeccionar EPIs. Por exemplo, o Non woven da empresa Shell Brasil SA e o Tyvek da Du Pont do Brasil SA.

O Ministério da Saúde, considerando a forte recusa dos EPIs pelos usuários em condições de campo, devido ao intenso desconforto que causam, na sua legislação mais recente, Portaria nº 1 de 09 de dezembro de 1991 (Brasil, 1991), determina que a empresa produtora do agrotóxico ficará com a responsabilidade de apresentar ao Ministério da Saúde os dados que serão incluídos no rótulo, búla ou folheto. Entre estes dados estão as recomendações de segurança dos usuários, que podem ser feitas para determinadas condições específicas de aplicação dos agrotóxicos. Neste caso, a avaliação da exposição

dérmica potencial nas diversas partes do corpo do trabalhador e os cálculos de margens de segurança constituem-se em informação fundamental para se fazer tais recomendações.

A proteção através de EPIs poderá ser feita pelas empresas de acordo com as necessidades específicas, considerando-se as regiões do corpo mais expostas, os modelos e os materiais mais adequados. Pois, os EPIs são utilizados para controlar a exposições das partes do corpo, por isto devem ser usados de acordo com suas intensidades. Normalmente a exposição concentra-se mais em determinados locais, cujo padrão de distribuição é altamente dependente da atividade realizada e do tipo de aplicação (Fenske, 1990). Um exemplo desta possibilidade pode ser constatado nos resultados de Machado Neto & Matuo (1993), ainda nos estudos de segurança do pulverizador costal manual aplicando paraquat na cultura de milho. Verificaram que 93,7% da EDP total com o pulverizador com lança de 0,5 e 87,2% com lança de 1,0 m, concentraram nos pés e frente das coxas e pernas. Assim, a proteção de apenas estas regiões do corpo com botas e avental impermeáveis será suficiente para tornar estas condições de trabalho seguras (MS > 1).

Dentro deste enfoque, também há possibilidade inclusive de se recomendar o uso de equipamentos de aplicação comprovadamente mais seguros. Conseqüentemente, isto obrigaria as empresas produtoras de equipamentos de aplicação, como pulverizadores, a avaliarem e providenciarem itens de segurança em seus produtos. Na Tabela 2 encontra-se as porcentagens de penetração do herbicida atrazina em varios tipos de tecidos, em condições de laboratório, adaptadas dos resultados de Raheel (1991). No primeiro tecido, foram aplicadas 280 µg de atrazina/cm^2, nas formulações pó molhavel e suspensão concentrada. No segundo tecido, posicionado em baixo do primeiro, determinou-se as quantidades do herbicida que penetraram. Nestes dados comprova-se a importância do tipo de material utilizado, com destaque para as maiores eficiências do não-tecido Tyvek, seguido pelo tecido de 100% algodão. Mas em condições de campo, é fundamental o modelo ou "design" para conferir conforto, além da eficiência que o material possa oferecer.

Tabela 2 - Porcentagens de penetração de atrazina em diferentes tecidos (Adaptado de Raheel, 1991)

Primeiro tecido (280 µg/cm^2)	Peso (g/m^2)	% de atrazina que penetrou e atingiu o segundo tecido	
		Pó molhável	Susp. concentrada
100% algodão	222	5,0	6,1
50/50 PET/algodão	210	10,0	11,1
65/35 PET/algodão	180	21,7	22,2
100% PET (poliéster)	116	53,5	60,3
100% náilon	150	43,8	34,2
100% acrílico	140	43,5	50,9
100% olefina (Tyvek)	40	0,03	0,03

A proteção da exposição respiratória está sendo realizada com máscaras semi-faciais de borracha, com filtros contra vapores orgânicos tóxicos. Entretanto, a exposição que ocorre durante as aplicações no campo é de gotas da pulverização, de diâmetros superiores a 100 micras, e não de vapores, pois a maioria dos produtos são de baixa pressão de vapor. As pequenas quantidades de vapores tóxicos que se formam são rapidamente dispersadas no ar atmosférico. Por tanto, os filtros a serem utilizados devem ser para filtrarem partículas - as gotas das pulverizações. Entretanto, devem ser resguardados os casos de produtos que realmente proporcionam a formação de vapores tóxicos, que são a minoria. As gotas ficam retidas nos pêlos do nariz ou são depositadas nos lábios e em torno da boca. As gotas que são filtradas no nariz se misturam e podem ser aspiradas e engolidas. As que se depositam nos lábios podem ser lambidas, tornando-se exposição oral, e todas alcançam o trato gastro-intestinal. Apenas as de diâmetros menores

que 10 micras podem ser aspiradas, exposição respiratória. Considerando-se estes aspectos, acredita-se que poderiam ser utilizadas máscaras semi-faciais para filtrarem partículas, ou gotas, e de preferência as descartáveis a cada um ou dois dias de trabalho, para evitar reusá-las contaminadas. Nas máscaras tradicionais, troca-se apenas os filtros, a parte de borracha praticamente não é descartada e vai acumulando produtos com o uso. Ao serem usadas contaminadas, pois a descontaminação infelizmente não é uma prática comum neste meio, a pele do rosto fica exposta ao contato íntimo com os agrotóxicos contaminantes destas máscaras. Nestas condições as máscaras não descartáveis podem tornarem-se mais um fator de risco.

Diante destas informações, constata-se a grande e a urgente necessidade de se desenvolverem EPIs mais específicos e apropriados às condições de campo. Isto facilitará o usuário no cumprimento da legislação de segurança e proteção destes riscos, através das medidas passivas de segurança.

Bibliografia Citada

ABBOTT, I.M.; BONSALL. J.L.; CHESTER, G.; HART, T.G.; TURBULL, G.J. Worker exposure to a herbicide applied with ground sprayes in the United Kingdom. **Am. Ind. Hyg. Assoc. J.**, 48(2):167-175, 1987.

BONSALL, J.L. Measurement of accupational exposure to pesticide. In: TURNBULL, G. J. ed. **Occupational hazards of pesticide use**. London, 1985. p.13-33.

BRASIL. Portaria nº 3.067, de 12 de abril de 1988. **Diário Oficial da União**. Brasília, abr. 1988.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, jul. 1989.

BRASIL. Decreto Lei nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990. **Diário Oficial da União**. Brasília, jan. 1990.

BRASIL. Portaria nº 01, de 09 de dezembro de 1991. **Diário Oficial da União**. Brasília, dez. 1991.

BRONAUGH, R.L. In vitro methods for the percutaneous absorption of pesticides. In: HONEYCUTT, R.C.; ZWEIG, G.; RAGSDALE, N.N. eds. **Dermal exposure related to pesticide use - discussion of risk assessment**. Washington, 1985. p.33-41.

BROUWER, D.H.; BROUWER, D.; DE VREEDE, J.A.F.; DE MIK, G.; VAN HEMMEN, J.J. Respiratory exposure to field-strength dusts in greenhouse during application and after re-entry. **Annual Report**, TNO Health Research - Medical Biological Laboratory. 1990. p.183-184.

DURHAM W.F. & WOLFE, H.R. Measurement of the exposure of workers to pesticides. **Bull. Wld. Hlth. Org.**, 26:75-91, 1962.

FENSKE, R.A. Nonuniform dermal deposition patterns during occupational exposure to pesticides. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, 19:332-337, 1990.

FREITAS, A.P. **Tecnologia de aplicação de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar, na região de Orlândia-SP.** Jaboticabal, 1995. 31p. (Relatório de Estágio Curricular Optativo apresentado a FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal para otenção do título de Engenheiro Agrônomo)

GUY, R.H.; HADGRAFT, J.; MAIBACH, H.I. Transdermal absorption kinetics: a physicochemical approach. In: HONEYCUTT, R.C.; ZWEIG, G.; RAGSDALE, N.N. eds. **Dermal exposure related to pesticide use - discussion of risk assessment**. Washington, 1985. p.19-31.

MACHADO NETO, J.G. **Exposição dérmica potencial ao paraquat aplicado com pulverizadores costais manuais convencional e adaptados com medidas de segurança coletiva, eficiência no controle das plantas daninhas e seletividade para a cultura de milho (*Zea mays* L.).** UNESP/FCAV- Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 1992. 23p. (Relatório Técnico)

MATHIAS, C.G.T.; HINZ, R.S.; GUY, R.H. MAIBACH, H.T. Percutaneous absorption: interpretation of in vitro data and risk assessment. In: HONEYCUTT, R.C.; ZWEIG, G.; RAGSDALE, N.N. eds. **Dermal exposure related to pesticide use - discussion of risk assessment**. Washington, 1985. p.13-17.

RAHEEL, M. Pesticide transmission in fabrics - effect of particulate soil. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 46:845-851. 1991.

REINERT, J.C.; NIELSEN, A.P.; LUNCHICK, C.; HERNANDEZ, O.; MAZZEFA, D.M. The United States Environmental Protection Agency's Guidelines for applicator exposure monitoring. **Toxic. Letters**, 33:183-191. 1986.

SEVERN, D.J. Use of exposure data for risk assessment. In: SIEWIERSKI, M. ed. **Determination and assessment of pesticide exposure**. ELSEVIER, New York, 1984. p.13-19.

SMITH, L.W. Development of safe use practices for pesticides. In: SIEWIERSKI, M. ed. **Determination and assessment of pesticide exposure**. New York, Elsevier, 1984. p.39-52.

TURNBULL, G.J.; SANDERSON, D.M.; CROME, S.J. Exposure to pesticide during application. In: TURNBULL, G.J. ed. **Occupational hazards of pesticide use**. London, Taylor & Francis, 1985. p.35-49.

WHO. World Health organization. Survey of exposure to organophosphorus pesticides in agriculture - standard protocol. **Document VBC/75.9**, Geneva. 1975.

WOLFE, H.R.; DURHAM, W.F.; ARMSTRONG, J.F. Exposure of workers to pesticides. **Arch. Environ. Hlth.**, 14:622-633, 1967

WOLFE, H.R.; ARMSTRONG, J.F.; STAIFF, D.C.; COMER, S.W. Exposure of spraymen to pesticide. **Arch. Environ. Hlth**, 25:29-31, 1972.

ZÓCCHIO, A. **Prática da prevenção de acidentes - abc da segurança do trabalho**. 4. ed. São Paulo, Atlas, 1980. 186p.

MISTURA DE TANQUE: HERBICIDAS, OUTROS AGROQUÍMICOS E NUTRIENTES

Roberto José Carvalho Pereira*

* EMBRAPA/CPAC, Planaltina-DF

PONTOS CHAVES PARA O SUCESSO DE APLICAÇÕES NOTURNAS DE HERBICIDAS

Aroldo Irio Marochi*

*Monsanto do Brasil Ltda. Rua Almirante Barroso, 879, 84020-030, Ponta Grossa-PR

Introdução

As perdas de produção agrícola por competição com infestantes no Brasil variam entre 25 e 90%. Estas perdas, são relacionadas, normalmente, ao seu controle deficiente ou ao emprego de métodos controle inadequados.

Em geral, aplicações fora do estádio recomendado das infestantes, doses baixas atingindo o alvo, misturas inadequadas, condições climáticas desfavoráveis e desconhecimento sobre nível populacional e grau de competição de espécies, são os fatores que interferem no controle das plantas daninhas e conseqüentemente no rendimento e qualidade de grãos.

A aplicação de herbicidas é complexa e envolve áreas de estudo como:

- Engenharia - construção e desenvolvimentos de equipamentos, bombas, sistemas, pontas de pulverização e sistema de filtragem.
- Química - desenvolvimento de herbicidas, doses, formulações.
- Agronomia - estudo de ocorrência e agressividade de espécies daninhas, efeitos competitivos interespecíficos, efeitos alelopáticos, rotações.
- Climatologia - estudo das condições climáticas e correlação entre seus efeitos e a absorção e controle final das plantas daninhas.

A tecnologia de aplicação não se resume ao ato de aplicar o defensivo, mas na interação de fatores, buscando a máxima eficiência dos tratamentos, economicidade, eficiência operacional, adequação de máquinas, e menor contaminação ambiental e segurança do operador.

Caldas, névoas e gotas

Uma *"boa aplicação"* é aquela que, realizada no **momento correto**, proporciona **cobertura suficiente do alvo** e, nele deposita a **quantidade de defensivo necessária** para eliminar ou abrandar, **com segurança**, um determinado problema, a fim de que sejam evitados danos econômicos.

- **momento correto = época de aplicação**: É o aspecto mais importante e de menor custo a ser considerado, pois os defensivos apresentam máxima eficiência quando empregados de acordo com suas características e nos estádios de maior susceptibilidade dos problemas que queremos atacar.
- **cobertura suficiente do alvo = nº de gotas por cm²**: Cada classe de defensivo requer cobertura mínima para expressar seu potencial máximo de controle, ou seja:
  - herbicidas pré-emergentes: 20 a 30 gotas/cm²

- herbicidas pós-emergentes de contato: 30 a 40 gotas/cm^2
- herbicidas pós-emergentes sistêmicos: 20 a 30 gotas/cm^2
- inseticidas: 20 a 30 gotas/cm^2
- fungicidas: 50 a 70 gotas/cm^2

Estes parâmetros expressam os valores mínimos, contudo, quanto maior o número de gotas por unidade de área, melhor a eficiência do defensivo aplicado.

- **quantidade de defensivo necessária = dosagem correta**: Embora os fatores de maior importância sobre a eficiência dos defensivos sejam a época de aplicação e a cobertura do alvo, nos casos em que as interações com o ambiente sejam acentuadas reduções de dosagens, constituem fonte de acentuada inconsistência de resultados. Aumentos nas dosagens, por outro lado, mantêm a eficiência, mas oneram a operação.
- **com segurança = alojamento final do defensivo**: Qualquer defensivo deve ser dirigido ao alvo e somente ao alvo, ou seja, os produtos não devem atingir áreas, nascentes, cursos d'água, reservatórios ou culturas fora do que objetiva determinada tarefa. Não devem, tampouco, atingir animais e pessoas.
- A eficiência dos defensivos depende, então, de:
  - época de aplicação
  - cobertura (nº de gotas/cm^2)
  - dosagem
- Os resultados podem ser avaliados de duas maneiras:
- **através de resultados biológicos**
  - empregado nas avaliações de experimentos e em áreas extensivas (é assim que os agricultores avaliam a eficiência dos defensivos que empregam). Apresenta como principal desvantagem a impossibilidade de modificações operacionais a fim de se conseguirem melhorias nos resultados, uma vez que no momento da avaliação os efeitos dos defensivos estarão consolidados.
- **através de medidas físicas**
  - presumindo-se que os três requisitos mencionados anteriormente (época de aplicação, cobertura e dosagem) sejam cumpridos, a determinação de parâmetros físicos (deposição e distribuição de gotas), em última análise, traduzirão os efeitos biológicos. Modernamente é considerado como mais viável, pois permite alterações durante a aplicação a fim de que sejam obtidos melhores resultados com os defensivos empregados.

Fatores meteorológicos e resultados práticos

O clima constitui-se em fator decisivo, que pode influenciar o planejamento operacional e os resultados obtidos por alteração das relações durante e depois das práticas de campo.

- planejamento
  - dias ou horas sem chuvas
  - dias ou horas com ventos compatíveis com o trabalho
  - dias ou horas com solo insaturado
- durante a operação
  - cobertura e distribuição
  - evaporação/volatilização
  - deriva
- depois da operação - evaporação/volatilização
- velocidade de degradação dos defensivos
- **Umidade e evaporação**: a água se perde para a atmosfera, sendo um constituinte sempre presente, mas de quantidade variável. Dois termos são comumente utilizados para expressar o conteúdo de vapor d'água na atmosfera.
- **Umidade relativa**: quantidade de água presente em relação ao máximo possível para uma determinada temperatura
- **Ponto de orvalho**: temperatura que indica o limite de resfriamento do ar para

que este se torne saturado pelo vapor d'água já presente (Ex.: 85 g de vapor d'água em 100 g de ar não se condensam a 25°C, mas esta mesma quantidade de vapor d'água se condensará a 7°C. Nestas condições o ponto de orvalho é de 7°C).

Sob o ponto de vista físico, os defensivos aplicados em meio aquoso sofrem influência tanto da temperatura como da umidade relativa. Assim, a velocidade de evaporação dobra se:

- a UR cai de 95 para 85% ou a UR cai de 85 para 70% ou a UR cai de 70 para 45% ou
- a temperatura sobe de 10 para 20°C ou a temperatura sobe de 20 para 30°C ou
- o diâmetro de gotas é alterado de 450 para 200 µm ou o diâmetro de gotas é alterado de 200 para 100 µm

A campo, gotas menores que 100 µm têm baixa probabilidade de atingirem o alvo. Gotas de 200 µm, por outro lado, evaporarão menos, havendo, desta forma, pouca interferência na trajetória e distribuição da névoa aplicada (respeitado o limite de velocidade do vento).

Sob o ponto de vista biológico, os fenômenos ambientais influenciam o desenvolvimento das plantas, desde sua germinação até a colheita. Além disso, interagindo com fatores ligados ao solo, determinam o comportamento e o período de persistência dos produtos aplicados. Assim, temperatura e umidade relativa do ar agem conjuntamente, e é este conjunto de fatores ambientais que, determina o tipo de reação das plantas aos estímulos ou tratamentos externos.

O conhecimento das condições climáticas durante os ciclos das lavouras é, então, importante para a orientação e recomendação de tratamentos fitossanitários para cada região agrícola. Serão mostradas condições climáticas que ocorrem nos Campos Gerais (PR). Estes dados variam de região para região, porém de forma genérica a tendência das curvas é similar.

A Figura 1, ilustra os dados de velocidade média dos ventos em km/h. Nela, observa-se que nas primeiras horas do dia a velocidade é baixa e a partir da 10:00 h se eleva, voltando a cair após às 17:00 h, sendo, na maioria dos dias limitante para a aplicação de defensivos. Esta informação auxilia o técnico e o produtor na escolha do tipo de bico mais indicado para sua região e para que ocorra menor perda por deriva.

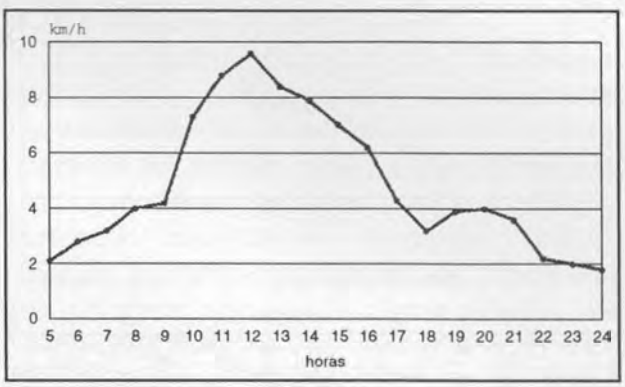


Figura 1 - Velocidade média do vento, do período de setembro a dezembro, na região do Grupo ABC. Média horária de todos os dias.

A umidade relativa do ar é provavelmente o fator ambiental que mais influencia a vida útil das gotas de pulverização e a atividade dos herbicidas, principalmente os que têm como alvo as plantas daninhas emergidas. Analisando-se a Figura 2 observa-se que o período mais favorável para aplicação é mínimo durante o dia, o que exige programação das atividades de plantio, escolha de herbicidas (pré e pós-emergentes), parque de máquinas e mão-de-obra.

A temperatura do ar, exerce influência sobre a "vida útil das gotas". Quando as temperaturas são elevadas e o trabalho é realizado com pontas convencionais a pressões elevadas há produção de gotas com diâmetro menor que 100 µm. Sob tais condições, 25 a 30% do volume aplicado, é perdido em poucos segundos por evaporação

da névoa, diminuindo significativamente a dose do herbicida que atinge o alvo. Desta forma, como ilustra a Figura 3, constata-se, novamente, que o período propício ao trabalho de aplicação é curto, podendo ser ainda menor nas regiões do Brasil onde as temperaturas sejam elevadas, já nas primeiras horas do dia.

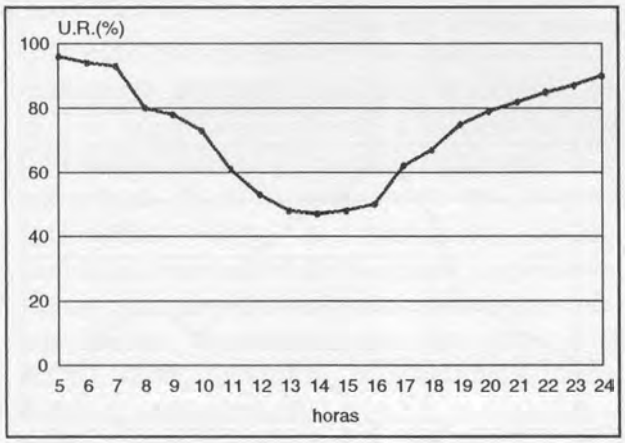


Figura 2 - Unidade relativa (%), do período de setembro a dezembro, na região do Grupo ABC. Média horária de todos os dias.

Figura 3 - Temperatura do ar (ºC), do período de setembro a dezembro, na região do Grupo ABC. Média horária de todos os dias.

Estudando a influência dos fatores climáticos sobre a eficácia dos herbicidas, Marochi (1993), aplicando atrazine + óleo e nicosulfuron, em pós emergência precoce em papuã (3 folhas até início de formação do 1º perfilho) em condições de boa umidade no solo, sem período de stress hídrico e em diferentes horários, observou que diferença entre horários de aplicação. Os melhores resultados foram alcançados sob condições de elevada umidade relativa ou em presença de orvalho sobre a folhagem (Figura 4). O nicosulfuron apresentou-se eficiente independentemente de horários, o que indica sua menor dependência de condições climáticas. Os tratamentos com atrazine aplicados nos horários que permitiram rebrote de papuã, o que influenciou negativamente o rendimento de grãos.

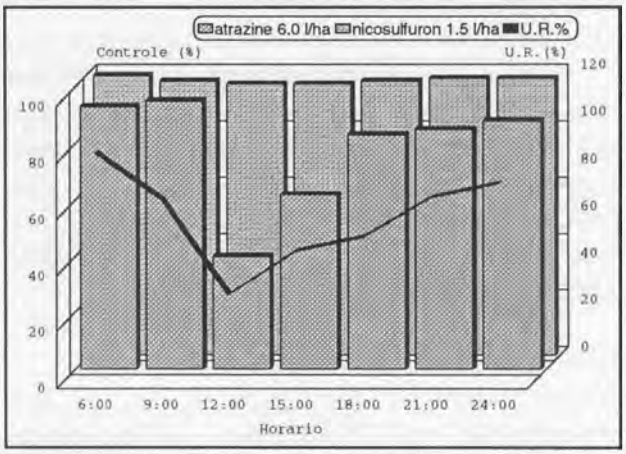


Figura 4 - Influência das condições climáticas na atividade dos herbicidas, para controle de *Brachiaria plantaginea* (papuã), sob condição de boa umidade no solo antes e após a aplicação.

Trabalho semelhante (Marochi, 1994), conduzido sob condições de seca antes e depois das aplicações dos tratamentos, mostrou novamente que o horário de aplicação influenciou a atividade da atrazine, sendo o nicosulfuron pouco influenciado para controle de papuã. Quando a atrazine foi aplicada às 6:00 ou 9:00 h com boa umidade relativa, baixa temperatura e com as folhas das plantas

daninhas (papuã e leiteiro) orvalhadas, foram obtidos melhores resultados que nas aplicações realizadas nos demais horários, não havendo, contudo, acréscimo no controle após às 18:00 h onde a umidade relativa elevou-se e a temperatura diminuiu. O mesmo ocorreu às 24:00 h, para controle de papuã (Figura 5).

Estes resultados são freqüentemente observados em situação de *stress*, pois as infestantes, necessitam maior período para restabelecimento das atividades fisiológicas. Nestas situações aplicações nas primeiras horas do dia, proporcionam resultados melhores e mais consistentes em relação a aplicações realizadas próximas ao meio dia ou à tarde. Quando o controle não seja total, existe a possibilidade de complementação com outros tratamentos, evitando-se a competição inicial entre cultura e infestantes.

Nestes estudos, os herbicidas foram aplicados abaixo das dosagens recomendadas, com o propósito de verificação de influência do horário de aplicação sobre a atividade dos herbicidas. Em áreas comerciais, recomenda-se o emprego das doses indicadas pelos fabricantes de cada herbicida.

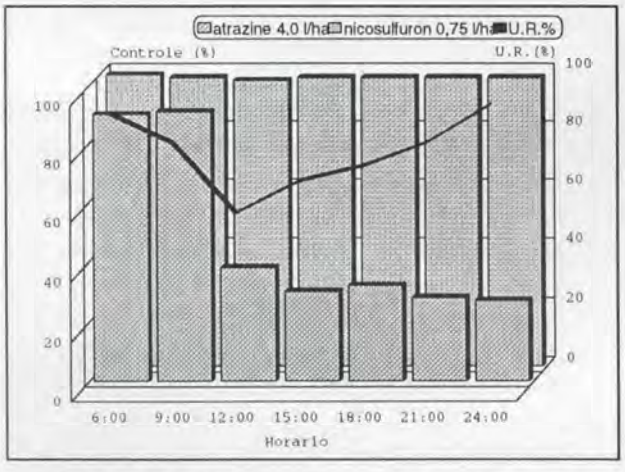


Figura 5 - Dados coletados 25 dias após aplicação dos tratamentos em diferentes horários e condições climáticas em *Brachiaria plantaginea* (papuã) com aplicações realizada no estádio de 3 folhas a 1 perfilho.

Plantio direto e manejo

Em plantio direto o solo não é revolvido e os resíduos de infestantes e culturas anteriores formam a cobertura morta, que altera as características físicas, químicas e biológicas do solo. No tocante às infestantes, a cobertura modifica a constituição qualitativa e quantitativa do complexo florístico que se desenvolve sobre o terreno por interferir no processo de quebra de dormência das sementes através de sua ação alelopática sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas.

É evidente que quanto maior a quantidade de palha sobre o terreno, maior a quantidade de substâncias alelopáticas liberadas no meio e maior a sua influência nos processos citados anteriormente, conforme concluíram Almeida (1988), Oliveira (1989) e Sá (1993) em trabalhos que evidenciaram que quantidades de 4.500 ± 6.000 kg/ha de matéria seca são suficientes para interferirem nos processos biológicos e microbiológicos envolvidos ao controle de plantas daninhas e nutrição de plantas.

Por suprimir o preparo de solo, as áreas sob plantio direto dependem de herbicidas para eliminação da vegetação estabelecida à época da semeadura, sendo a combinação de práticas mecânicas e químicas prática comum para manejo de coberturas, principalmente aveia. Considerando-se as limitações impostas pelo clima (umidade relativa, temperatura e velocidade do vento), que impossibilita aplicações após às 10:00 h e antes das 17:00 h, que muitas vezes ocorrem conjugadas a limitações de umidade de solo (que podem comprometer a ação de herbicidas), e fatores operacionais, a melhoria de produtividade de equipamentos é imperiosa.

Considera-se, então, que a tecnologia de aplicação não é limitada à escolha de pontas, de equipamentos e condições de aplicação. Ela é responsável pela modificação dos métodos de controle, da utilização de

combinações adequadas de herbicidas, buscando maior eficiência a custos compatíveis com os sistemas de produção, ressalvando-se que em presença de espécies de difícil controle, a estratégia de manejo deve buscar resultado eficiente independentemente de custo.

Outra condição de campo que gera dúvidas é a de seca prolongada antes da operação de manejo. E nesta condição (75 dias sem chuvas), Marochi (1994) desenvolveu trabalhos para manejo de aveia branca utilizando herbicidas sistêmicos, variando horário de aplicação e volume. E observou que aplicações realizadas às 6:00 h com presença de orvalho influenciaram negativamente os tratamentos quando os volumes de aplicação eram elevados (Figura 6). Por outro lado, volume de 67 L/ha de calda foram eficientes independentemente do horário da aplicação.

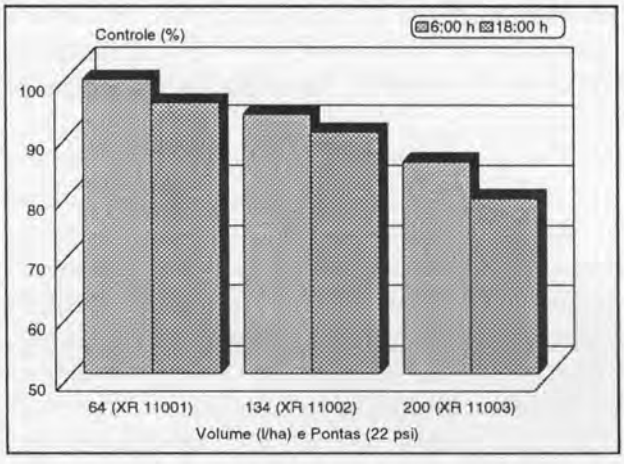


Figura 6 - Influência do volume de aplicação e horário, na dessecação de aveia branca, em condições de seca prolongada.

Manejo e baixo volume

Até os anos 80 acreditava-se que produtos de contato, necessitavam de volumes de aplicação elevados para que fossem eficientes. A evolução tecnológica mostrou, entretanto, que tal conceito era errôneo e o mais importante seria a cobertura do alvo com um mínimo de gotas/cm^2, mesmo em coberturas de dossel denso. A redução do volume de aplicação para herbicidas de manejo permite que seja tratada área maior em menor tempo, auxiliando, assim, a programação das atividades, dando preferência a aplicações de manejo pela manhã na primavera e verão, e evitando as chuvas que normalmente ocorrem à tarde.

Na Figura 7 está representado graficamente o desempenho de dois modelos de pulverizadores com capacidade de 600 e 2.000 litros (Marochi, 1994). O autor considerou área de 20 ha, e estes equipamentos aplicaram herbicidas com volumes de 100 e 300 L/ha. Em aplicações com volume de 300 L/ha com o pulverizador de 600 L de capacidade houve necessidade de 10 reabastecimentos e 12 horas para realização da tarefa. Com o mesmo pulverizador o tempo para conclusão da tarefa foi de 8 horas quando o volume foi reduzido para 100 L/ha. Similarmente, o pulverizador de 2.000 L, requereu menos reabastecimentos e concluiu a tarefa em 6 horas operando à vazão de 300 L/ha, e 4 horas operando à vazão de 100 L/ha.

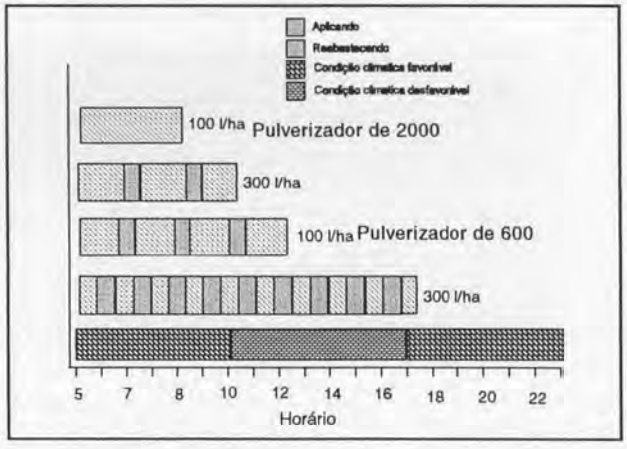


Figura 7 - Correlação entre volume, tempo de aplicação, reabastecimento e condições climáticas, em uma área de 20 ha, utilizando-se pulverizadores de 600 e 2.000 litros.

Cabe, também, considerarem-se alguns pontos relativos a horários de aplicação e volumes de aplicação de herbicidas pós-emergentes.

Conforme mostrado anteriormente o número de horas apropriadas à aplicação de herbicidas é relativamente pequeno. Acontece, porém, que em soja o bentazon é necessário para melhoria de controle de algumas espécies e este herbicida necessita de luz para expressar sua ação. E foi exatamente o que os resultados de Marochi (1993), comprovaram. O autor estudou o comportamento de misturas de fomesafen + bentazon e concluiu que o controle de *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla* são melhores quando as pulverizações foram realizadas entre 9:00 e 17:00 h - período do dia com elevada intensidade luminosa (Figura 8).

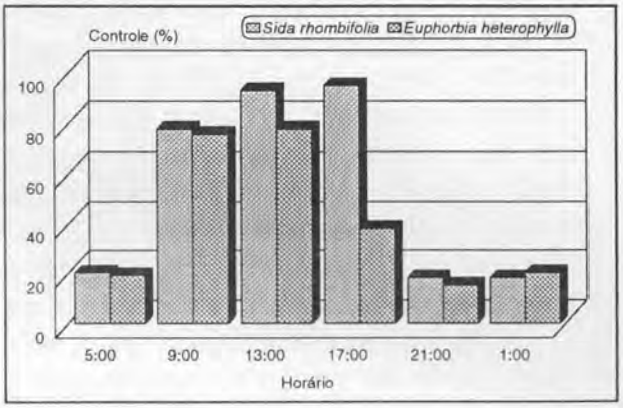


Figura 8 - Controle de infestantes na cultura da soja, utilizando-se da mistura fomesafen + bentazon (0.7 + 1.0 L/ha), aplicada em diferentes condições de luminosidade, temperatura e umidade relativa.

Bibliografia consultada

ALMEIDA, F.S. **Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo**. In: Simpósio sobre Potencial Agrícola dos Cerrados, 1., Goiânia, 1985 Fundação Cargil/Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária, 1985, p.109-49.

ALMEIDA, F.S. **Integração da alelopatia no controle de infestantes em plantio direto**. São Paulo, Associação Nacional dos Produtores de Defensivos Agrícolas, 1988, 43p.

ALMEIDA, F.S. & RODRIGUES, B.N. Plantio direto. In: **Guia de herbicidas, contribuição para uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina, IAPAR, 1985, p.341-99.

CIBA-GEIGY. **Volume de Aplicação**. Mimiografado - 1991.

COMBELLACK, J.H. **The Problems Involved In Improving Spraying Efficiency**. Australian Weeds. 13-7, 1981.

MATHVEWS, G.A. **Pesticide Application Methods**. London, Lugman, 1979. 334p.

MAROCHI, A.I. In: **Simpósio Internacional Sobre Plantio Direto em Sistema Sustentável**. Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas. Castro Paraná, Fundação ABC, p.208-227.

MAROCHI, A.I. **Influência do horário de aplicação de herbicidas, no controle de infestantes na cultura do milho em sistema de plantio direto**. XIX Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. Londrina - Paraná, julho de 1993.

MAROCHI, A.I. **Influência das condições climáticas no desempenho dos herbicidas nicosulfuron e atrazine, aplicados em pós-emergência, em condição de seca, para o controle de infestantes na cultura do milho em sistema de plantio direto**. XX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Florianópolis - Santa Catarina, 17 a 21 julho de 1995.

MAROCHI, A.I. **Avaliação de métodos de controle químico para *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), infestando áreas sob plantio direto, na região Sul do Brasil**. Castro - Paraná. Fundação ABC. Relatório Safra 94/95.

MAROCHI, A.I. **Influência do horário de aplicação e volume no controle de Avena sativa (aveia branca), em condições de seca com herbicidas sistêmicos**. Castro - Paraná. Fundação ABC. Relatório Safra 94/95

MAROCHI, A.I. **Influência da aplicação a baixo volume para equipamentos de entre linha na cultura do milho**. Castro - Paraná. Fundação ABC. Relatório Safra 93/94.

MAROCHI, A.I. **Influência da quantidade de cobertura morta sobre o solo na eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência**. Castro - Paraná. Fundação ABC. Relatório Safra 94/95.

MAROCHI, A.I. Controle de infestantes na cultura do milho. In: **Curso Intensivo de Plantio Direto**. Castro - Paraná. Fundação ABC. Resumos 1994.

OLIVEIRA, V.F. & MAROCHI, A.I. **Controle de Infestantes em Milho e Soja**. Carambeí, Fundação ABC, 1988. 4p. (Informe 1)

OLIVEIRA, V.F. & REGO, P.G. & CHEIRY, W.A. **Controle de Infestantes em Milho e Soja**. Carambeí, Fundação ABC, 1990. 4p. (Informe 3)

SÁ, J.C.M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro - Paraná. Fundação ABC, 1993. 96p.

SPRAYING SYSTEMS CO. **Produtos de Pulverização para Agricultura**. CAT. 41 M-P - 1990.

SPRAYING SYSTEMS DO BRASIL LTDA. **Informações Técnicas sobre Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Junho - 1989.

VELLOSO, JOSÉ A.R. de O. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas com Pulverizadores de Barra**. Passo Fundo, EMBRAPA CNPT, 1984.

BOLETIN FAO 112/2 = PULVERIZAÇÃO C/ TRATOR.
/1 " C/ COSTAIS.

MESA REDONDA VI.4

CARACTERIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ADEQUADOS PARA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Luiz César Pio*

*Engº Agrº HERBICAT Ltda., Catanduva-SP

Introdução

O uso dos agrotóxicos na agricultura atual ainda é indispensável, pois as pragas, doenças e ervas daninhas continuam a causar grandes perdas na agricultura. Esses insumos associados a outros métodos culturais e biológicos, como variedades resistentes, o melhor conhecimento de inimigos naturais e níveis de danos econômico das pragas e doenças, podem auxiliar na produção de alimentos saudáveis, em quantidade e preços viáveis para enfrentar o desafio da produção de alimentos à população mundial.

O desenvolvimento na área química tem progredido no sentido de se desenvolver produtos mais seguros ao homem (aplicador e/ou consumidor) e ao meio ambiente, bem como moléculas mais ativas, pois atualmente existem produtos que, com apenas gramas de ativo por hectare, são capazes de produzir excelente controle.

Nesta apresentação procuraremos abordar um pouco do desenvolvimento das máquinas utilizadas na aplicação de herbicidas, dando ênfase aos pulverizadores tratorizados (aplicação via líquida) que trabalham com pressão hidráulica para pulverização.

Assim passaremos a discutir sobre o equipamento ideal com a seguinte proposta: "O EQUIPAMENTO IDEAL É AQUELE CAPAZ DE APLICAR O PRODUTO SELECIONADO, NA CULTURA DESEJADA, DE FORMA ADEQUADA, NO "TIMING" CORRETO, PROPICIANDO A MAIOR SEGURANÇA POSSÍVEL AO APLICADOR E A MENOR CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL, A CUSTOS ADEQUADOS AO AGRICULTOR"

Na caracterização do equipamento ideal, devem-se analisar os fatores ligados ao conhecimento da praga, cultura, topografia do terreno, produto, condições climáticas, além do nível cultural do produtor e operadores. Só assim é possível caracterizar adequadamente o equipamento que deverá estar apto a atender os requisitos biológicos e físicos colocados em discussão.

Para maior facilidade, dividiremos este trabalho em alguns tópicos como seguem:

Capacidade Operacional

Com o incremento de área plantada os equipamentos devem estar voltados a realizar o tratamento em uma maior área possível em um tempo cada vez menor.

Estudos realizados por diversos pesquisadores têm mostrado a grande influência de alguns fatores na montagem dos equipamentos que viabilizam o aumento da sua capacidade de campo operacional

(CCO = ha/h). Podemos citar que o aumento da capacidade dos tanques (de arrasto ou montados),o comprimento das barras e os sistemas de suspensão que possibilitam um aumento de velocidade, têm sido agregados nos pulverizadores para determinar o aumento da CCO. É importante lembrar que aumentando apenas um destes fatores, não se obtêm tantos incrementos na CCO, quanto os possíveis na combinação dos mesmos.

Em estudos, de simulação pela fórmula de Baltin adaptado por Matuo, T. e comparados com resultados reais na cultura de cana-de-açúcar e citros, foi demostrado que as ferramentas de simulação muito têm contribuído para melhor adequação do tamanho do equipamento.

Como exemplo, podemos citar que aumentando a capacidade do tanque de 600 para 2.000 litros, o comprimento da barra de 12 para 18 metros e a velocidade de aplicação de 6 para 7 km/h e mantendo todas as outras variáveis constantes passaremos de uma CCO de 2,04 ha/h para 4,65 ha/h (um incremento de 127%).

É importante lembrar que o aumento da capacidade do pulverizador, indiscutivelmente, estará ligada ao aumento do seu preço de aquisição e, portanto, só será viável para áreas suficientemente grandes que justifiquem seu uso.

Outros pontos de logística de trabalho, bem como variáveis técnicas de seleção da pulverização, devem ser considerados tais como: volume de calda desejado (L/ha)e sistema de abastecimento (preparo no tanque ou calda pronta), entre outros.

A caracterização do equipamento, analisando capacidade operacional, deve considerar em primeiro lugar, o tamanho da área que se pretende tratar, dentro de um determinado tempo ("timing" correto em relação a praga) e as conseqüências em relação aos custos agregados a esses fatores, cabendo a possibilidade de utilizar-se desde pequenas máquinas até grandes pulverizadores auto-propelidos.

Qualidade da Aplicação e Distribuição dos Produtos

A capacidade de colocar o produto selecionado, em quantidade certa, no alvo correto, com perfeita distribuição dentro de toda a área, é função da associação dos diversos componentes dos pulverizadores.

Assim estaremos discutindo cada uma das partes do pulverizador e sua influência no conjunto total. Por uma questão de simplicidade, iniciaremos a descrição das partes por uma ordem prática de visualização do equipamento.

Tanques

A capacidade do tanque associada a outras variáveis pode responder com aumento da CCO, porém é importante lembrar que outras funções podem ter influência nesta variável.

O aumento da capacidade do tanque normalmente exige tratores de maior potência para tracioná-lo, podendo com isto aumentar a compactação do solo pelo trator ou pela própria carreta do pulverizador. Isto tem feito com que alguns pulverizadores de arrasto tenham que usar pneus especiais para redução da compactação. Em outros casos, devido às variações topográficas ou mesmo dependendo da cultura, torna-se impossível utilizar tanques de arrasto, sendo necessário, nesses casos, que os equipamentos sejam montados no próprio trator.

É muito importante observar o formato do tanque, pois alguns formatos, em determinadas condições, não favorecem o perfeito esvaziamento, deixando uma sobra de calda que provocará uma maior concentração nos preparos seguintes (caso de preparo da calda no tanque) e um consumo maior do agrotóxico que o esperado.

Bombas de Pulverização

As bombas de pulverização representam a fonte de energia para a operação do sistema. Elas são responsáveis por conferir

pressão a um determinado volume de líquido a ser pulverizado. Essa energia (energia potencial) será utilizada em todo o sistema para distribuição do líquido, nas mangueiras e tubulações, filtros, comandos, chegando até a ponta de pulverização com energia suficiente para que essa possa formar adequadamente a gota ideal e distribuí-la de forma uniforme conforme, determinado pela ponta selecionada.

O dimensionamento perfeito para a bomba deve considerar dois pontos importantes.

- volume suficiente para abastecer todas as pontas de pulverização a pressão desejada.
- volume excedente suficiente para permitir a perfeita calibração do pulverizador e retornar ao tanque, promovendo uma agitação hidráulica da calda.

As bombas normalmente utilizadas no Brasil, são bombas de pistão, capazes de produzir altas pressões e deslocar volumes constantes de calda. Outras, como as bombas de diafragma e centrífuga, por apresentarem custos menores e maiores facilidades de manutenção, têm sido largamente utilizadas em pulverizadores agrícolas na Europa e USA.

É importante lembrar que na aplicação de herbicidas tem se procurado trabalhar com pressões baixas de 1 a 3 bar, facilitando o uso de bombas centrífugas.

Sistemas de agitação da calda no tanque utilizando o retorno da bomba, têm substituído os agitadores mecânicos, com muitas vantagens, pois as partes móveis que apresentam grande desgaste e vazamentos nos tanques, são eliminadas.

Sistemas de Filtragem

Outro fator de grande relevância nos pulverizadores e que tem sido tratado de forma muito simplista ou inadequada, são os filtros utilizados. Para a maioria dos técnicos e produtores a função dos filtros é simplesmente filtrar a calda, sem se lembrar de todos os fatores diretamente ligados a essa operação. Entre esses fatores, destacamos alguns:

- Garantia da uniformidade de pulverização - Se não tivermos filtros bem dimensionados, que permitam a passagem de todo o princípio ativo (ex. filtros muito finos como malha 100 mesh, retém a formulação pó-molhável) ou que deixem passar impurezas que possam entupir as pontas mais finas (ex. bicos F/110/0.4/3 ou TP100.01 usados com filtros malha 50 mesh), teremos aplicações desuniformes na área.
- Capacidade operacional - O tempo gasto no trabalho de limpar pontas e filtros durante a aplicação é tempo perdido na operação de pulverização.

Análises realizadas em algumas propriedades agrícolas, têm mostrado que é esperdiçado de 5% a 10% do tempo útil de trabalho nesta operação.

Atualmente, alguns equipamentos, já contam com sistemas de filtros autolimpantes.

- Segurança ao trabalhador - O processo de aplicação de agrotóxicos está classificado como uma operação de risco ao trabalhador (em cada caso deve ser analisado o nível a exposição do trabalhador para que isto seja definido) e qualquer medida de segurança individual só deve ser tomada, após as medidas coletivas não serem suficientemente capazes de proteger o trabalhador. O trabalho com filtros inadequados, exige que o operador, por várias vezes, entre em contato com o produto no momento que realiza a limpeza das pontas ou filtros, aumentando sua chance de exposição (mãos, rosto, e até boca - assoprar o bico).

Comandos de Seções e Válvulas Reguladoras de Pressão

O aumento do comprimento das barras, proporciona ganhos sensíveis em capacidade operacional. Porém, em regiões de topografia mais inclinada, onde as culturas instaladas exigem grande número de arremates, as barras maiores têm

provocado grandes desperdícios de produtos, seja por sobreposição das áreas tratadas ou pelo aumento de pressão nas seções que permanecem pulverizando enquanto outras estão fechadas.

O problema de sobreposição das áreas tratadas pode ser minimizado com o aumento do número de seções das barras, para até 5 seções.

O aumento da pressão nas seções abertas, pode ser resolvido com o uso de comandos mecânicos que compensem a vazão destinada a uma seção da barra para um retorno alternativo ao tanque, já comum em máquinas de maior porte, produzidos pelos melhores fabricantes. Uma outra alternativa, seria a adição de sistemas computadorizados de controle de aplicação que além de compensar automaticamente a vazão só para as seções abertas, compensam as variações de velocidade e rotação dos tratores transferidos ao sistema de pulverização. O uso desses sistemas deve crescer muito, pois preparam as máquinas atuais para em um futuro muito próximo usar o GPS nos pulverizadores (agricultura de precisão).

As válvulas reguladoras de pressão também devem ser selecionadas de acordo com o tipo de bomba e dimensionadas de acordo com o volume de calda e a pressão com que se pretende trabalhar.

As bombas de pistão e diafragma necessitam de reguladores com válvulas de alívio com mola, pois o líquido gerado pela bomba será sempre transferido para o sistema, podendo elevar a pressão a altos níveis, caso não haja esse dispositivo.

As bombas centrífugas podem trabalhar com sistemas mais simples, como válvulas de estrangulamento, pois os volumes deslocados pela bomba são inversamente proporcionais à pressão de trabalho não causando grande aumento de pressão, caso o circuito de pulverização seja fechado.

Junto a este conjunto é normalmente encontrado o manômetro, equipamento de grande importância na avaliação da qualidade da aplicação, pois através dele podemos analisar os critérios da aplicação como: se a pressão de trabalho está dentro do padrão, se temos variação de pressão no sistema (pulsação ou quedas bruscas). Como a pressão real de trabalho das pontas é diferente da pressão medida neste ponto do circuito, alguns técnicos têm utilizado um manômetro removível do sistema para medir a pressão exata na ponta de pulverização (kit manômetro), auxiliando o processo de calibração e aferição do sistema.

Barras de Pulverização

Um dos fatores mais importantes na análise dessa variável está ligado à altura de trabalho entre a ponta e o alvo. Esse fator sofre grandes influências à medida que as barras têm sido aumentadas (oscilações verticais) com a finalidade de aumentar a CCO. Nesse caso, nessas máquinas, é necessário conter sistemas de auto equilíbrio (trapézio com par de links em "A" ou "V", suspensão com pivô horizontal, entre outros) bem como sistemas de amortecedores próprios para amenizar esses movimentos em função do comprimento das barras e da topografia do terreno.

É comum encontrarmos no campo grandes falhas de aplicação por falta de conhecimento adequado do funcionamento dessas estruturas (suspensão com pivô central travado) e por falta de investimentos em manutenção das mesmas.

Atualmente existem sistemas de suspensão ativa que utilizam sensores com ultra-som, ligados a cilindros hidráulicos, que ajustam a altura da barra ao solo, garantindo assim a altura ideal.

O efeito da altura da barra pode influenciar na qualidade de distribuição, sendo o fator mais visível aos olhos dos produtores e operadores. Porém, para os técnicos, o movimento horizontal da barra também deve ser analisado com muito

critério, pois isto pode causar sérios problemas de distribuição: em alguns momentos, a ponta da barra pode ter velocidade zero causando um acúmulo na quantidade de produto aplicada e, no momento seguinte, uma velocidade maior do que a do pulverizador, acarretando uma distribuição menos concentrada do que a esperada na calibração do equipamento.

As estruturas anteriormente citadas demonstram a preocupação com esse fato, pois as barras maiores são normalmente travadas por um sistema de "mão francesa" ou tirantes que garantem que não ocorra movimento horizontal exagerado. É importante lembrar, que qualquer que seja a estrutura, é necessário contar com sistemas de desarme ("fusíveis" ou molas), que possibilitem a proteção das barras, caso acidentalmente sofrerem impacto no solo ou em outro obstáculo.

Tubulações e Conectores

As perdas de carga nas tubulações são proporcionais ao volume deslocado, ao diâmetro do tubo/mangueiras e a sua rugosidade interna, bem como dos acessórios neles conectados (filtros de linha, cotovelos, curvas, conectores para ponta, etc.)

A distribuição da calda na barra, que normalmente era feita com mangueiras, atualmente, nas máquinas mais modernas, está sendo feita com tubos em aço ou polímeros, pois garantem uma melhor uniformidade de pressão entre as pontas.

Também, conectores com sistema de diafragma anti-gotejo e engate rápido tipo baioneta têm sido utilizados, permitindo menor desperdício de produto, em manobras e paradas, e de tempo, na manutenção de limpeza ou troca de pontas. Sistemas que contenham mais de uma ponta têm sido utilizados em equipamentos maiores com a finalidade de facilitar a troca das mesmas.

As Pontas de Pulverização

O desenvolvimento das pontas de pulverização, até duas décadas passadas, baseava-se na análise de sua vazão e distribuição, pouco sendo desenvolvido para análise do tamanho da gota, devido à morosidade dos métodos para avaliação desse fator. Com o aperfeiçoamento de sistemas computadorizados associados a sistemas a laser, pode-se avaliar com boa precisão e rapidez o espectro de gotas produzido pelas novas pontas de pulverização.

Empresas especializadas nessa área têm lançado diversos modelos novos que, nas mesmas pressões, podem produzir padrões de gotas diferentes (diferentes DMV) e até perfis mais uniformes (amplitude relativa das gotas), mesmo nas pontas hidráulicas. Isso permite escolher gotas menores, se necessário para maior cobertura do alvo ou gotas maiores, se necessário para maior controle da deriva, sem alterar o volume de aplicação.

O uso de pontas leques, de distribuição elíptica, tem garantido uma melhor distribuição ao longo da barra, devido a suas características individuais de deposição que facilitam a sobreposição com os jatos da ponta ao lado. O aumento do ângulo de pulverização das pontas leques (80º para 110º) e perfis de deposição mais modernos (ex.: pontas Turbo-Floodej - TF e Turbo-Teejet - TT), onde a distribuição apresenta uma concentração menor no meio do jato, têm garantido melhor correção dos efeitos da variação vertical das barras.

As pontas cônicas, apesar de sofrerem mais os efeitos da variação vertical das barras apresentam-se menos sensíveis, aos movimentos horizontais das barras.

Testes dinâmicos dos equipamentos são pouco realizados em nosso meio, porém esses testes deverão ser doravante mais observados pelos fabricantes e usuários técnicos, constituindo-se um desafio ao uso da tecnologia.

Como citado anteriormente, a redução do volume de calda pode tornar o trabalho de aplicação de agrotóxicos mais rápido (aumento da CCO). Porém, é importante alertar que se a redução do volume de calda for drástica e exigir uma redução do diâmetro das gotas, em áreas de climas mais secos e quentes, poderemos ter em alguns casos, grandes perdas por evaporação e deriva, podendo inviabilizar grande tempo da jornada de trabalho ou comprometer a qualidade da pulverização. Mais uma vez é bom lembrar que a redução de volume de aplicação, deve ser um objetivo a ser sempre procurado, mas a sua implantação deve obedecer a critérios técnicos.

A escolha correta do tamanho das gotas necessárias, respeitando os requisitos biológicos da cultura e da praga, do produto e clima, e assim a escolha correta do modelo das pontas e tamanho das mesmas, respeitando suas faixas de pressão de trabalho bem como sua perfeita instalação no equipamento, são de fundamental importância, devendo esses dados serem tomados junto ao fabricante das pontas.

Junto a produtores esse problema continua sendo um fator de desperdício de produtos e resultados ruins de aplicações realizadas com bons produtos e doses corretas.

Vale lembrar que, em se tratando de aplicações de herbicidas, devemos procurar trabalhar com pressões menores (atendendo propostas da FAO e padrões propostos nas normas ISO sobre o assunto), procurando sempre a maior gota possível para a aplicação, garantindo menor deriva e menor contaminação ambiental.

Sistema de Abastecimento

Os sistemas de abastecimento são de fundamental importância garantindo grande influência no ganho de CCO e segurança do aplicador.

Sistemas que abastecem o tanque com água com maior rapidez deixam o pulverizador disponível por mais tempo ao trabalho de pulverização.

A esses sistemas podem ser associados equipamentos de pré mistura dos produtos a serem utilizados, facilitando o trabalho de colocação dos mesmos no tanque e a limpeza das embalagens, diminuindo o tempo gasto nesta operação (complemento do tempo de abastecimento) e proporcionando uma menor exposição do operador ao produto.

Sempre que possível esses sistemas deveriam ser adicionados às máquinas, pois justificam plenamente seu custo.

Indicadores de Nível

Esse equipamento, apesar de muito simples, é muito importante principalmente em equipes de aplicadores que trabalham com calda pronta. Um bom sistema de nível indica o momento exato de se reabastecer o equipamento, não deixando que a calda termine no meio do talhão ou que se faça reabastecimento antes do nível crítico, perdendo assim um tempo desnecessário.

Os sistemas atualmente utilizados, o de mangueiras claras pelo lado de fora do tanque e o de marcações de tanque, em tanques não translúcidos (quase todos) pouco têm contribuído para a solução do problema. Novos métodos deveriam ser desenvolvidos e utilizados nos equipamentos (sistema de varetas máximo/mínimo e outros)

Reservatório de Água para Limpeza

Esse acessório tem por função principal a segurança do operador que passa a ter água limpa disponível, caso haja algum acidente, como produto respingado no olho ou mesmo na mão, facilitando sua limpeza imediata. Também pode ser utilizado na operação de limpeza das pontas de pulverização que, ocasionalmente entupiram, durante a aplicação.

Apesar também de muito simples, o reservatório para limpeza, atende a necessidade básica de segurança do operador, que é a higiene. Lembramos que não adiantaria usar luvas se a mão não for devidamente lavada com água e sabão, antes de calçar as luvas.

Conclusão

No Brasil, pulverizadores idênticos trabalham nas mais diversas culturas (batata e cana-de-açúcar), com diferentes produtos (herbicidas sistêmicos e fungicidas de contato), em diferentes regiões (com diferentes condições climáticas RS e TO) sem considerar qualquer alteração no seu uso.

Não pretendemos aqui, em poucas palavras, definir qual é a máquina ideal para as diversas situações, mas sim, quais os fatores TÉCNICOS IMPORTANTES a serem considerados na definição de como caracterizar o equipamento ideal.

É necessário que atendamos os princípios básicos da pulverização, pois sistemas computadorizados de controle de vazão já estão em uso comum no Brasil e os sistemas associados ao GPS já estão disponíveis para equipamentos tratorizados. Não podemos passar da era da pedra lascada para os sistemas computadorizados num piscar de olhos, sem corrigir os princípios básicos da máquina e ampliar o conhecimento tecnológico.

MESA REDONDA VII.1

ADVANCES IN THE EVALUATION OF THE TOXICOLOGICAL RISKS OF HERBICIDES TO THE ENVIRONMENT

Keith R. Solomon*

*Centre for Toxicology, University of Guelph, Guelph, ON, N1G 2W1

Introduction

Assessing potential environmental risks from the use of herbicides is an important part of the process of agricultural practice and the regulatory control of all agrochemicals. This process is necessary to ensure that the herbicides are used in a way that will maximize their usefulness to the user and minimize the risk to the environment. This is to ensure that the environment in the agricultural ecosystem is protected so that it may be used for continued and consistent food and fibre production in the future.

Risk assessment has a crucial role in strategic planning and in helping society to determine environmental priorities. Over the past few years there has been an increased emphasis within several governments and other agencies[1,2,3] to improve the process of ecological risk characterization. In 1992, the Risk Characterization Forum of the U.S. Environmental Protection Agency published a framework for conducting and evaluating ecological risk characterizations[2]. The procedure described in the Framework is essentially similar to that used in other jurisdictions[3] and begins with a problem formulation phase in which the endpoints and the affected environments are defined. This is followed by an analysis phase in which characterizations of effects (dose-response relationships) and exposure are carried out. In the next step of the process, risk characterization, exposure and effects information are characterized and then integrated into a risk estimate. This information, together with scientific uncertainties, and interpretation of the ecological, economic, social and political significance of anticipated effects, is then used by risk managers in making a regulatory decision.

The Agroecosystem and the Environment

When assessing risks from the use of herbicides, or other pesticides, in the environment, it is essential do distinguish between the environment as a whole and that part of the environment that is used for agricultural production - the agroecosystem. When using herbicides, the agroecosystem is clearly defined. In agricultural production, crop management is required in the area planted to the crop or the area used by domestic animals. This agroecosystem is subjected to several levels of management that include the mechanical, cultural and chemical modification. The purpose of crop

management is to increase efficiency of production and agriculturalists use all tools at their disposal. Herbicides and other pesticides are only one tool used by agriculturalists and need to be considered in this framework.

An agricultural field is not part of the natural environment, however, it is usually surrounded by natural buffer zones (other agricultural lands, roads, hedges or the required buffers between fields and bodies of water or other areas deemed to require protection). Because the crop area is intensively managed, the ecosystem at risk from herbicides is not the farmers field or the buffer zone around the field, but is the area beyond these boundaries. This important concept needs to be taken into account in the characterization of the impacted ecosystem and particularly in the estimation of exposures to herbicides. The distribution of agricultural land is usually well defined and the nature of the crop (and therefore the pest and the pesticide) is known. Similarly, the type of nontarget ecosystem located close to the agricultural land is also well defined.

While the agroecosystem is highly managed to increase efficiency of production, it is also used by organisms other than humans. These organisms include insects and other invertebrates, mammals, and birds. Some of these may be regarded as pests and therefore subjected to control while others merely use the agroecosystem as habitat or shelter. Obviously, as most agroecosystems are monocultures, and are therefore not suitable habitat for some organisms, the process of agricultural production may exclude certain species from that habitat. However, it is important to remember that this exclusion is a result of the joint effect of all the tools used in agriculture and not just because of the use of herbicides or other pesticides.

Toxicity Assessment of Herbicides

Toxicity is the capability of a substance to produce injury. It is the inherent poisonous potency of a substance and is usually measured under experimental conditions in the laboratory or the field. Toxicity depends on the physical and chemical properties of the substance and the organisms with which it comes into contact. This is where most herbicides have special properties, i.e. they are more toxic to plants than to animals. This selectivity of action is important when assessing risks from the use of these substances.

Toxicity assessment occurs during the early development of a pesticide with toxicological studies on mammals and other organisms. Evaluation of toxicity to mammals is determined by various routes of exposure including, ingestion (oral toxicity), skin or dermal exposure, inhalation, and via the matrix, such as water. This data may take many years to develop and is detailed by other speakers at this meeting[4]. Important information from these tests are data such as LD50 and LC50, however, the NOAEC (No Observed Adverse Effect Concentration, that concentration at which no effects are observed) and the NOAEL (No Observed Adverse Effect Level, that concentration in the diet at which no effects are observed, usually in mammalian studies) are also important

The toxic potential of herbicides and other pesticides to humans is often classified into categories (Table 1) on the basis of toxicity and the dose required to kill a human.

Selectivity of action

Receptor mediated modes of toxicity usually result in high toxicity to organisms that possess the receptor system and lower, background toxicity as a result of their physical or narcotic actions in non-receptor organism. This is the principle behind the selectivity of many pesticides and is clearly seen in the higher sensitivity of algae and plants to herbicides such as atrazine and the other triazines[5, 6] and the obvious selectivity of insecticides affecting the nervous system for animals over plants.

Table 1 - Chemical Hazard Ratings (from the USEPA)

Category	Signal word	Acute toxicity LD50 mg/kg		Lethal oral dose for 70 kg person	Common chemicals and herbicides (active ingredient, not formulation)
		Oral	Dermal		
I: Highly toxic	Danger	0-50	0-200	milligrams to 3.5 g	Sodium hypochlorite (concentrated laundry bleach), paraquat.
II: Moderately toxic	Warning	50-500	200-2,000	3.5 g to 35 g	Naphtha (solvent for paints etc.), 2,4-D.
III: Slightly toxic	Caution	500-5,000	2,000-20,000	35 g to 350 g	Liquid detergent, dicamba, atrazine, hexazinone, trichlorpyr, asulam.
IV: Relatively nontoxic	Caution	> 5,000	> 20,000	>350 g	Baby lotion, fosamine, glyphosate, simazine, picloram, sulfpmeturon, metsulfuron.

Hazards from Herbicides

Hazard is a combination of toxicity and intensity of exposure. Without toxicity or exposure there can be no hazard. A highly toxic substance is without hazard if there is no exposure. A low toxicity substance may be a hazard if intensity of exposure is high. Hazard is usually assessed by comparing exposure to effect concentrations through the use of hazard quotients. These are simple ratios of exposure and effects and may be used to express hazard or relative safety. For example:

$$\text{Hazard} = \frac{\text{Exposure concentration}}{\text{Effect concentration}}$$

The calculation of quotients traditionally has been conducted by utilizing the susceptibility of the most sensitive organism or group of organisms and comparing this to the greatest exposure concentration. This may be made more conservative by the use of a safety (application) factor[7] such as division of the effect concentration by a number such as 20. This is done to allow for unquantified uncertainty in the effect and exposure estimations or measurements.

Hazard assessment

Hazard assessment must take the potential exposure into account. Again, taking the example of humans, it is possible to calculate the amount of various herbicides that would present a hazard to humans. As this involves exposure through various matrices, the consumption of contaminated water, food, etc., must be considered (Table 2). Obviously, these herbicides present a low hazard to humans.

Hazard assessment for herbicides in the environment is conducted in a similar manner. For example, the hazard of a herbicide to fish would be assessed in terms of the toxicity determined from laboratory experiments and the concentration in the environment.

Characterization of exposure

The estimation of pesticide exposure is routinely carried out as part of the hazard assessment process. Although measurements of concentrations of herbicides in the environment are sometimes available, simple models are often used to estimate reasonable high exposure use scenarios. Exposures may result from off-target movement of the herbicide or from direct application to the agricultural field and exposure of organisms that inhabit or utilize the field. Several simple models are available for estimating exposures in the environment.

Table 2 - Hypothetical daily intake by a 70 kg person of matrices containing herbicide residues in relation to the laboratory animal NOAEL divided by a safety factor of 100

Herbicide	Chronic oral NOEL	Matrix consumed to reach NOEL/100			
		Spray mix	Stream water	Foliage area	Animal meat
	mg/kg/d	(ml)[a]	(L)[b]	(m^2)[c]	(kg)[d]
2,4-D	20	0.56	140	0.56	140
Dicamba	5	0.14	35	0.14	35
Fosamine	30	0.84	210	0.84	210
Glyphosate	30	0.84	210	0.84	210
Hexazinone	25	0.7	175	0.7	175
Picloram	20	0.56	140	0.56	140
Triclopyr	30	0.84	210	0.84	210

[a] Assumes the mix contains 2.5 kg/100 L.
[b] Assumes a concentration of 0.1 mg/L.
[c] Assumes 100 L spray mix applied per ha with 10 m^2 foliage per m^2 land area.
[d] Assumes 0.1 mg/kg in meat (most likely to much less than this).

Drift of pesticide sprays is influenced by a number of processes, the most important of which is distance from the site of application. This must be considered in assessing the likely concentration of the agrochemical depositing in an off-target area. There are several approaches to assessing spray drift. One method is to assume that drift is equal to 5% of the application rate (this is the approach used for aerial application in the USEPA GENEC model[8]). Alternatively, actual measurements of drift resulting from the use of pesticides in the field can be used. If measurements are available, they should always be used for assessing hazard as they represent actual concentrations as affected by fate and dissipation in the environment.

Several assumptions can be made with regard to contamination of water with herbicides. The U.S. EPA assumes a water depth of 2 m and a direct overspray with the pesticide[9]. Riley assumes a water depth of 30 cm [10]. In Canada, forest pools are assumed to be 15 cm deep. Rapid degradation (hydrolysis and photolysis) will further reduce the initial concentrations of the pesticide. Drift will also reduce initial concentrations in water, depending on distance.

Assumptions for the calculation of soil concentrations of pesticides are based on a direct application to soil and mixing in the upper 2.5 or 5 cm of soil. If the agrochemical is incorporated in the soil, mixing is assumed to extend to a depth of 20 cm. If a cover crop is present, it may be assumed to intercept 50% of the spray. Rapid degradation (hydrolysis, microbiological breakdown, and photolysis) will reduce these levels further. Drift will also reduce initial concentrations in soil, depending on distance.

Assumptions used in assessing exposure of birds and wildlife are based on estimates used by the FAO[11] of contamination of foliage and seeds and insects. Small birds (up to 100 g) are assumed to eat a maximum of 30% of their body weight in seeds or insects in a day while larger birds (500 g) are assumed to consume 10% of their body weight in a day. Volatilization, photolysis and translocation of the agrochemical in the plant will reduce exposure. Drift will also reduce initial concentrations in foliage and seeds.

The above estimates of exposures are considered to be a reasonable worst case high exposure. In many cases, actual exposures will be much lower, depending on other factors in the environment that reduce concentrations by binding the herbicide to make it less biologically available or reduce concentrations through accelerated degradation.

Risks from Herbicides

Risk is the probability that a substance will cause adverse effects. Risk involves three components, hazard, intensity of exposure, and the probability of exposure. Safety is the inverse of risk but cannot be

measured scientifically. Risks from the use of herbicides and other pesticides may result from the direct action of the substance on the non-target organisms or from indirect effects from the alteration of the habitat or food sources for the organism.

Direct effects

Direct effects are easier to interpret as they are more directly related to the data that is available for most herbicides. In this case, toxicity to the non-target species is measured or estimated from closely related organisms and direct responses such as mortality or reduction in yield are derived.

Indirect effects

Non-target toxicity through habitat alteration has been reported in the case of a number of pesticides. Examples of mechanisms through which this may occur are:

The use of herbicides on a large scale may affect animals indirectly as in the case of an alteration in food supply. For example, populations of pocket gophers were reduced drastically following treatment of pasture with 2,4-D. Gophers prefer to eat the seeds of flowering plants and in untreated rangeland will eat a ratio of approximately 82% flowering plants to 18% grasses where the former represent 75% of the plants present. After 2 years of 2,4-D treatment the flowering plants had been reduced to 9% of the plants but the diet of the gophers had only dropped to a 50 - 50 mixture. The gopher population was reduced to 13% of that on untreated range land.

Herbicides are generally non-toxic to insects at the normal dosage rate but some effects have been observed in fields of barley treated with MCPA or MCPB. In most cases the effects of the herbicides is related to their effect on the flora, i.e., an alteration in the ground cover. Predatory Coccinellid larvae (Lady beetle larvae) are sensitive to 2,4-D and use of this herbicide has been correlated with increases in aphid populations which would normally be preyed upon by the larvae.

Bees, although not directly affected may suffer through a lack of sufficient nectar producing plants. Birds generally have a low acute sensitivity to herbicides but may be affected by changes in the flora in the field. Grey partridges in the 2,4-D sprayed barley fields had their numbers reduced because, in the early spring, they are dependent on Collembola as a source of food (representing 40% of the crop contents). The numbers of Collembola were reduced by habitat alteration from 2,4-D spraying. Defoliation and killing of broad-leaf plants in Vietnam reduced the availability of nesting sites and caused a reduction in the numbers of birds in the area. This is probably a long-term effect as the broad-leafed plants have now been replaced by bamboo.

The use of herbicides may have, on occasion, detrimental side effects that are brought about in unusual ways. Inadvertent use of herbicides on the wrong crop and the problems associated with drift of spray cause by far the greatest problem in environmental contamination but can be lessened by careful attention to the technique of spraying as well as changes in the formulation of the herbicides and the addition of stickers, evaporation reducers, etc.

If plants are sprayed with sub-optimal doses of 2,4-D, they are sometimes affected in such a way that high concentrations of nitrate accumulate in the leaves. These crops may then become more attractive to cattle which eat the leaves. In the rumen the nitrate is converted to nitrite.

$$NaNO_3 \xrightarrow{[H]} NaNO_2$$

The nitrite is taken into the blood where it oxidizes the hemoglobin to methemoglobin which does not carry oxygen as easily.

$$\underset{Red}{-Fe^{++}} \quad \underset{\rightarrow}{NO_2} \quad \underset{Brown}{-Fe^{+++}}$$

Should this happen to more than about 75% of the hemoglobin the animal will die as a result of insufficient oxygen reaching the vital organs. The antidote is methylene blue which acts as an intermediate in the reduction of Fe^{+++} by NADPH that is naturally present in the body.

Numerous examples of similar indirect effects on populations and ecosystems exist but not all of these are related to the use of pesticides. Other activities of humans, such as the exploitation of natural resources, agriculture in the general sense and the building of dams, roads, pipelines and cities all cause disruption of the environment and may be responsible for habitat alterations.

Distributional approaches in risk assessment

Hazard assessments use single estimates of environmental concentrations, the quantitative likelihood of occurrence of which is unknown because they have not been placed in a probabilistic framework that is necessary to capture the variable nature of actual environmental concentrations. Recently, procedures have been suggested for estimating exposure that take the natural variation into account as much as possible by providing distributions of environmental concentrations (ECs) rather than single EC values[9]. Such probabilistic EC distributions can be used to estimate how frequently concentrations of a substance will exceed any given concentration threshold for effect or toxicity to organisms in the environment.

In protecting the environment, the range of susceptibility of species to substances also must be taken into account. Traditionally, this has been done by utilizing the susceptibility of the most sensitive organism or group of organisms. In the absence of an adequate range of toxicity tests, these risk assessments may be underprotective, however, where an acceptable range of toxicity data are available, they may be overly conservative and result in unnecessarily restrictive regulations. As with the environmental concentrations, characterization of toxicity should take these ranges of susceptibility into account.

The probability of occurrence of a particular event is, and has been, widely used in the characterization of risk from many physical and medical events in humans (the insurance industry) and for protection against failure in mechanical and civil engineering projects (time between failures, one-in-one-hundred-year floods, etc). This concept is now being applied in ecotoxicological risk assessment for the characterization of both exposures and effects, however, this is being done with some qualifiers. These qualifiers relate to return frequencies of events and the costs of replacement/recovery. Engineers constructing a high-cost bridge would opt for risk protection against rare flooding events such as the 100-year return flood level. This is done to mitigate against frequent costly replacements of the bridge. The same principle has been applied in characterizing high exposure events in ecotoxicological risk assessment but the return frequency protected against is more properly related to the lifecycle and reproductive potential of the affected organisms. Conservative approaches to ecotoxicological risk assessment may use low frequencies of return (for example, one-in-thirty years) to ensure protection of all organisms in situations where knowledge of mode of action or sensitivity of species is limited[9]. However, where more information is available, more realistic return frequencies may be used. The herbicide atrazine is a reversible inhibitor of photosynthesis in plants. Atrazine in surface waters primarily affects phytoplankton and aquatic plants, organisms with short life cycles and high rates of reproduction. Thus, return frequencies

of a year or less will allow for recovery, even from rare high-exposure events[5]. Similarly, zooplankton would also be protected by short return frequencies. Protection of longer lived species such as some fish may require consideration of return frequencies of several years but even these may be conservative because of repopulation from unexposed refugia. The example of the more rapid than expected recovery of the biota in the River Rhine from an endosulfan spill is a case in point.

Expressing the results of a refined risk characterization analysis as a distribution of toxicity values rather than a single point estimate is an approach presently being used or recommended by Governments[3, 12] and others[9 13]. A major advantage of this approach is that it uses all relevant single species toxicity data and, when combined with exposure distributions, allows quantitative estimations of risks to organisms. In using overlaps of distributions as assessment endpoints, there is an implied assumption that protecting a certain proportion of species for a certain proportion of occasions will also preserve population and community function. This assumption is consistent with our knowledge of ecotoxicological theory[14 15]. There are some limitations to this approach[9 5]. For example, the choice of protection level (e.g., 90% of species) may not be socially acceptable. Some may view 90% as being overprotective, while others may find that level of risk unacceptable, especially if the 10% of potentially affected species includes organisms of great ecological, commercial, or recreational significance. However, the procedure is such that these species are easily identified from the distribution and this question can be addressed[5].

Because probabilistic risk assessment procedures consider all of the available data rather than a single point estimate or value, they inherently consider uncertainty and avoid the many pitfalls of worst-case scenarios[16].

Ecological Relevance

Although probabilistic risk assessments are data driven and require fewer subjective decisions than deterministic procedures, the criterion for overlap of the effects and exposure distributions requires good judgement. However, unlike most human health risk assessment, ecological risk assessments can be subjected to experimental testing. In many cases, particularly for pesticides, field and/or microcosm/mesocosm studies have been carried out. These studies, can be used to test the decision point of the probabilistic approach. In the case of the atrazine risk assessment[5], over twenty mesocosm and microcosm studies had been conducted and showed that atrazine concentrations of 20 µg/L, or less, resulted in little or no adverse effects on the function of aquatic plant communities, the most sensitive group of organisms to atrazine[5]. Effects, when they were observed, were generally short-lived and did not reduce overall plant biomass and primary productivity. However, as expected, and as discussed above, species composition was affected. Effects, either direct or indirect on organisms other than plants were only seen at concentrations exceeding 50 µg/L. By way of comparison, the 10th centiles of the distributions of the sensitivity data for atrazine were 5.4 µg/L for EC5s in plants, 37 µg/L for the LC50s for all organisms, and 3.7 µg/L for the NOAECs/MATCs[5]. This suggests that use of the 10th centile of the sensitivity distribution as a decision criterion was somewhat conservative.

In addition to testing the hypothesis of the probabilistic assessment criterion, mesocosm studies may be used to test the ecological relevance of the responses to the stressor. As has been pointed out[5], microcosms and mesocosms incorporate the aggregate responses of multiple species and, because species vary widely in their sensitivity to atrazine, the overall response of the community may be quite different

from the responses of individual species as measured in laboratory toxicity tests. Studies with microcosms and mesocosms also allow measurement of indirect effects of stressors on other trophic levels. Indirect effects can result from changes in food supply, habitat, or water quality, etc., and, although they can be inferred from laboratory toxicity data, they can be measured directly only in multitrophic systems. The risk assessment of atrazine showed that, although some phytoplankton were the most sensitive organisms to atrazine of the laboratory, there was a considerable range of sensitivities in this taxon[5]. Mesocosm studies showed that resistant taxa tended to replace more sensitive taxa in atrazine-stressed phytoplankton communities, reducing the impact on community productivity and biomass. Similar shifts were also observed in macrophyte communities. As a result, aquatic plant community functions were considerably less sensitive to the effects of atrazine than the most sensitive plant species.

Conclusions

Although the use of probabilistic methods of risk assessment has been advocated in several regulatory jurisdictions[2, 3, 12], this has several implications for regulators and the regulated that may not have been fully appreciated. Probabilistic risk assessment is based on the protection of ecosystem function and the sustainability of community production. Regulators will have to accept that ecosystems have redundancy, resiliency and that functions are conserved even when the ecosystem is under stress. This requires recognition of the differences between human health risk assessment and ecological risk assessment and the acknowledgment of this in regulations and legislative instruments. This may require that regulators become more familiar with some of the basic concepts of ecology and ecotoxicology.

As has been pointed out[17] the use of probabilistic risk assessment does not eliminate judgmental decisions, particularly in relation to the most suitable models to describe data sets with relatively few data points. Because of the need for data, particularly for exposure concentrations, probabilistic risk assessment in ecotoxicology is more easily applied to situations where environmental exposure data are available.

Probabilistic risk assessment offers several regulatory advantages. The process is almost entirely data driven and, the more data available, the less the decision endpoint will change. Thus, regulations will not be governed by the newest low level of effect. The process is data driven, and, given the same data set, the same result will be derived, regardless of the beliefs of the assessor. The system is flexible in that the data may be revisited and reanalyzed to focus risk assessments to certain scenarios with different ranges of exposure or with different species assemblages. By providing distributions of exposure and sensitivity, probabilistic approaches can supply information that is more useful in risk management than deterministic approaches which rely on point estimates or worst-case assessments. The process is also useful in risk management as it allows the rational identification and ranking of higher risk scenarios for risk reduction and site-specific risk mitigation. These advantages do not come without some costs. The probabilistic approach to ecotoxicological risk assessment is data intensive and requires more data than the traditional approach[9]. However, the costs of generating the additional data are, relatively speaking, low, but not insignificant. However, these costs may be compensated for by reduced testing requirements in other areas, such as full life-cycle tests[9]. Because of the relative simplicity of the measurement endpoints required for ecotoxicological risk assessment, costs of testing are generally low.

On balance, probabilistic approaches to ecotoxicological risk assessment offer significant advantages and are likely to be more widely applied in the future. Although these techniques are easy to apply, they require better judgmental skills and, if anything, demand a wider range of expertise than might be expected[5]. They are not the ultimate solution for ecotoxicological risk assessment but they are better than the procedures used in the recent past and represent a significant step forward.

References

1. **NRC**. 1993. Issues in Risk Assessment. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC.

2. **Environmental Protection Agency. 1992**. Framework for ecological risk assessment. EPA/630/R-92/001 U.S. EPA, Washington, (1992), 41pp.

3. **Environment Canada.** 1996. *Ecological Risk Assessments of Priority Substances under the Canadian Environmental Protection Act: Resource Document* Draft 1.0 dated March, 1996 and *Ecological Risk Assessments of Priority Substances under the Canadian Environmental Protection Act: Guidance Manual* Draft 2.0 March, 1996. Environment Canada, Ottawa.

4. **Dr. J.A. Guth**. 1997. Evaluation of environmental risks of herbicides: Industry viewpoint. Proceedings of the 21st Brazillian Congress of Weed Science. Caxambu, MG, Brazil, July 6-11, 1997.

5. **Solomon, K.R., D.B. Baker, P. Richards, K.R. Dixon, S.J. Klaine, T.W. La Point, R.J. Kendall, J.M. Giddings, J.P. Giesy, L.W. Hall, Jr., C.P. Weisskopf, and M. Williams.** 1996. Ecological risk assessment of atrazine in North American surface waters. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **15**:31-76.

6. **Solomon, K.R. and M.J. Chappel.** 1996. Triazine herbicides: ecological risk assessment in surface waters. In: Triazine Risk Assessment. (Eds. Ballantine, L., McFarland, J., and Hackett, D. ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington D.C. (In press).

7. **CWQG.** 1987. Canadian Water Quality Guidelines and updates. Task Force on Water Quality Guidelines of the Canadian Council of Resource and Environment Ministers., Ottawa, ON, 1987.

8. **Parker, R.D. and D.D. Rieder**. 1996. The generic expected environmental concentration program, GENEEC. Users manual. Tier one screening model for aquatic pesticide exposure. Environmental Fate and Effects Division, Office of Pesticide Programs U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC.

9. **SETAC. 1994**. SETAC Foundation for Education, Report of the Aquatic Risk Assessment and Mitigation Dialogue Group for Pesticides. SETAC, Pensacola, FL (1994).

10. **Riley, D**. 1993. Principles of risk assessment. In:Environmental Criteria for Assessing Agricultural Pesticides. Rijtema, P.E., P.Leeuwangh and M. Liestra (Eds.) Report # 73, The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research, Wageningen, Netherlands, 1993.

11. **FAO**. 1989. Revised Guidelines on environmental criteria for the registration of pesticides. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, December, 1989 pp.51

12. **Health Council of the Netherlands.** 1993. Ecotoxicological risk assessment and policy-making in the Netherlands - dealing with uncertainties. *Network*, **6(3)/7(1)**:8-11.

13. **Klaine, S.J., G.P. Cobb, R.L. Dickerson, K.R. Dixon, R.J. Kendall, E.E. Smith and K.R. Solomon.** 1996. An ecological risk assessment for the use of the biocide, dibromonitrilopropionamide (DBNPA) in industrial cooling systems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **15**:21-30.

14. **Tillman, D., D. Wedlin and J. Knops.** 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*, **379**:718-720.

15. **Tillman, D.** 1996. Biodiversity: Population versus ecosystem stability. *Ecology* **77**:350-363.

16. **Suter II, G., with L.W. Barnthouse, S.M. Bartell, T. Mill, D. Mackay and S. Patterson.** 1993. Ecological risk assessment. Lewis Publishers, Boca Raton, 1993 pp.538.

17. **Richardson, G.M.** 1996. Deterministic versus probabilistic risk assessment: Strengths and weaknesses in a regulatory context. *Human and Ecological Risk Assessment*, **2**:44-54.

AVALIAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL DE ACORDO COM O PONTO DE VISTA DA INDÚSTRIA

Johann A. Guth*

*Dr. - NOVARTIS, Basel/Switzerland

AVALIAÇÃO DA PERICULOSIDADE AMBIENTAL SEGUNDO A NOVA PROPOSTA DO IBAMA

Luiz Lonardoni Foloni*

* Engº Agrônomo, MS, DR, FEAGRI- (Daysol) UNICAMP

Apresentação

Os aspectos ambientais dos defensivos agrícolas vêm sendo alvo de debates técnicos e manifestações emocionais pelo que se torna difícil ter um ponto de vista neutro. Presentemente, com a crescente conscientização dos políticos e do público em geral diante dos problemas ambientais, renova-se o interesse pelo assunto (GRAHAM-BRYCE, 1991)

Introdução

O "ensaio sobre o principio da população" publicado em 1798 pelo pastor Thomas Robert Malthus, deu início ao debate sobre expansão populacional em um ambiente limitante. (SANTOS, 1984).

O livro "Origem das Espécies" de Charles Darwin (1859), trouxe importantes idéias sobre adaptação e evolução dos organismos em seu ambiente natural. O termo ecossistema foi introduzido em 1935 por A.G. Tansley, para descrever uma área em que o ambiente abiótico, juntamente com suas populações ou comunidades, são considerados um estudo integrado. De 1942 para cá a ecologia se transformou em ciência.

Os fatores ambientais tem sido considerados desde longo tempo no planejamento do uso da terra a evolução dos conhecimentos científicos e a integração destes, na, forma multidisciplinar veio permitir a análise das conseqüências, principalmente de grandes obras civis, no contexto do ambiente. Assim a avaliação do impacto ambiental (A.I.A.) em sua forma moderna é uma criação do final dos anos 60. Em princípio a avaliação do impacto é um processo de análise sistemática, cuja somatória de resultados, são analisados, pelas autoridades, antes de se tomar a ação que pode gerar aquele impacto.

"A.I.A. é o exame sistemático das conseqüências de projetos, políticas e planos, com principal objetivo de fornecer a quem decide a soma de implicações de ações alternativas, antes que a decisão se faça." (CLARK, 1980).

O trabalho pioneiro na avaliação de potencial de risco, deve ser dado a WEBER (1973) o qual organizou uma escala potencial de periculosidade ao ambiente para os pesticidas. Nesta escala Weber, levava em consideração os fatores de perigo: mobilidade, persistência, toxicidade e biomagnificação; atribuindo valores de 1 a 4, que multiplicados indicavam o potencial de periculosidade.

Nos anos 60, teve grande repercussão o livro "Primavera Silenciosa" da Dra. Rachel Carson, que avaliava o uso indiscriminado de produtos químicos em todos os EUA. Com certeza, este foi o princípio da chama ambientalista nos EUA.

A avaliação de impacto ambiental (A.I.A.) teve origem nos Estados Unidos da América em 1969 através do "NATIONAL ENVIRONMENTAL POLICY ACT (NEPA)", entrando em operação em janeiro de 1979; ao final dos anos 70, mais de 10.000 avaliações jâ haviam sido realizadas naquele país. Nessa mesma década vários outros países iniciaram seu processo, como a França (1976), Alemanha Ocidental (1971), Irlanda (1976). Do final da década datam também a adoção por outros países do A.I.A. no sistema de planejamento: Argentina, Brasil, Bangladesh, Fiji, Índia, Indonésia, Coréia, Malásia, México, Filipinas, Kênia, Tailândia. (Guimarães 1992).

A A.I.A. abrange quatro análises bastante definidas: uma avaliação econômica, uma social, uma sobre a saúde pública e outra ecológica ou ambiental propriamente dita; a junção dessas 4 avaliações dão a soma de implicações que posteriormente serão avaliada pelos elementos de decisão.

Posteriormente surgiram os padrões da OECD (Organization for Economic Coorporation and Development) e do EPA-USA (Environment Protection Agency-USA) - Guidelines for Testing of Chemicals.

No Brasil a avaliação do risco ou do impacto ambiental para os produtos fitossanitários, foi estudada e tentada em enquadrá-la, pela antiga SEMA (Secretaria do Meio Ambiente), mas só foi oficialmente formalizada pela lei 7.802, sancionada em julho de 1979, conhecida como Lei dos Agrotóxicos. (Posteriormente, regulamentada pelo Decreto nº 98.816 de 1990).

A combinação de pesquisas que avaliam a toxicidade e os efeitos sobre a função, bem como o destino e o comportamento dos defensivos agrícolas, é em geral considerada uma garantia confiável contra efeitos indesejáveis sobre o meio ambiente. Tende também a prevenir qualquer distúrbio potencial maior nas relações ecológicas. Grandes efeitos sobre a população parecem improváveis nos casos em que se aplica um produto com pouca freqüência a uma cultura em um sistema de rotação. Na verdade, quase não há provas de ameaça a sobrevivência de espécies individuais pelo efeito direto dos defensivos.

Com o amadurecimento da metodologia de avaliação dos efeitos diretos dos defensivos, aumentou o interesse pelos efeitos ecológicos indiretos e mais sutis. Avaliar esses efeitos é mais problemático. Em princípio, deve-se considerar tanto os efeitos letais como os subletais dos defensivos sobre a população, a comunidade e o ecossistema. (Graham-Bryce, 1991)

Legislação Brasileira

O Brasil foi um dos primeiros países a incorporar uma lei regulamentando a fiscalização e o uso de defensivos agrícolas na lavoura através do decreto Lei no. 24.114 de 12 de abril de 1934. Embora esta lei tenha sofrido críticas por muito tempo, ela foi sempre atualizada por portarias. As últimas portarias, anteriores a nova lei, foram a portaria SDSV no. 6 de 08.02.85; que aprovava normas sobre registro e renovação de registro de produtos fitossanitários; Portaria MA/MS/no.220 de 14.03.1979 que padronizava a rotulagem; Portaria DISAD no. 5 de 06.05.80 que estabelecia critérios e frases padronizadas para os relatórios técnicos e rótulos dos defensivos; Portaria 169 que torna obrigatória a inscrição de firmas importadoras, fabricantes e manipuladores de defensivos, junto aos Estados e a Federação. Portaria SDSV no. 01 de 23.01.87 que estabelece medidas para controle e fiscalização sobre o comércio de defensivos e posteriormente a Portaria MA 329, de 02.09.85 que proibiu

todo o território nacional a comercialização, o uso e a distribuição dos produtos organo-clora-dos. (Segundo GUIMARÃES 1992).

A necessidade de se avaliar o risco decorrente do uso dos agroquímicos tem sido uma preocupação constante nos últimos anos, por parte do Ministério da Saúde (avaliação toxicológica) e do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis IBAMA (avaliação ambiental). Os estudos dos técnicos dessas agências regulamentadoras levou à existência das diretrizes e normas baixadas através de publicações feitas no Diário Oficial da União, que em suma são:

- Lei 7802 (11.07.89) - Lei dos Agrotóxicos
- Decreto 98.816 (11.01.90) - Regulamenta a Lei 7.802
- Decreto 99.657 (26.10.90) - Acrescenta artigo ao decreto 98.816
- Decreto 991 (24.10.93) - Altera o decreto 98.816
- Portarias - Ministério da Agricultura e Abastecimento
  Nº 1 (30/11/90)
  Nº 45 (10/12/90)
  Nº 84 (09/05/94)
  Nº 93 (30/05/94)
  Nº 67 (30/05/95)
- Portarias do Minist. da Saúde - Secret. Nacional de Vigilância Sanitária
  Nº 3 (16/01/92)
  Nº 14 (24/01/92)
- Portaria do IBAMA - Inst. Bras. do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
  Portaria Normativa 139 (21.12.94)
  Portaria Normativa 84 (15.10.96)

História dos Produtos Químicos

A análise histórica, mostra a busca incessante de alternativas viáveis para o controle destas plantas indesejáveis.

Num trabalho de revisão extensa de CUTKOMP e AESA de 1994, são apresentados dados significantes na história dos inseticidas. Em outro trabalho, apresentado por FORSTER (1988) mostra a evolução das plantas daninhas no Brasil.

Destes dois trabalhos, podemos ter um breve histórico do uso de químicos na agricultura.

1200 A.C -	Exército bíblico esparramou sal e cinzas nos campos conquistados; é o primeiro registro do uso de herbicidas não-seletivos.
1000 A.C -	VARRO refere-se a um extrato de resíduo da extração de óleo de oliva, informando ser este prejudicial as plantas daninhas, sem todavia, ter aplicação útil no controle de invasoras (supõe-se como ingrediente ativo o cloreto de sódio).
100 A.C -	Os romanos espalham "hellebore" para controle de ratos, camundongos e insetos.
25 A.C -	Virgílio registra o tratamento de sementes
50 D.C -	O grego DISCORIDES tentou uma classificação das plantas de acordo com seus efeitos tóxicos e terapêuticos.
900	Neste tempo os chineses utilizaram o arsênico para controlar insetos de jardins.
1493- 1541	Paracelsus foi primeiro a identificar a relação dose-resposta dos químicos. Ele estabeleceu que "Todas as substâncias são veneno, não tem nenhuma que não seja veneno. A dose certa diferencia o veneno do remédio". Isto é considerada a marca do desen-volvimento da moderna toxicologia.
1792 -	Dentro do contexto histórico o fato relatado na Inconfidência Mineira, quando utilizando-se o sal de cozinha procurou-se esterelizar a terra onde nasceu e morreu Tiradentes. Seria assim o primeiro relato na história ocidental do uso de um composto mineral, para eliminar qualquer vegetação, ainda que, não fosse em área agrícola.
1815 -	MATHIEU ORFILA - escreveu o primeiro livro devotado inteiramente à ciência da toxicologia
1850 -	O PIRETRO - inseticida de ocorrência natural, foi introduzido. Ele é parte constituinte de uma espécie de crisântemo.

1875 - LECONTE dividiu os inseticidas em duas classes - os venenos por contato, e os venenos por alimentos.

1880 - Surge a primeira máquina de pulverizar (firma Vermorel, na França) em vinhedos.

1896 - Sulfato de cobre foi utilizado seletivamente para matar plantas daninhas em campos de produção de grãos.

1877-1900- BONET na França, SCHULTZ, na Alemanha e DOLLY nos Estados Unidos, independentemente, constaram que uma solução tendo o cobre como elemento ativo, seria efetiva em controlar plantas dicotiledôneas que vegetavam em cultura de cereais como o trigo.

1903 - A Inglaterra estabeleceu a tolerância nos alimentos para o arsênico.

1904 - Primeiro pulverizador motorizado feito na Alemanha para uso em frutas e videiras.

1906 - Passagem da Emenda Federal dos Alimentos, Drogas e Cosméticos (Lei do Alimento Puro).

1920 - Fundado o Instituto de Proteção de Plantas. É aberto o caminho para a colaboração entre os interesses público e comercial dos pesticidas, principalmente nos fungicidas.

1921 - O avião foi utilizado pela primeira vez para distribuir inseticidas, sendo utilizado em experimento com polvilhamento contra "Catalpa sphinx" em Ohio.

1930 - Descobriu-se a ação do composto orgânico DNOC (DINITROORTOCRESOL) o primeiro herbicida produzido na França, para aplicação em cereais.

1934 - Publicado no Brasil o decreto lei nº 7.814 que regulamenta o uso de pesticidas.

1938 - Primeiro uso do *Bacillus thuringiensis* como inseticida microbiano.

1939 - Descobertas as propriedades inseticidas de DDT por PAUL MULLER na Suíça.

1941 - Foi descoberto na França o valor inseticida do BHC, e na Inglaterra independentemente, em 1942.

1942 - Introdução do 2,4-D, o primeiro herbicida hormonal (ou Fenoxi).

1944 - Introdução do 2,4,5-T para controle de arbustos e arvores e WARFARIN no controle de roedores.

1945 - Primeiro herbicida sintético-sulfameto de Amônio, introduzido para o controle de arbustos.

1945 - O primeiro herbicida do grupo dos carbamatos - PROFAM - começa a ser avaliado.

1946 - Primeira resistência em insetos domésticos ao DDT foi observada na Suécia.

1954 - Passagem da emenda Miller do Alimento, drogas e cosméticos (de 1906) mostrando tolerância para todos os pesticidas em comida crua e produtos alimentícios.

1958 - Atrazina, primeiro herbicida do grupo das triazinas e o Paraquat, primeiro herbicida do grupo dos bipiridílicos, são introduzidos.

1959 - Emenda DELANEY para alimentos, remédios e cosméticos - contém "cláusula anti-cancer", especialmente para aditivos alimentares (propositais ou acidentais).

1960 - Torna-se disponível o herbicida TREFLAN.

1962 - Publicação do livro "Primavera Silenciosa", de autoria da Dra. Rachel Carson.

1970 - Formação da Agência de Proteção Ambiental (EPA), que se torna responsável pelo registro dos pesticidas no lugar da USDA.

1971 - Foi introduzido o herbicida Glifosate.

1973 - Cancelamento de todos os usos do DDT pela EPA.

1974 - Primeiros padrões estabelecidos para reentradas dos campos tratados com pesticidas, pelos trabalhos, pela EPA. Ex: Intervalos de 24-48 h, dependendo da toxicidade dérmica do pesticida.

1978 - Primeira lista de pesticidas publicado pela EPA para produtos restritos.

1984 - O EPA baniu o uso do 2, 4, 5-T e o herbicida relacionado, o SILVEX.

1984 - O desastre de Bophal na Índia ocorreu com a liberação de gases tóxicos durante a produção do Carbaril.

1989 - Aprovada no Brasil a lei 7.802, chamada Lei dos Agrotóxicos.

1990 - Aprovado o Decreto nº 98.816 (11/01/90), que regulamenta a Lei 7.802.

Ecossistemas e Agroecossistemas

Ecossistemas

Ecossistemas podem ser definidos como unidades funcionais da Biosfera, normalmente auto-sustentáveis e quase sempre sujeitos a perturbações. Qualquer área com uma delimitação definida através da qual o "input" (entrada) e o "output" (saída) de energia e matéria possam ser medidos, contendo 3 componentes principais (produtores, consumidores e decompositores) e mecanismos de auto-regulação, pode ser caracterizados como ecossistema (Miller, 1975). Um ecossistema terrestre pode ser dividido basicamente em 3 compartimentos com respeito à biomassa viva; o compartimento dos produtores primários, o compartimento dos consumidores (que inclui todos os herbívoros e carnívoros) e o compartimento dos decompositores.

Agroecossistemas

Agroecossistemas são estruturas mais complexas do que qualquer outro ecossistema terrestre. Além do ciclo de material e fluxo de energia, comum aos ecossistemas terrestres, existem muitos processos manipulados pelo homem. A maioria deles modificando "inputs" e "outputs" e também afetando a taxa de relacionamento interno dos sistemas.

Ainda segundo SANTOS (1984) o manejo necessário para a manutenção de um agroecossistema pode ser comparado com o manejo necessário para tentar manter uma área em seus estádios iniciais de sucessão ecológica. O principal interesse, na manutenção de agroecossistemas, tem sido maximizar a produção agrícola utilizando-se da manipulação genética de plantas, associada a uma alta mecanização do trabalho. Portanto, a maximização da produção tem sido conseguida através da diminuição da diversidade dos produtores primários criando sistemas altamente especializados. Esses sistemas atraem consumidores e parasitas igualmente especializados na alocação de recursos que estão concentrados em altas densidades e de forma homogênea. Este estado altamente especializado, só é mantido pela tecnologia que direciona esses sistemas cujo controle de qualidade depende muito diretamente da energia de combustíveis fósseis e seus derivados como fertilizantes e produtos fitossanitários (Haynes et al., 1980).

Critérios Ambientais

Apesar do avanço progressivo de formas alternativas na produção de alimentos, por muito tempo ainda o uso de produtos químicos na Agricultura irá ocorrer. Comparativamente ao uso totalmente inadequado que se verificou nos anos 60 e 70, hoje os agroquímicos são mais específicos, a tecnologia de aplicação mais difundida e utilizada, as formulações mais seguras.

Pensando-se em um ecossistema particular e isolado em equilíbrio, os quatro principais componentes envolvidos na perturbação desse equilíbrio são:

- **Entrada**: deve haver uma fonte de perturbação, como por exemplo a aplicação de herbicida para o controle de plantas daninhas.
- **Processos Cinéticos**: o destino final do produto químico adicionado é representado por reações cinéticas específicas como biodegradação, hidrólise, fotodegradação.
- **Processos de Transporte**: dentro do ecossistema no qual também se inclui o homem, há vários processos naturais que governam o movimento do produto através das várias interfaces. Esses processos são governados pelas características físicas e químicas do produto, que são utilizadas para estimar os coeficientes de troca entre os diversos compartimentos.

Da mesma forma, os dados toxicológicos gerados em animais de laboratório e transferidos através da utilização de vários fatores de segurança, para homem dão as necessárias informações para se avaliar o potencial de perigo que o produto representa para a saúde humana. A ação sobre a cadeia alimentar é determinada pela análise dos resultados realizados com testes de laboratório em organismos específicos.

- **Saída**: para completar o balanço de massa, deve-se verificar as formas reduzidas a que o produto é transformado ao deixar ecossistema.

Componentes da Avaliação do Risco

São 4 componentes para uma avaliação de risco:

a) Identificação do perigo
b) Avaliação da dose-resposta
c) Avaliação da exposição dos seres humanos
d) Caracterização do Risco
(geralmente integra os dados e análises dos três primeiros componentes para determinar-se a possibilidade de que os seres humanos experimentarão qualquer efeito adverso das toxicidades associadas com as substâncias).

Avaliação Preliminar dos Riscos e Benefícios

Para o tomador de decisões após ter em mãos os dados apresentados para um agrotóxico, inicia-se a tarefa mais difícil, extremamente complexa, que é interpretar os resultados dos testes de modo a poder tomar a decisão mais correta, fundamentado em dados científicos.

Em relação aos dados ambientais, a análise isolada pura e simples de uma característica físico-química não leva a lugar nenhum. É necessário analisá-la conjuntamente com outros parâmetros para se ter uma idéia mais global do efeito causado por aquele produto nas condições de uso, em um determinado ecossistema.

Fases

A avaliação preliminar dos riscos e benefícios de um produto deve ser realizada em etapas e, após cada etapa, o perigo deve ser avaliado para se decidir sobre o próximo passo. Geralmente as etapas 1 e 2 são realizadas com o ingrediente ativo.

1ª **Fase:** Testes padrão (propriedades físico-químicas, degradação, efeitos agudos e curto prazo). Aplicado a todos os produtos.

2ª **Fase:** Estudos suplementares de laboratório (distribuição e degradação ambiental, testes adicionais de toxicidade crônica e sub-crônica).
São executados em produtos escolhidos de acordo com as suas propriedades individuais e forma de utilização.

3ª **Fase:** Estudos de campo (simulados ou não) - para produtos cujos dados acima não tenham sido suficientes. Experimento desenhado de acordo com as características próprias do produto com a finalidade de responder a perguntas específicas.

4ª **Fase:** Monitorização Pós-Registro - controle dos resíduos no meio ambiente durante o uso comercial normal. A monitorização dá condições para detectar perigos não previstos e também para identificar locais onde haja mau uso de agrotóxicos.

Significado ecológico da avaliação de risco

O principal objetivo da avaliação de risco é a proteção e conservação do meio ambiente. Entretanto a previsão de perigos raramente é baseada em estudos realizados em ecossistemas específicos por estes serem muito complexos e de difícil interpretação.

A aproximação ecológica requer um adequado conhecimento da presença, do comportamento do agrotóxico no meio ambiente e dos dados biológicos gerados em testes de campo e no uso agrícola, e uma clara definição do ambiente e população que deve ser protegida.

Na avaliação deve ser diferenciado o efeito passageiro, que não tem significado ecológico, daquele que provoca danos a longo prazo. Os efeitos que ocorrem nas adjacências das áreas que sofreram aplicações de agrotóxicos devem ser levados em consideração pois podem ser afetadas, por exemplo, através da lixiviação.

A importância ecológica dos danos causados por agrotóxicos devem ser avaliados por comparação com:

- Fenômenos da natureza (seca, neve, enchentes, etc);
- Flutuações bióticas (a abundância de alimentos determina o tamanho da população);
- Potencial de "repopulação" (organismos de espécies com alta taxa de crescimento, propriedade intrínseca, é mais capacitada para compensar de-pressões sazonais);
- raridade das espécies;
- impacto ecológico da atividade antrópica;
- definição do que deve ser protegido e conservado.

As respostas variam de um caso para outro e de um local para outro, entretanto, a meta final da avaliação de risco sempre deve ser a adequada conservação e proteção do meio ambiente.

Risco - o risco é a probabilidade de dano, doença ou mostra sobre circunstâncias específicas. Pode ser expressa em termos qualitativos, desde valores zero (certeza de não haver riscos) a um (certeza de que haverá dano). Em muitos casos o risco, só pode ser descrito qualitativamente como "alto", "baixo" ou "insignificante".

Avaliação do Risco - É a atividade científica para avaliar as propriedades tóxicas de uma substância. As condições de exposição humana a esta substância, tanta para averiguar as possibilidades que estas exposições tenham efeitos tóxicos como para caracterizar a natureza dos efeitos que podem experimentar. (Risk Assessment, 1983).

Manejo do Risco

O risco pode ser diminuído através da adoção de medidas que limitam a exposição, tais como:

- Modificação de formulações;
- Modificação no modo de aplicação;
- Modificação no intervalo de aplicação;
- Comunicação das recomendações e potencial de perigo pelas empresas produtoras e pelos vendedores;
- Aumento da responsabilidade do aplicador através do treinamento para uso correto;
- criação de zonas tampão para proteção da vida selvagem;
- cuidado para que as recomendações de aplicação estejam muito claras;
- determinação de local apropriado para acondicionamento de embalagens vazias.

Classificação

Para efeito de se atribuir uma classificação quanto ao potencial de periculosidade ambiental de um agrotóxico, seus componentes e afins (técnico ou formulado) são inicialmente atribuídas classificações individuais para os parâmetros considerados. As classificações específicas quanto a persistência, transporte, assim como, a atribuição de uma classificação final global ao produto, resultam de uma análise que se processa no âmbito de uma equipe técnica constituída por profissionais de diversas especialidades, bem como de consultas a publicações técnicas especializadas e a banco de dados.

As tabelas de classificações parciais são adaptações das adotadas pela OECD e EPA/USA para quatro classes.

Quando o produto não se enquadra nas condições descritas nas alíneas "a" e "e", do parágrafo único, do Artigo 2º, da Portaria 139/94, é feita a classificação final do produto segundo a tabela 16. A tabela de classificação final dos produtos foi elaborada por um grupo de consultores contratados pelo IBAMA, em 1990, quando foi iniciada a atividade de avaliação do potencial de periculosidade para agrotóxicos no Brasil.

CLASSIFICAÇÃO DO IBAMA / (RELAÇÃO DOS TESTES X TABELAS)

TESTES	TABELA	ALVO	AJUSTES
I Organismos Aquáticos	1 1 1	Peixes Daphnia Algas	Crônicos Crônicos
III Organismos do solo	3	Minhocas (ciclos B, S e C)	
IV Organismos não alvo	4	Abelhas	
Transportes	5 10 11	Solubilidade Mobilidade Adsorção/Desorção	
Persistência	6 - 8/9	Hidrólise Fotolise Biodegradabilidade	
Bioacumulação	7	Log Kow / F.B.C.	
Aves	12 13	Dose única (DL50) Dieta (CL50)	Ajustes p/ tab 13
Intoxicação Aguda (Toxicidade)	14	DL50 Oral / Dérmica CL50 Inalatória Lesões Oculares/Dérmica	
Nível Máximo de perigo	15	Class. Impeditiva	
Classificação final do produto	16		Testes crônicos

Tabela 1 - Organismos aquatáticos

CL50/CE50 (mg/kg) (ppm)	fator	classificação
> 100	4	praticamente não tóxico
10 - 100	3	pouco tóxico
0,1 - 10	2	moderadamente tóxico
< 0,1	1	altamente tóxico

Tabela 2 - Spirillum volutans (toxicidade aguda)

MEC90(%)	fator	classificação
75	4	levemente tóxico
51 - 75	3	moderadamente tóxico
25 - 50	2	tóxico
25	1	muito tóxico

Tabela 3 - Organismos do Solo

CL50 (mg/kg)	fator	classificação
> 1000	4	relativamente não tóxico
100 - 1000	3	moderadamente tóxico
10 - 100	2	muito tóxico
< 10	1	altamente tóxico

Tabela 4 - Abelhas

Dose (µ g/abelha)	fator	classificação
> 10	4	ligeiramente tóxico
1,0 - 10	3	tóxico
0,1 - 1,0	2	moderadamente tóxico
< 0,1	1	altamente tóxico

Tabela 5 - Solubilidade

(mg/l)	fator	classificação
< 5	4	insolúvel
5 - 50	3	pouco solúvel
50 - 500	2	medianamente solúvel
> 500	1	solúvel

Tabela 6 - Hidrólise

1/2 vida (dias)	fator	classificação
< 1	4	facilmente hidrolisável
1 -30	3	medianamente hidrolisável
30 - 120	2	pouco hidrolisável
> 120	1	muito pouco hidrolisável

Tabela 7 - Bioconcentração

IV - Não acumulativo - Quando a concentração da substância no peixe é a mesma ou menor que a concentração presente na água e quando a concentração do produto no organismos decresce quando da depuração. (FBC ≤ 1)

III - Levemente acumulativo - Quando a acumulação da substância no organismos é menor que **10 X** que a presente na água. (1 < FBC ≤ 10)

II - Moderadamente acumulativo - Quando a acumulação da substância no organismos está entre **10** e **1000 X** que a presente na água. (10 < FBC ≤ 1000)

I - Altamente acumulativo - Quando a acumulação da substância no organismos é maior que **1000 X** que a presente na água. (FBC > 1000)

Se Log Kow ≤ 2 → Tabela IV

BIODEGRADABILIDADE

Tabela 8 - Quanto a percentegem de 14 CO_2 em 28 dias

%	fator	classificação
> 25 (30 dias)	4	não persistente
10 - 25 (30 - 90 dias)	3	persistência reduzida
1 - 10 (90 - 180 dias)	2	persistência média
< 1 (180 dias)	1	persistência alta

Tabela 9 - Quanto a meia vida

1/2 vida (dias)	fator	classificação
< 30	4	não persistente
30 - 180	3	medianamente persistente
180 - 360	2	persistente
> 360	1	altamente persistente

Tabela 10 - Mobilidade

Rf	fator	classificação
0,00 - 034	4	imóvel ou de baixa mobilidade
0,35 - 0,64	3	mobilidade intermediária
0,65 - 0,89	2	mobilidade elevada
0,90 - 1,00	1	totalmente móvel

Tabela 11 - Adsorção /dessorção

K	fator	classificação
> 150	4	elevada adsorção
50 - 149	3	grande adsorção
25 - 49	2	média adsorção
0 - 24	1	pequena adsorção

AVES

Tabela 12 - Dose única

DL50 (mg/kg)	fator	classificação
> 2000	4	praticamente não tóxico
501 - 2000	3	ligeiramente tóxico
51 - 500	2	moderadamente tóxico
< 50	1	altamente tóxico

Tabela 13 - Dieta

CL50(ppm)	fator	classificação
> 5000	4	praticamente não tóxico
1001 - 5000	3	ligeiramente tóxico
501 - 1000	2	moderadamente tóxico
500	1	altamente tóxico

Tabela 14 - Classificação de Formulações Baseada na Intoxicação Aguda

	DL50 oral (mg/kg)			DL50 dérmica (mg/kg)				
Clas -se	i.n.	formulação líquida	formulação sólida	i.n.	formulação líquida	formulação sólida	CL50 inalatória (mg/l/h)	Lesões oculares	Lesões Dérmica
I	≤ 25	≤ 200	≤ 100	≤ 100	≤400	≤ 200	≤ 0,2	Corrosão ou ulceração, opacidade da córnea irreversível em 7 dias	Corrosão ou ulceração
II		200 a 2.000	100 a 500		400 a 4.000	200 a 1.000	> 0,2 ≤ 2	Opacidade da córnea reversível em 7 dias, irritação persistente por 7 dias	Irritação severa durante observação por 72 horas
III		2.000 a 6.000	500 a 2.000		4.000 a 2.000	1.000 a 4.000	> 2 ≤ 20	Sem opacidade da córnea, irritação reversível dentro de 7 dias	irritação moderada durante observação por 72 horas.
IV		6.000	2.000		12.000	4.000	> 20	Sem opacidade da córnea, irritação reversível em 24 horas	Irritação leve durante observação por 72 horas.

A avaliação do potencial de periculosidade ambiental é baseada nas características do produto, suas propriedades físico-químicas, sua toxicidade a diversos níveis tróficos, bioacumulação, persistência e transporte e ainda são analisados os potenciais mutagênicos, carcinogênicos e embriofetotóxicos. Alguns desses parâmetros são resultados de 3 mensurações próprias, são os casos de transporte e persistência que resultam:

1) Transporte - o transporte do produto no solo é avaliado com base nos parâmetros mobilidade, adsorção/dessorção e solubilidade em água;

Inicialmente, apenas transporte e persistência eram resultados de mais de 1 valor. Passou-se a agrupar os demais valores construindo-se os seguintes parâmetros:

1. Organismos de solo, a partir de microorganismos e minhocas.
2. Organismos aquáticos, a partir de microcrustáceos, algas e peixes.
3. Organismos de locomoção aérea, a partir de aves e abelhas.
4. Letalidade para mamíferos, a partir de DL50 e CL50 oral, dérmica e inalatória.
5. Danos dérmicos ou de mucosa para mamíferos, a partir de irritação/corrosão dérmica e ocular.

2) Persistência - em relação a persistência do produto, considera-se os mecanismos de degradação biótica (biodegradabilidade no solo) e abiótica (hidrólise e fotólise),

Estes 5 parâmetros (comentados anteriormente) adicionados ao transporte, persistência e bioacumulação totalizam 8 parâmetros. Considerou-se que do ponto de vista ambiental a persistência e a bioacumulação são mais importantes e devem ter mais peso no conjunto final da classificação. Desta forma, arbitrou-se estabelecer peso 2 para estes dois parâmetros. Assim, o somatório de todos os valores produz um índice final de base 10. Este índice é que permite estabelecer a classificação do produto.

Tabela 15 - Nível máximo de perigo - (periculosidade inaceitável, impedindo a concessão de registro)

Quando:

- 100% dos testes de ecotoxicidade mostrarem resultados que impliquem na classificação de maior nocividade - Classe I.
- Os testes de bioacumulação e persistência e toxicidade para mamíferos forem os mesmo tempo Classe I.
- Os testes de bioacumulação e persistência forem Classe I e 50% dos testes de toxicidade aguda forem Classe I.
- O produto for comprovadamente mutagênico e/ou teratogênico e/ou carcinogênico em pelo menos duas espécies animais testadas ou que provoque distúrbios hormonais e danos ao sistema reprodutivo.
- Não possuir método de desativação.

Tabela 16 - Classificação final do produto / (%) dos resultados dos testes por classe)

Classificação do teste

Nível de perigo ao Ambiente	1	2	3	4
I - Altamente Perigoso	100 > **a** > 60	ou **b** > 50 + bioacumulação **1** ou + persistência I	**c**	**d**
II - Muito Perigoso	**k** (k + l > 40) 1≠ 0	**1** ou (k +<40 + bioac. I + persistência I)	**m**	**n**
III - Perigoso	o	**p**	**q** (q + r > 60)	**r**
IV - Pouco Perigoso	**Φ**	**Φ**	**s**	**t > 50**

(*) As letras representam valores em %.

- Os testes crônicos são considerados na avaliação e classificação de parâmetros para ajuste.
- Para efeito de classificação final do produto é feita normalmente uma comparação com outros produtos já classificados para mesma finalidade.

O valor de cada um dos parâmetros é obtido considerando-se os valores parciais dos seus componentes. O parâmetro **Persistência** é obtido considerando-se também, hidrólise e fotólise com peso 1 e biodegradabilidade com peso 2, as classes obtidas da combinação desses valores, já estão devidamente tabeladas.

Quanto ao parâmetro Bioacumulação, a informação do log Kow (log do coeficiente de Partição Octanol/Água), e de outros parâmetros, determinam a apresentação ou não de um estudo de Bioconcentração, que gera um fator de bioconcentração (FBC). Este fator é classificado de acordo com valores tabelados.

Para os demais parâmetros não se considerou internamente diferenciação de pesos. A combinação de valores para produzir o valor da classe de cada

parâmetro, também, está tabelada. Finalmente, para os testes que possuem valores para agudo e crônico estes dois valores são levados em consideração para a classificação final.

Após a classificação de cada parâmetro é procedida a soma de valores e segue-se a seqüência de procedimento que levam a classificação final.

Aos restantes (12) parâmetros são atribuídas classificações específicas, consideradas parciais, a partir de tabelas adotadas que representam adaptações das tabelas da OECD ("Organization for Economic Co-operation and Development") **Guidelines for Testing of Chemicals** e EPA/USA ("Environmental Protection Agency" - USA), considerando-se quatro classes.

8. Etapas Finais de Classificação

- **6 (seis) parâmetros peso 1** (transporte, organismos aquáticos, organismos terrestres, organismos de locomoção aérea, mamíferos vias de ação sistêmica e tópica) + **2 (dois) parâmetros peso 2** (persistência e bioacumulação) = **10 parâmetros**.
- Quando a soma dos 10 parâmetros ou outras condições não enquadrarem o produto na categoria **PIOR** (**P**rodutos **I**mpeditivos de **O**btenção de **R**egistros) obedecerá às seguintes classificações:

Quadro 1 - Fechamento de Produtos

Nome Comercial : Ingrediente Ativo: Empresa: Propriedades FQ:				
TRANSPORTE	**PERSISTÊNCIA**	**BIOACUMULAÇÃO**	**DIVERSOS ORGANISMOS**	
Solubilidade	Hidrólise	Log Kow	Microorganismos	
Mobilidade	Fotólise	FBC	Minhocas	
Adsorção	Biodegradabilidade		Microcrustáceos	
TOTAL	TOTAL	TOTAL	Algas	
			Peixes	
			Aves	
			Abelhas	
		DL50 oral		
		CL50 inalatória		
		DL50 dérmica		
		Irritação/corrosão dérmica		
		Irritação/corrosão ocular		

Soma dos Parâmetros
CLASSE FINAL

PIOR - 100% dos testes de ecotoxicidade mostrarem resultados que impliquem na classificação de maior nocividade - Classe I.

Os testes de bioacumulação e persistência e toxicidade para mamíferos forem ao mesmo tempo Classe I.

Os testes de bioacumulação e persistência forem classe I e 50% dos testes de toxicidade aguda (microorganismos, microcrustáceos, peixes, algas, minhoca, aves, abelha, toxicidade oral, inalatória e dérmica) forem classe I.

O produto for comprovadamente mutagênico e/ou teratogênico e/ou carcinogênico em pelo menos 2 espécies de animais testadas ou que provoque distúrbios hormonais e danos ao sistema reprodutivo.

- O produto não possuir método de desativação.

CLASSE I (Altamente Perigoso): A soma dos parâmetros variar de 11 a 19.

CLASSE II (Muito Perigoso): A soma dos parâmentos variar de 20 a 27.

CLASSE III (Perigoso): A soma dos parâmetros variar de 28 a 34.

CLASSE IV (Pouco Perigoso): A soma dos parâmetros variar de 35 a 40.

Avaliação do Risco Benefício

Os Produtos fitossanitários, devido principalmente a prevenção de perdas de produção, tem reduzido substancialmente o custo do alimento. Estes produtos também tem ajudado a melhorar a qualidade dos alimentos.

De forma geral podemos sumarizar os riscos e benefícios em:

Benefícios

- Controle de pragas, doenças e plantas invasoras
- Impacto na produção e na qualidade
- Relação custo/benefício

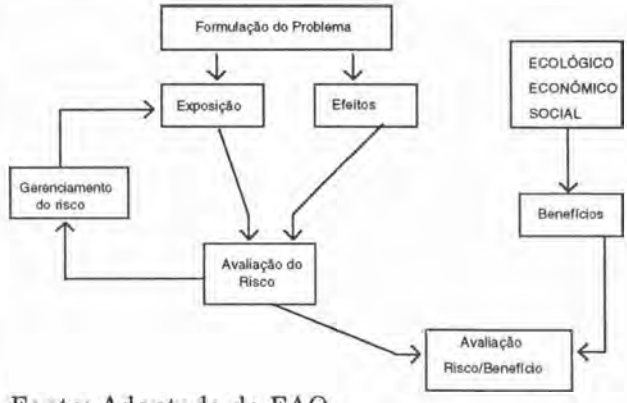
Riscos à saúde

- Aplicador
- Consumidor

Riscos ao meio ambiente

- Fauna/Flora
- Solo/Água/Ar

Com base neste sumario, vamos fazer uma analise do risco/beneficio:



Fonte: Adaptado de FAO.

A avaliação do risco e as análises de risco/benefício como parte de desenvolvimento dos produtos fitossanitários e do processo de registro.

Bibliografia Consultada

CENTENO, In Manual, A.J. Modelo de Análise para classificação de periculosidade Ambiental de Agrotóxicos. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. IBAMA, 1995 não paginado.

Chemical Risks to Human Health and The Environment: Identification and Quantification - 1991 - WHO/IPCS

Data Interpretation Guides - For Initial Hazard Assessment of Chemicals — Provisional - OECD - 1984.

Environmental Risk Analysis for Chemicals - 1982 - Van Nostran Reinhold Environmental Engineering Series

EPA. 1992. Framework for Ecological Risk Assessment. EPA/630/R-92/001. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washinston. DC.

FAO. 1989. Revised Guidelines on environmental criteria for the registration of pesticides. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, December, 1989 pp 51.

Guidelines on Environmental Criteria for the Resistration of Pesticides — 1985 — FAO

Graham-Bryce, I. Impacto Ambiental. Os defensivos Agrícolas em perspectiva. Doc. Especial Apresentado na Conferência Britânica de Proteção à Agricultura. Shell-Brasil, Março 1991. 10 p.

Gustafson, D. I. 1988. Groundwater Ubiquity Score: A simple method for assessing pesticide leachability. Environmental Toxicology and Chemistry, 8:339-357.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. Manual de pesticidas para avaliação da ecotoxidade de agentes químicos. 2.ed. Brasília:, IBAMA, 1990.

Ministério da Agricultura, do Abastecimento, da Reforma Agrária - Secretaria de Defesa Agropecuária - Depto. de Defesa Vegetal. Legislação Federal de Agrotóxicos e afins. 1995, 120 p.

NRC. 1993. Issues in Risk Assessment National Research Council. National Academy Press, Washington, DC.

SANTOS, P.F. O meio ambiente e os defensivos Agrícolas: Avaliação de Impacto. In: Anais do I Seminário sobre o uso adequado de defensivos agrícolas no Distrito Federal. EMATER - S.A.P.G.D.F. - ANDEF. 1984. 65 p.

SETAC. 1994. Report of the Aquatic Risk Assessment and Mitigation Dialogue Group. Eds: Graney, R. L., A. Maciorowski, K. R. Solomon, H. Nelson, D. Laskowski e J. L Baker. SETAC Foundation for Education. Pensacola. FL.1994.

Execução: JARD
Rua Arthur Bernardes, 43
Fone: (031) 891-1780 - Viçosa-MG

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente	João Baptista da Silva EMBRAPA/CNPMS
Vice-Presidente	Francisco Affonso Ferreira UFV/DFT
Secretária	Maria Helena Tabim Mascarenhas EPAMIG/CRCO
Tesoureiro	Geraldo Nogueira Vilela EMBRAPA/CNPMS
Comissão Técnica	Maria Helena Tabim Mascarenhas EPAMIG/CRCO
Divulgação e Marketing	Itamar Ferreira de Souza UFLA/DAG
Concursos	Júlio Pedro Laca-Buendia EPAMIG
Editorial	Antônio Alberto da Silva UFV/DFT
Captação de Recursos	C. Marçal Zuppi da Conceição ANDEF
Editoração Eletrônica	Franz Lopes da Silva José Roberto de Freitas

PROMOÇÃO

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA
DAS PLANTAS DANINHAS

SBCPD

ORGANIZAÇÃO

EMBRAPA/CNPMS
EPAMIG
UFV/DFT
UFLA/DAG
ANDEF
CENTRAL DE EVENTOS
E PROMOÇÕES

APOIO

CNPq
CONSELHO NACIONAL DE
DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

FINEP
FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS

FAPEMIG
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO
ESTADO DE MINAS GERAIS

CIÊNCIA E
TECNOLOGIA
GOVERNO DE
MINAS
GERAIS

ESTAÇÃO GRÁFICA