

XX CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

17 a 21 de julho de 1995



PALESTRAS

**FLORIANÓPOLIS
SANTA CATARINA
BRASIL**

SUMÁRIO

	Pág.
DINÂMICA DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO. Robinson Antonio Pitelli	5
MANEJO DE MALEZAS Y AGRICULTURA SOSTENIBLE. R. Labrada	13
BIOTECNOLOGÍA: RESISTENCIA A HERBICIDAS EN CULTIVOS AGRÍCOLAS. Julio Eduardo Delucchi	20
HERBICIDE APPLICATION TECHNOLOGY IN THE UNITED STATES: PAST, PRESENT AND FUTURE. Loren E. Bode	25
USO DE LA INFORMÁTICA EN MALHERBOLOGÍA. C. Zaragoza Larios	30
EFEITO E MANEJO DE <i>Cyperus rotundus</i> (TIRIRICA) NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Roberto A. Arevalo e Edna I. Bertoncini	44
TENDÊNCIAS E ESTRATÉGIAS NA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS. José Ruedell	67
MEDIDAS DE PROTEÇÃO AO APLICADOR DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS. Luiz Carlos Castanheira	70
WEED SCIENCE IN SUSTAINABLE AGRICULTURE. Robert L. Zimdahl	82
MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO. Marco Antonio Reigota Brito	92

DINÂMICA DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Robinson Antonio Pitelli¹

1. INTRODUÇÃO

O conjunto de plantas superiores que se mantém espontaneamente em áreas agrícolas e pecuárias compreende espécies com características pioneiras, ou seja, plantas que ocupam locais onde, por qualquer motivo, a vegetação natural foi extinta e o solo ficou total ou parcialmente exposto (10).

Este tipo de vegetação sempre existiu e, no passado, sua presença sempre foi fortuita e temporária, evoluindo sempre que houvesse uma área despojada da vegetação natural e desaparecendo tão logo a vegetação original fosse re-estabelecida. Estas plantas foram muito importantes na recuperação de extensas áreas de vegetação após a desglaciação do pleistoceno (10).

O surgimento da população humana permitiu a perpetuação das plantas com características pioneiras, pois o homem criou e manteve nichos adequados ao crescimento e desenvolvimento deste tipo de vegetação. Não há dúvidas de que foi desta vegetação que o homem desenvolveu a maioria de suas espécies cultivadas e estabeleceu a base para sua atividade agropecuária. As outras espécies pioneiras não domesticadas mantiveram-se habitando estas áreas, ocasionando uma série de entraves ao desenvolvimento da agropecuária e recebendo o conceito de plantas daninhas. No entanto, trata-se de plantas com características pioneiras, as quais encontram no agroecossistema nichos disponíveis e adequados à perpetuação de sua espécie (10).

Estas plantas, normalmente, possuem grande agressividade, caracterizada por elevada e prolongada capacidade de produção de diásporos dotados de alta viabilidade e longevidade, os quais são capazes de germinar, de maneira descontínua, em muitos ambientes. Normalmente, possuem adaptações para disseminação a curta e longa distância. Via de regra, possuem rápido crescimento e desenvolvimento, são auto-compatíveis, mas não completamente autógamas ou apomíticas e, quando alógamas, utilizam-se de agentes de polinização inespecíficos ou o vento. Quando são perenes, além de vigorosa reprodução vegetativa e alta capacidade de regeneração de fragmentos, são bastante frágeis, de modo que as plantas se fragmentam e não são totalmente arrancadas do solo. Ademais, estas plantas desenvolvem mecanismos especiais que as dotam de grande habilidade de sobrevivência, como produção de substâncias de natureza alelopática, hábito trepador e outros (01).

Resumindo, a perpetuação de uma espécie como planta invasora de agroecossistemas está condicionada a uma relação interativa entre a plasticidade de cada indivíduo e processos que, a longo prazo, proporcionam flexibilidade adaptativa frente às eventuais alterações do ambiente e às modificações que normalmente ocorrem em condições naturais em todo o

1. FCAVJ/UNESP, 14870-000 - Jaboticabal - SP.

sistema, através do tempo (06).

Nos últimos anos, têm sido propostos interessantes conceitos a respeito das estratégias evolutivas desenvolvidas pelas plantas daninhas para a ocupação dos agroecossistemas. Uma das teorias mais importantes é a de Grime (07). Segundo o autor, há dois fatores externos que limitam a estratégia de crescimento e de reprodução das plantas superiores. Estes dois fatores são:

- o estresse: fenômeno externo que impõe barreiras ao desenvolvimento vegetal, como disponibilidade de água, de nutrientes e de luz, temperaturas elevadas ou baixas, competição inter-específica etc...

- o distúrbio: alterações ambientais relativamente drásticas que promovem a destruição total ou parcial da biomassa vegetal, como ceifa, cultivo, preparo do solo, pastoreio, fogo etc...

A frequência e/ou intensidade destes fatores pode variar muito. Se apenas forem considerados os fatores extremos, quatro situações podem ocorrer e os tipos ecológicos adaptados a cada situação são nomeados na Tabela 01.

Tabela 01 - Combinações de valores extremos de fatores externos básicos que afetam a estratégia evolutiva das plantas superiores e os nomes dados aos tipos ecológicos adaptados a cada condição (07).

Intensidade do distúrbio	Intensidade do estresse	
	Alto	Baixo
Alto	—	Ruderais
Baixo	Tolerantes ao estresse	Competidoras

As plantas que se enquadram em cada um destes tipos ecológicos podem ser identificadas por características comuns:

- Tolerantes ao estresse: exibem características que asseguram a sobrevivência em ambientes desfavoráveis. Apresentam reduzida alocação de recursos em favor do crescimento vegetativo e reprodutivo. Espécies com estas características são prevaletentes em ambientes não perturbados, em ambientes pouco produtivos ou nos estágios finais da sucessão ecológica.

- Competidoras: exibem características que maximizam o recrutamento de recursos em condições produtivas em ambientes pouco perturbados. Apresentam grande alocação de recursos em favor do crescimento vegetativo e são abundantes em estágios serais intermediários da sucessão ecológica.

- Ruderais: são encontradas em ambientes altamente perturbados porém produtivos. Exibem características de rápido ciclo de desenvolvimento e elevada alocação de recursos a favor de estruturas reprodutivas. Ocupam as primeiras fases da sucessão ecológica.

É importante considerar que, na Tabela 01, apenas foram consideradas as condições extremas. Grime (07) prefere avaliar os vários tipos intermediários em um modelo triangular, onde são consideradas as várias situações intermediárias de estresse, de distúrbio e de

competição com outras plantas.

A teoria de Grime (07) pode ser adaptada ao universo das plantas daninhas. Por exemplo, nas áreas de olericultura, onde o distúrbio é intenso, os solos são férteis, há abundância de irrigação e as plantas emergem em condição de solo nu, predominam as plantas daninhas com características ruderais. No outro extremo, em áreas de reflorestamento, onde há pouco distúrbio, os solos normalmente são de baixa fertilidade e há intenso estresse promovido pela interferência da espécie florestal, predominam plantas com características mais próximas às tolerantes ao estresse. Nas fases iniciais da implantação do reflorestamento predominam as plantas com características de competidoras.

Esta introdução teórica foi necessária para sedimentar o conceito de que a composição específica da comunidade vegetal que habita espontaneamente um agroecossistema é função do manejo agrícola empregado, especialmente em termos de mobilização (distúrbio) do solo e manejo dos fatores limitantes ao crescimento vegetal (estresse).

2. PLANTIO DIRETO

2.1. Ação dos fatores ecológicos limitantes

Quando ocorre a alteração do sistema de plantio convencional para o sistema de plantio direto, há uma grande mudança no distúrbio e no estresse que são impostos ao ambiente agrícola.

Antes de comentar sobre os impactos da mudança dos sistema de cultivo, é interessante que se apresentem alguns conceitos básicos acerca da ação dos fatores ecológicos sobre as populações vegetais. Mondchasky (03) propôs uma classificação dos fatores ecológicos baseada na intensidade de adaptação dos organismos, que é tanto mais desenvolvida quanto maior for o tempo de atuação do fator. Classificou os fatores ecológicos em periódicos primários, periódicos secundários e não periódicos

Os *fatores periódicos primários* têm periodicidade regular (diária, lunar, estacionária e anual) e são consequência direta do movimento de rotação e translação da terra, como o ritmo dia-noite, as estações do ano etc.... As plantas são totalmente adaptadas a estes fatores, que atuam determinando os limites da área de distribuição geográficas das espécies. No interior destas áreas, sua ação nunca é fundamental.

Os *fatores periódicos secundários* são consequências das variações dos primários. Quanto mais estreita é a relação com o fator primário, mais regular é sua manifestação e maior é o grau de adaptação dos organismos ao fator. São exemplos: o ritmo pluviométrico anual, as flutuações da temperatura e da umidade do ar, as flutuações nas populações de inimigos naturais, simbioses etc... Estes fatores atuam regulando a abundância das populações dentro de suas áreas de distribuição geográfica, mas não interferem expressivamente nos limites desta área.

Os *fatores não periódicos* são aqueles que normalmente não ocorrem no habitat de uma planta. Quando ocorrem, promovem grandes impactos sobre as populações, pois os organismos não têm adaptações para variações deste fator. Quando um fator não periódico passa a se repetir com certa regularidade, as populações desenvolvem mecanismos de adaptação e sua ação deixa de ser muito impactante, chegando ao extremo de apresentarem respostas similares a um fator periódico secundário.

2.2. Impacto do plantio direto

No início da agricultura moderna, os processos de aração e gradagem constituíam *fatores ecológicos não periódicos* e, portanto, de grande impacto sobre as populações de plantas daninhas. A inversão da leiva, efetuada pelo arado, proporcionava elevada mortalidade dos diásporos e das partes vegetativas enterradas, uma vez que estas plantas não possuíam mecanismos de adaptação desenvolvidos.

Com aplicação sucessivas destas práticas culturais, as plantas daninhas passaram a desenvolver mecanismos que as permitissem sobreviver ao enterrio, como resistência aos agentes bióticos do solo, exigência de temperatura variável para iniciar o processo germinativo, desenvolvimento de inúmeros e complexos mecanismos de dormência dos diásporos, capacidade de germinação e emergência a partir de grandes profundidades no perfil do solo etc...

Também houve uma uniformidade na distribuição dos diásporos no perfil da camada arável do solo, de modo que, a aração e gradagem apenas movimentavam o banco de sementes superficial para as zonas mais profundas e trazia as sementes mais profundas para a região mais superficial, mantendo o potencial de infestação das plantas daninhas.

Assim, com o tempo de plantio convencional, o impacto do preparo do solo sobre as populações de plantas daninhas decresceu consideravelmente. É interessante ressaltar que algumas espécies não conseguiram desenvolver mecanismos adaptativos que lhes conferissem sucesso em campos conduzidos neste sistema, desaparecendo ou mantendo pequenas populações, sendo consideradas plantas daninhas de importância secundária.

De modo geral, no plantio convencional o ambiente para as plantas daninhas era caracterizado por elevado distúrbio do solo e, por algum tempo, ausência de qualquer cobertura vegetal, com o solo totalmente exposto.

Com a adoção do sistema de plantio direto, os fatos inusitados passaram a ser o não revolvimento do solo e a presença de uma cobertura morta na superfície, que não existia no plantio convencional, além de incrementar a prática da rotação com culturas de inverno e o uso de herbicidas de manejo. Os impactos destes fatores serão discutidos isoladamente, embora seja conhecido que existe interações entre eles.

3. ROTAÇÃO DE CULTURAS

Pela sua própria história evolutiva, pode-se inferir que as plantas daninhas são plantas dotadas de elevada agressividade na ocupação de solos nus, mas são bastante sensíveis à presença de outras plantas no ambiente comum. Deste modo, uma ocupação eficiente do solo por parte da planta cultivada é um dos mais importantes fatores atuantes no estabelecimento e crescimento da comunidade infestante. Esta ocupação eficiente deve ser considerada no tempo e no espaço.

A ocupação eficiente do espaço do agroecossistema por parte da cultura, reduz a disponibilidade de nichos adequados ao crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas. Neste aspecto, é importante que se considerem todos os fatores envolvidos na determinação do grau de interferência entre as plantas cultivadas e as comunidades

infestantes, visando maximizar a pressão de interferência promovida pela cultura. Para tanto, é importante que se utilizem variedades de rápido crescimento inicial, adequadas às condições edafo-climáticas predominantes na região e semeadas em espaçamentos e densidades de plantas que assegurem um rápido e intenso sombreamento do solo. Também é importante que as plantas daninhas sejam eliminadas durante os períodos de controle considerados críticos, ou seja, antes do término do *Período Anterior à Interferência* e após o término do *Período Total de Prevenção da Interferência* (11).

Também é interessante que se considere o conceito de ocupação temporal do agroecossistema, de modo que este seja ocupado com plantas cultivadas pelo maior período possível, evitando que as plantas daninhas se desenvolvam e aumentem seus potenciais de infestação. Neste aspecto, a rotação com culturas de inverno constitui prática fundamental para evitar o ciclo das plantas daninhas no período de entre-safra e, também, proporcionar uma mudança de condições no ambiente da lavoura, não permitindo que se formem grandes infestações de algumas poucas espécies. É importante recordar que antes de 1945, as principais medidas de manejo das plantas daninhas eram os cultivos e a rotação de culturas. O sistema mais eficiente consistia na rotação de cereais, leguminosas e pastagens. Nessas condições, as plantas daninhas tinham grandes dificuldades em incrementar suas populações. Após esta época, com as introduções das fontes sintéticas de nitrogênio e dos produtos de ação herbicida, a rotação foi paulatinamente sendo abandonada. Apesar das modernas técnicas de controle, as comunidades infestantes foram se tornando mais diversificadas e densas.

O sistema de plantio direto vem resgatar esta prática da rotação e, em consequência, seus impactos sobre as comunidades infestantes dos agroecossistemas.

4. REDUÇÃO DO DISTÚRPIO DO SOLO

A redução do distúrbio do solo resultante da adoção do plantio direto, por si só, proporciona uma redução temporária das populações de plantas daninhas nos agroecossistemas. Vários são os fatores que contribuem para este comportamento:

- grande proporção do estoque de diásporos do solo será mantida numa profundidade suficiente para que não haja a germinação e/ou emergência das plântulas;
- os diásporos produzidos após a adoção do plantio direto, ficarão depositadas numa camada superficial do solo, ficando mais susceptíveis à ação de predadores de grande porte como pássaros e roedores. Este é um aspecto especialmente importante no caso de algumas espécies cujos diásporos necessitam de um certo período de armazenamento para atingir maturidade fisiológica ou romper certas modalidades de dormência e, com o enterrio, ficariam protegidas durante o desenvolvimento deste processo;
- a maior concentração de diásporos na superfície do solo facilita a homogeneidade de emergência das plântulas, facilitando a efetividade das medidas de controle, especialmente a atividade de herbicidas.

Por outro lado, as plantas com características pioneiras que não lograram sucesso adaptativo no sistema convencional, podem ser favorecidas com o plantio direto e ter suas populações incrementadas. Esta mudança de flora é frágil em algumas áreas antigas de

plantio direto onde as composições específicas das comunidades infestantes diferem daquelas de ocorrência comum no plantio convencional.

5. COBERTURA MORTA

Os efeitos da cobertura morta sobre as plantas daninhas devem ser analisados sob três aspectos distintos - físico, químico e biológico - embora haja interações entre eles.

5.1. Efeito físico

O efeito físico da cobertura morta é bastante importante na regulação da germinação e da taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies. Em termos de efeitos sobre o processo germinativo, pode-se exemplificar com a redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas, das sementes que requerem determinado comprimento de onda e de sementes que necessitam de grande amplitude térmica para iniciar o processo germinativo. É amplamente conhecido que a cobertura morta reduz as amplitudes diárias da variação térmica e hídrica na região superficial do solo. Esta redução tem grande impacto na germinação de sementes de plantas daninhas, especialmente as ruderais extremas. É importante considerar que o sistema de plantio direto permite uma continuidade da cobertura do solo, não permitindo qualquer período de exposição total.

O efeito físico da cobertura morta também reduz as chances de sobrevivência das plântulas das plantas daninhas com pequena quantidade de reservas nos diásporos. Muitas vezes, as reservas não são suficientes para garantir a sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que tenha acesso a luz e inicie o processo fotossintético.

5.2. Efeito biológico

A presença da cobertura morta cria condições para instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na camada superficial do solo. Na composição específica desta microbiocenose há uma grande quantidade de organismos que podem utilizar sementes e plântulas de plantas daninhas como fontes de energia e matéria. Muitos organismos fitopatogênicos podem utilizar a cobertura morta para completar o ciclo de desenvolvimento e produzir estruturas reprodutivas. De maneira geral, os microrganismos exercem importantes funções na deterioração e perda de viabilidade dos diversos tipos de propágulos no solo. O fungo *Drechslera campanulata*, no seu estágio sexuado, *Pyranophora semeniperda*, tem uma ampla gama de hospedeiros e é capaz de reduzir a viabilidade e germinabilidade de diásporos de várias gramíneas (09).

Além disso, deve-se considerar que a cobertura morta cria um abrigo seguro para alguns predadores de sementes e plântulas, como roedores, insetos e outros pequenos animais.

5.3. Efeito químico

Há uma relação alelopática entre a cobertura morta e as plantas daninhas presentes no banco de sementes do solo. Após a morte da planta ou de seus órgãos, os aleloquímicos são

inicialmente liberados pela lixiviação dos resíduos. A perda da integridade da membrana celular pela decomposição do resíduo, permite a liberação direta de uma variedade de compostos, que podem impor sua ação de maneira aditiva ou sinérgica à dos lixiviados. Além disso, os microrganismos presentes no solo podem induzir a produção de compostos tóxicos por degradação enzimática dos conjugados ou polímeros presentes no tecidos. Um exemplo deste processo é a ação de microrganismos em glicosídeos cianogênicos presentes em *Sorghum halepense* com a produção de duas toxinas: HCN e benzaldeídos (12).

A atividade alelopática da cobertura morta depende diretamente da qualidade e quantidade do material vegetal depositado na superfície, do tipo de solo, da população microbiana, das condições climáticas e da composição específica da comunidade de plantas daninhas.

Alguns ácidos, com atividade alelopática, foram identificados em solos sob cobertura morta, como o vanílico, p-cumárico, p-hidrobencóico, siríngico, protocaféico e ferúlico (08). Sob cobertura morta de cevada foram encontrados os ácidos benzóico, fenilacético, fenilpropionico e 4-fenilbutírico (14). Sob resíduos de milho foram identificados: p-hidroxibenzilaldeído, floroglucinol, resorcinol, e os ácidos butírico, fenilacético, benzóico, siríngico, p-cumárico, trans-cinâmico e caféico (02). Os ácidos acético, propionico e butírico são considerados os mais expressivos agentes aleloquímicos provenientes de cobertura morta de trigo (13).

O modo de ação dos aleloquímicos na planta receptora ainda não estão totalmente esclarecidos, devido às dificuldades de separar os efeitos secundários das causas primárias. Geralmente influenciam em mais de um processo do vegetal, com velocidades distintas, o que provoca efeitos colaterais difíceis de serem separados dos principais (05).

Existem numerosas evidências de que os aleloquímicos podem alterar a absorção de íons pelas plantas. No entanto, este fenômeno encontra-se associado ao colapso de outras funções, como a respiração, e a permeabilidade das membranas celulares. O aleloquímicos podem atuar como reguladores do crescimento vegetal, como inibidores de fotossíntese, desreguladores da respiração e da permeabilidade de membranas, inibidores da síntese proteica e da atividade enzimática. (05).

Vários estudos têm sido conduzidos visando o manejo da cobertura morta no controle de plantas daninhas. No Brasil, foi demonstrada a eficácia da cobertura morta proporcionada por várias espécies de culturas de inverno, tendo detectado, inclusive, uma relação de seletividade na interação cobertura morta - planta daninha (04).

O plantio direto, em comparação com o tempo de agricultura convencional, é uma prática relativamente recente. As reduções iniciais da diversidade e densidade das plantas daninhas foram os primeiros sinais do impacto deste sistema de plantio sobre a dinâmica das comunidades infestantes. As alterações das importâncias relativas das espécies, com o predomínio de plantas pouco comuns no sistema convencional, constitui outro tipo impacto que se evidencia atualmente. No entanto, estes impactos são resultantes de uma integração dos fatores acima comentados e da aplicação de herbicidas, especialmente os de manejo.

Os herbicidas de manejo passaram a constituir um outro agente de distúrbio introduzido no ambiente. De início, num caráter de fator ecológico não periódico, ainda apresentam grande impacto sobre as comunidades infestantes. Com os anos sucessivos de uso regular, as comunidades infestantes irão sofrer alterações e o impacto de controle destes produtos tenderá a decrescer. No entanto, herbicidas com diferentes modos e espectro de ação poderão ser manejados e manter a intensidade de impacto.

6. LITERATURA CITADA

01. Baker, D.N. Characteristics and modes origin of weeds. **In:** Baker, D.N. & Stebbins, B.L. *The Genetics of Colonizing Species*. New York, Academic Press, 1965. P. 1-24.
02. Chou, C.H. & Lin, H.J. Autointoxications mechanism of *Oryza sativa*. I. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. *J. Chem. Ecol.* 2(3): 353-367, 1976.
03. Dajoz, R. *Ecologia Geral*. Petrópolis, Editora Vozes, 1983. 472 p.
05. Durigan, J.C. & Almeida, F.L.S. Noções da alelopatia. Jaboticabal, Editora da FUNEP, 1993. *Boletim Técnico*, 28 p.
05. Einhellig, F.A. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. **In:** Putnam, A.R. & Tang, C.S. *The Science of Allelopathy*. New York, John Wiley & Sons, 1986. p. 171-188.
06. Fernandez, O. Las malezas y su evolucion. *Ciencia y Investigation* 35: 49-59, 1979.
07. Grime, J.P. *Plant Strategies and Vegetation Process*. New York, John Wiley & Sons, 1979. 209 p.
08. Guenzi, M.D. & McCalla, T.M. The phytotoxic substances extractes from soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 30: 214-216, 1968.
09. Medd, R.W., Nikandrow, A. & Jones, K. Possible use of soil-born pathogen for weed control. **In:** Int. Symp. Biol. Control of weeds, 6º, Vancouver, 1984. *Proceedings*, p.19-25
10. Pitelli, R.A. Ecologia de plantas invasoras em pastagens. **In:** Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens, 1º, Jaboticabal, 1990. *Anais*, p. 69-86.
11. Pitelli, R.A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. *Informe Agropecuário* 11(129): 16-27, 1985.
12. Putnam, A.R. Weed allelopathy. **In:** Duke, S.O. *Weed Physiology*. Boca Raton, CRC Press, 1985. P. 131-155.
13. Tang, C.S. & Waiss, A.C. Short-chain fatty acids as growth inhibitors in decomposing wheat straw. *J. Chem. Ecol.* 4(2): 225-232, 1978.
14. Tousson, T.A. Nature of phytotoxic substances during plant residue decomposition in soil. *Phytopathol.* 58: 41-45, 1968.

MANEJO DE MALEZAS Y AGRICULTURA SOSTENIBLE

R. Labrada¹

1. RESUMEN

La humanidad enfrenta un reto difícil de vencer, elevar la producción agrícola, la cual crece aritmeticamente, a fin de satisfacer las necesidades alimentarias de una población mundial en crecimiento exponencial. Tal producción debe ir acompañada de medidas agronomicas compatibles con el medio ambiente. Los problemas de contaminación de agua, suelo y aire se agudizan, a la par que la degradación de los suelos a causa de erosión se intensifica en gran parte del planeta.

Ante tal situación sumamente comprometedora con las futuras generaciones, se impone el desarrollo de nuevas formas de producción agrícola. A tales efectos se habla y se promulga el concepto de Agricultura Sostenible, la cual deberá comprender cambios favorables importantes en materia de prácticas de preparación del terreno, fertilización mineral, irrigación y control de plagas. Este último se deberá desarrollar en dirección a una reducción importante de los actuales niveles de uso de plaguicidas y sus dosis. Las malezas, por ser un complejo importante de plagas, imponen el desarrollo de procedimientos de manejo integrado dentro del contexto del Manejo Integrado de Plagas, y para lograr este propósito será necesario abordar y profundizar en aspectos relativos a las dinámicas poblacionales de malezas, umbrales económicos, alelopatía, lo que resultará en un mejoramiento sustancial de los actuales métodos de control de malezas.

La presente información ilustra de manera resumida los aspectos arriba indicados.

2. INTRODUCCION

El desarrollo de una agricultura sostenible es una demanda lógica y necesaria en el contexto actual ecológico y económico del mundo.

Tal desarrollo implica producir más para satisfacer las necesidades de una población que amenaza con llegar a la cifra de 8.5 mil millones de habitantes en el 2025, además de preservar las riquezas naturales y medios importantes de producción agrícola, tales como el suelo y el agua.

Muchas prácticas agrícolas indudablemente deben sufrir cambios importantes. La creencia que a más fertilizantes y aplicaciones de plaguicidas se resolvían los problemas de la producción agrícola se ha visto que es falso, aparte de constituir un elemento degradante del medio de producción. Estas y otras prácticas requieren de un nuevo enfoque, sobre todo para los países del tercer mundo, como de desarrollo de nuevas tecnologías.

Las malezas son hoy en día las plagas principales de la agricultura de los países desarrollados y de buena parte de los países del tercer mundo. En el Africa sub-sahariana, no hay plaga más importante en los cereales que las malezas del genero *Striga*, mientras que en los países productores de caña de azúcar en América Central y el Caribe no hay la maleza gramínea anual, *Rottboellia cochinchinensis*, es la plaga principal. Todo esto indica que el

1. Oficial de Malezas. Servicio de Protección de Plantas. AGPP, FAO, Roma.

mejoramiento de los sistemas de protección vegetal en buena medida dependerán del mejoramiento de las prácticas de manejo de malezas.

El presente material enfoca el aspecto del manejo de las malezas en el contexto de la agricultura sostenible.

3. EXIGENCIAS DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

El término **agricultura sostenible** se ha puesto de moda y con éste han aparecido varios conceptos sobre la práctica de este tipo de agricultura. Unos dicen que el concepto de "sostenible" no es nuevo, otros entienden que lo sostenible no está reñido con las prácticas de la agricultura de altos insumos y que su desarrollo no implica la eliminación del uso de fertilizantes minerales y plaguicidas. Otra parte define la agricultura sostenible como aquella de bajos insumos, mientras que no faltan los que la ven como sinónimo de agricultura orgánica.

La realidad es que ejemplos de agricultura sostenible son pocos por el momento. La definición general (carece de especificaciones) de agricultura sostenible y desarrollo rural dada por la FAO/Gobierno de los Países Bajos (1991), en la Conferencia de Den Bosch, es que ésta consiste en **"el manejo y conservación de los recursos naturales, la orientación de los cambios tecnológicos e institucionales de tal manera de asegurar el logro y la satisfacción de las necesidades humanas para las presentes y futuras generaciones. Tal desarrollo sostenible (en la agricultura y la silvicultura) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales de manera social y ambientalmente aceptable, técnicamente apropiada y económicamente viable"**.

Lo esencial a entender es que en el marco de la agricultura sostenible, los procesos deben ser compatibles con el ambiente, viables con los recursos monetarios disponibles y productivos. Por supuesto, lo sostenible tendrá económicamente su variación de un país a otro.

Los países desarrollados u otros en plena vía de desarrollo (muy distinto a lo que llamamos países en desarrollo, grupo donde cabe hasta la nación más pobre del mundo, probablemente sin ningún desarrollo) podrán utilizar adelantos tecnológicos compatibles ambientalmente con los procesos agropecuarios, que contrariamente podrán ser prohibitivos económicamente para un buen número de países en desarrollo. Con esto se indica que lo sostenible debe ser económicamente ventajoso para un agricultor.

El propio desarrollo económico es quien modificará y probablemente mejorará la práctica agrícola en todo país. No se puede aspirar a mecanizar o a introducir otra tecnología en una determinada producción agrícola si no cuenta con los recursos para llevarla a cabo.

Lógicamente las prácticas de preparación del terreno, la fertilización, la irrigación y la protección vegetal se deberán modificar tanto en la agricultura de los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo. En los primeros, se impone la reducción de insumos (agroquímicos sobre todo) a fin de evitar la contaminación y la degradación del medio. En los segundos, el problema es lograr un desarrollo acorde con los recursos disponibles, desarrollo agrícola que no puede ser copia de los errores cometidos en el mundo desarrollado.

Particular atención habrá que prestar al uso de los plaguicidas. Es cierto que por ahora y en un futuro inmediato es muy ilusorio pensar en una agricultura sin uso alguno de medios químicos de protección vegetal, pero la realidad es que su uso puede ser hasta cierto punto reducido y la calidad de las aplicaciones mejoradas considerablemente. Es precisamente el

desarrollo del Manejo Integrado de Plagas (MIP) el que puede ayudar a lograr este objetivo, no excluido el propio control de las malezas.

4. BREVE DESCRIPCION DEL MIP

El MIP como tal es un desarrollo de los entomólogos, quienes introdujeron valiosos elementos relativos a la dinámica poblacional de insectos y enemigos naturales, los valores de umbrales económicos y otros más útiles a fin de diseñar métodos de pre-aviso de la aparición de plagas importantes. De esta forma se ha podido reducir el uso por calendario de insecticidas.

Con el desarrollo del MIP se han incorporando otros elementos para el control de las enfermedades, pero poco o nada referido al manejo de malezas.

El MIP es práctica, pero es también un enfoque. El MIP nunca es obra acabada, ya que el mismo siempre variará con los propios cambios poblacionales de las plagas. Al tomar esto en consideración, no es errado integrar las prácticas de manejo de malezas en todo el conjunto de control de plagas. Es por demás una inclusión necesaria, pues nadie puede pretender disponer un buen manejo de plagas sin tener un adecuado manejo de malezas, plantas indeseables cuya presencia condiciona en gran medida la presencia de varias plagas y enfermedades nocivas a las plantas de cultivo.

5. EL DESARROLLO DEL MANEJO DE MALEZAS

Anteriormente he planteado que la ciencia de las malezas es, quizás, la disciplina agronómica más joven y aun carente de conocimientos básicos acerca del comportamiento de las comunidades de plantas, lo que es esencial a fin de mejorar los métodos de control (Labrada 1995). Todavía mucha gente cree que la ciencia de las malezas es la ciencia del uso de los herbicidas, algo totalmente errado, pero razones hay para creer así. Si ud toma la literatura publicada en malezas, observará que más del 50% de los artículos giran alrededor del uso de los herbicidas. Un ejemplo claro, la prestigiosa y útil publicación de la Sociedad Americana de Ciencia de las Malezas (WSSA) "Weed Technology" publicó en sus cuatro números de 1994 (volumen 8) un total de 149 artículos, de los cuales el 62% fue dedicado al uso de los herbicidas; en uno de sus números el total relativo a herbicidas fue equivalente al 69%.

De hecho esta relación debe cambiar, pero para ello hay que saber que se debe hacer, cual debe ser el nuevo enfoque y que resultados prácticos podrá brindar tanto a la agricultura de altos como de bajos insumos.

El manejo de malezas mejorará en la medida que la ciencia de las malezas sea capaz de aportar datos suficientes en materia de:

- Dinámica poblacional de las malezas, incluyendo la dinámica de las semillas y otros propágulos en el suelo.
- Criterios económicos (umbrales económicos) sobre la factibilidad de los tratamientos de control.
- Estudios sobre la alelopatía de plantas cultivables sobre las malezas.
- Pérdidas ocasionadas por los restos de las malezas en anteriores cosechas a los cultivos siguientes en rotación.

- Diseño de nuevos métodos de control y progreso del control biológico de especies de difícil control.

Toda esa información conducirá a:

- Conformación de métodos para la predicción de las poblaciones de malezas.
- Mejoramiento de los métodos de manejo de malezas.

Todo esto es un verdadero reto para los malezólogos a nivel mundial, pero no es irrealizable. Lo esencial es cambiar el enfoque actual.

6. RESEÑA DE LOS ESTUDIOS A DESARROLLAR

6.1. Dinámica poblacional de malezas

Normalmente se han realizado un número de estudios tratando de describir las características ecobiológicas de un número de especies importantes. Dentro de las características más estudiadas están el desarrollo fenológico de la planta, su producción de órganos de reproducción, su nivel de germinación y emergencia.

Sin restarle valor a los estudios precedentes (incluidos los realizados también por el autor), se debe decir que estos adolecen de ser incompletos, pues han sido desarrollados en condiciones creadas y a veces algo lejana de la realidad práctica.

Una especie de maleza crece y se desarrolla en neta interacción con el cultivo y otras especies de malezas, por lo que su desarrollo va a ser dependiente del efecto de la comunidad de plantas, así como de las labores culturales que se desarrollen y los factores abióticos predominantes.

El estudio de la dinámica poblacional por varios años a través de un enfoque demográfico, como el propuesto por Sagar y Mortimer (1976), puede dar luz sobre: (i) desarrollo fenológico de la(s) especie(s), incluyendo mortalidad posterior a la emergencia; (ii) producción de semillas u otros propágulos; (iii) dispersión de estos órganos, (iv) germinación y emergencia, incluyendo la mortalidad o descomposición de las semillas o propágulos, así como la sobrevivencia y mortalidad de las plántulas, y el número de emergencias o brotaciones de las malezas.

Fernández Quintanilla (1988) ha comunicado que este estudio puede ser de un solo componente, o sea una especie de maleza altamente predominante, o multi- componente, lo que será mucho más complejo en observaciones y modelos a desarrollar. También recomienda utilizar el enfoque mecanístico, donde la población es dividida en un vasto número de componentes relacionados con varios procesos fisiológicos y ecológicos, los que a su vez son afectados por las condiciones ambiente. Los datos obtenidos son convenientemente utilizados para modelación y fines de predicción de poblaciones.

6.2. Criterios económicos para el control de las malezas

Un primer paso de avance en esta dirección se logró en el momento que se iniciaron los estudios de **Período Crítico de Interferencia o Competencia**, los que sirven efectivamente para definir el momento útil de desarrollar un control de malezas y así reducir al máximo posible la reducción de la cosecha por las malezas. Estos estudios tienen un extraordinario valor en la agricultura de bajos insumos, ya que el agricultor estará en posibilidades de ahorrar tiempo laboral propio y de su familia, así como recursos.

No obstante, existen otros criterios valiosos que han sido reseñados con bastante exactitud por Auld *et al* (1987), los que además de dar elementos sobre los denominados **Umbrales Económicos**, aportan información sobre los procedimientos de control a nivel de un campo sencillo, una granja completa, así como la factibilidad de controlar las malezas en ciertas ocasiones aun con bajos valores de infestación. Los umbrales son en buena medida importante herramienta para el control económico de especies de malezas predominantes o resistentes a un tratamiento convencional de un herbicida. El umbral define con claridad cuando desarrollar una medida complementaria de control.

6.3. Alelopatía

Estudios y escritos sobre este fenómeno existen ya en buena cantidad (Rice 1974, Putnam 1988), los que relatan los efectos adversos o positivos producidos por las sustancias exudadas de las raíces o lavadas del follaje de un número de plantas, particularmente agrestes colonizadoras.

Este autor entiende que la alelopatía debe estudiarse en dos vertientes:

(a) Determinar las pérdidas que causan los residuos de las malezas después de una cosecha sobre los cultivos subsiguientes en rotación. No se puede dudar que evitando tales pérdidas se podrán elevar los rendimientos de determinados cultivos, quizás, en una cuantía impredecible.

(b) Determinar plantas cultivables capaces de ejercer un efecto alelopático sobre especies importantes de malezas. Si estas plantas o cultivares son igualmente competitivos con las malezas, se estará en posición de lograr reducción importante de la presión de las plantas indeseables.

En un estudio reciente (Bewick *et al* 1994), cuyo resultado damos a manera de ilustración, las raíces del apio (*Apium graveolens*) resultaron altamente inhibitoria sobre un buen número de malezas, entre ellas: *Amaranthus spinosus*, *Echinochloa crus-galli*, *Brassica kaber* y *Digitaria sanguinalis*. Por su parte Harrison y Peterson (1991) establecieron la capacidad alelopática de la patata dulce (*Ipomoea batata*) sobre un número de juncos y gramíneas indeseables, lo que combinado con la capacidad competitiva de la planta cultivable, la convierten en un excelente medio de control de malezas.

6.4 Métodos de control de malezas

En la medida que los estudios precedentes se desarrollen, se estará en mejor posibilidad de mejorar los métodos de control existentes o desarrollar otros nuevos.

En el contexto de la agricultura sostenible es muy deseable el desarrollo y, quizás, perfeccionamiento de los métodos culturales, así como una reducción de los actuales niveles de uso de herbicidas, incluyendo sus dosis.

En el caso de los métodos culturales queda mucho por hacer en materia de:

a) Preparación adecuada del terreno (se debe ver la conveniencia del cero o mínimo de labranza, así como la labranza convencional en función de la flora de malezas) teniendo como objetivo la reducción consistente del banco de semillas de malezas en el suelo y su ulterior infestación, así como evitar la posible erosión.

b) Diseños prácticos de intercalado de cultivos para su adecuación en la agricultura de bajos insumos.

c) Secuencias de rotación que incluyan plantas cultivables con fuerte poder alelopático,

al igual que uso de mulch a base de plantas con igual característica.

No menos importante resulta ser el desarrollo de métodos de control biológico, al menos, en su práctica clásica a través del uso de insectos capaces de reducir la población de especies de difícil control por otras vías. Si estamos en presencia de una planta no oriunda del lugar, se impone la introducción de insectos efectivos del lugar de origen, pero puede ser que la especie sea local y que existan enemigos naturales que utilizados en forma aumentativa puedan reducir consistentemente la población. Las malezas acuáticas y otras especies exóticas son buenos objetos para el uso del control biológico.

El uso de patógenos es también posible, pero al nivel de la agricultura de bajos insumos, se requerirá una producción estatal o cooperada que pueda ofrecer el producto a precios accesibles para el agricultor de bajos recursos.

En cuanto a la utilización de los herbicidas, no cabe dudas que estos medios químicos seguirán siendo importantes medios para el control de malezas, pero no deben ser vistos más como el *Non Plus Ultra* del control de malezas.

La experiencia de los países europeos desarrollados como la de los propios EE.UU. muestran claramente que se ha utilizado bastante herbicidas en exceso y a veces sin necesidad, lo que ha provocado algunos problemas de contaminación de suelos y agua. Por solo citar algunos ejemplos, en California, EE.UU., el uso sistemático de bromacil ha provocado la presencia de residuos de este compuesto en las aguas subterráneas, otro tanto similar ha sucedido en Europa occidental con el uso repetido de atrazina en maíz, al también detectarse residuos del herbicida en las aguas del subsuelo, lo que obligó a países como Italia, Alemania y Francia a prohibir su uso por espacio de tres años.

El uso de los herbicidas, sin ningún sistema de monitoreo y evaluación, ha también provocado problemas de resistencia de malezas a varios herbicidas utilizados repetidamente. Entre ellos: *Senecio vulgaris* y *Amaranthus retroflexus* a atrazina (LeBaron 1991); *Echinochloa colona* a propanil (Leah *et al* 1995; *Phalaris minor* a isoproturon (Malik *et al* 1995), y así otros casos más. Los herbicidas del reciente grupo de las sulfonilureas si bien se utilizan a dosis muy reducidas, del orden de gramos de i.a./ha, también muestran una increíble presión de selección que provoca problemas de resistencia de malezas en cortos períodos de tiempo.

Por lo tanto el monitoreo de la resistencia se impone en algunos casos o mejor la rotación de uso de los herbicidas con diferentes modos de acción. Esto por supuesto es válido para la agricultura de altos insumos.

7. CONCLUSIONES

En síntesis final, este autor entiende que el manejo de malezas habrá madurado lo suficiente al momento que se logre:

a) Predecir las poblaciones de malezas para adoptar medidas de control compatibles ecológicamente y en función del nivel previsto de infestación.

b) Una reducción consistente de las poblaciones de malezas (banco de semillas en el suelo) en función de una práctica sistemática y racional de los métodos integrados de manejo.

c) Un balance positivo de los métodos practicados, donde el método químico podrá estar incluido, pero no será el preponderante.

8. REFERENCIAS

01. Auld B. A., K.M. Menz y C. A. Tisdell. 1987. Weed Control Economics. Academic Press, London, 177 pp
02. Bewick T.A., D.G. Shilling, J.A. Dusky y Deborah Williams. 1994. Effects of celery (*Apium graveolens*) root residues on growth of various crops and weeds. **Weed Technology** 8:625-629.
03. Fernández Quintanilla C. 1988. Studying the population dynamics of weeds. **Weed Research** 28:443-447.
04. Harrison H.F. Jr y J.K. Peterson. 1991. Evidence that sweet potato (*Ipomoea batatas*) is allelopathic to yellow nutsedge *Cyperus esculentus*). **Weed Science** 39:308-312.
05. Labrada R. 1995. The role of improved weed management in the context of IPM and sustainable agriculture. Paper presented at EWRS Symposium, Budapest, 10-13 July 1995, 10 pp.
- 0.6. Leah J.M., J.C. Caseley, C.R. Riches y B.E. Valverde. 1995. Mechanisms of resistance of *Echinochloa colona* to propanil. Abstract of a paper, International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides, Córdoba, España, 3-6 abril, p. 50.
07. LeBaron H. 1991. Distribution and seriousness of herbicide-resistant weed infestations worldwide. In "Herbicide Resistance in Weeds and Crops" editado por J.C. Caseley, G.W. Cussans y R.K. Atkin, Butterwrth-Heinemann Ltd, Oxford, p. 27-43.
08. Malik R.K., Y.S. Malik, Vinod Kumar garg y Samunder Singh. 1995. Isoproturon-resistant littleseed canary grass (*Phalaris minor* Retx.) and its response to alternate herbicides. *Ibid* p. 134.
09. Putnam A.R. 1988. Allelochemicals from plants as herbicides. **Weed Technology** 2:510-518.
10. Rice E.L. 1974. Allelopathy. Academic Press, New York, in p 3-22.
11. Sagar G.R. y A.M. Mortimer. 1976. An approach to the study of the population dynamics of plants with special reference to weeds. **Applied Biology**, pp 1-47.

BIOTECNOLOGÍA: RESISTENCIA A HERBICIDAS EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

Julio Eduardo Delucchi¹

1. RESÚMEN

La población mundial crece unos 90 millones de seres humanos por año.

Algunos opinan que a corto plazo faltará alimento en ciertos lugares del mundo. Otros creen que la agricultura puede expandirse lo suficiente, sobre todo si se concretan los proyectos actuales para el logro de mayores producciones, y si se reduce el consumo de alimentos de origen animal.

La adopción de nuevas tecnologías que permitan semejante expansión, depende, más que nunca, de factores sociales, políticos y económicos.

Un claro ejemplo de estas nuevas tecnologías es la Biotecnología.

Biotecnología es el camino por el cual se está, actualmente, en condiciones de transferir información genética (los genes) desde un organismo donante a otro receptor, sin que se requiera compatibilidad entre ellos y sin que se involucren al azar miles de genes, sino solamente el que se quiere incorporar.

La Agricultura es uno de los terrenos en los que la Biotecnología ha demostrado los desarrollos y avances más sorprendentes de los últimos años, con la introducción de tolerancia a herbicidas en ciertos cultivos como uno de los logros más notables.

Como ejemplo de esto, ya se ha logrado incorporar el gen RR de resistencia al herbicida Roundup a los cultivos de algodón, tomate, canola, soja y maíz, habiéndose alcanzado con ello la posibilidad de controlar las malezas, después de emergidas, con un herbicida sistémico, completamente biodegradable y de muy amplio espectro de control, excepto para el cultivo transgénico que lo resiste y que, por otra parte, no difiere del mismo cultivo "convencional" en otra cosa que no sea la tolerancia al herbicida.

Este será, sin dudas, uno de los nuevos caminos de progreso de una Agricultura que deberá adaptarse a una demanda creciente de alimentos por parte de la Humanidad en el siglo que viene.

2. SUMMARY

World population grows about 90 million people per year.

According to some opinions, there will be acute food shortage on some parts of the world. Others argue that agriculture may expand enough to assure adequate food, specially if all the yield-enhancing developments are put to work and the consumption of food of animal origin decreases.

The introduction of new technologies to support such expansion depends on social,

1. Ingeniero Agrónomo. Representante Técnico de Monsanto Argentina.

economic and political restraints to its full utilization.

A clear example of these new technologies is Biotechnology.

Biotechnology is the way by which, at present, it is possible to transfer genetic information (genes) from a donating organism to a receiving one, without the requirement of compatibility between them and without the involvement of thousands of genes at random, but only the one to be incorporated.

Agriculture is one of the fields in which Biotechnology has shown the most surprising development and progress in the last years with the introduction of herbicide tolerance in certain crops as one of the most outstanding achievements.

To give an example, the RR gene resistant to Roundup herbicide, has already been incorporated into cotton, tomato, canola, soybean and corn crops. In this way, it has been possible to control weeds in postemergence with a systemic, totally biodegradable, wide spectrum herbicide except for the transgenic crop that can resist it, and which does not differ from the "conventional" crop but in the herbicide tolerance.

With no doubt, this will be one of the new progress routes for an Agriculture facing a growing food demand from humanity in the coming century.

3. INTRODUCCIÓN

El control de malezas en un cultivo agrícola (como en una pastura ó en una plantación forestal ó frutal) es fundamental para evitar la proliferación de ellas y la competencia que ejercen por agua, luz y nutrientes, además de la "contaminación" del producto cosechado con semillas indeseables.

Dicho control puede encararse por la vía mecánica tradicional, que implica laboreo del suelo, ó mediante el uso de herbicidas que no afecten al cultivo que se quiere proteger y que permitan obviar, en distinto grado, el laboreo antes mencionado.

En la investigación apuntada a la obtención de nuevos herbicidas, generalmente se ha puesto énfasis en el aumento de la efectividad en el control de las malezas (el principal objetivo), así como en la selectividad para el cultivo en el que se lo emplea.

Sin embargo, relacionados con la intensidad y la frecuencia de uso de ciertos herbicidas, en algunos lugares del mundo se han registrado problemas de contaminación de napas freáticas, ó hasta la aparición de resistencia en tipos de malezas anteriormente susceptibles.

Esto, sumado a lo difícil de la síntesis ó a los requerimientos para el registro de nuevos principios activos, ha determinado que hayan recobrado interés otros herbicidas que, aún con más años de presencia en el mercado, tienen un potencial de vida útil superior por cuanto cumplen ampliamente con los puntos que, actualmente, se consideran prioritarios.

Tal es el caso del glifosato, herbicida que hasta ahora no era selectivo para ningún cultivo, pero con un amplio espectro de control de malezas, absolutamente biodegradable en el suelo, que no ha generado resistencia en malezas de ningún tipo, de bajísima toxicidad y que se adapta perfectamente a planteos conservacionistas como la Siembra Directa.

De allí que cuando se definió el objetivo de continuar con el desarrollo de este herbicida, sobre todo a través de la ampliación de sus alternativas de uso en cultivos agrícolas, se buscó la forma de solucionar su falta de selectividad a través de la Biotecnología.

Con esto se logró la posibilidad de aplicar glifosato en postemergencia de malezas y cultivo, en soja, maíz, algodón, canola y tomate.

4. BIOTECNOLOGÍA: EL COMIENZO DEL CAMBIO

El término Biotecnología se comenzó a usar en la década del '70, como un intento de describir la aplicación de descubrimientos muy recientes en biología celular y en bioquímica.

Se refiere a la tecnología mediante la cual se puede transferir información genética desde un organismo vivo a otro, sin que se necesite compatibilidad de ningún tipo entre el que actúa como "donante" y el "receptor".

Tampoco se involucran al azar miles de genes sino solamente el que se quiere transferir, quedando sin alteraciones todas las demás características del receptor.

Los descubrimientos científicos sobre el ADN comenzaron a principios de este siglo, cuando se detectó una "sustancia ácida" en el núcleo celular.

Siguieron los descubrimientos de la composición de los genes en los cromosomas y de la estructura del ADN, en los años 40 y 50. Hasta culminar más recientemente cuando se estableció la idéntica estructura, composición y funcionamiento del ADN, en todo ser vivo.

El ADN interviene en dos procesos fundamentales de la vida:

la reproducción y la síntesis de proteínas.

En el primer caso, una proteína especial desovilla la doble hélice de ADN y bases libres en el núcleo celular se adosan, según un código pre-establecido A-T / G-C, formando otra doble hélice completa.

En el segundo caso, una salida de ARN "mensajero" (donde T cambió por U) al citoplasma, determina el acoplamiento de una serie de amino-ácidos, uno cada tres bases, que constituyen una proteína.

Sobre la base de todos estos nuevos conocimientos, se comenzó a alimentar la teoría según la cual si el ADN pudiera ser modificado, también lo serían las instrucciones que daría. Se podrían tener entonces nuevos productos químicos ó proteínas, llevar a cabo nuevos procesos ó introducir nuevas características.

Curiosamente, mucho de lo que se avanzó en Biotecnología se logró a partir del estudio de las bacterias.

Uno de los descubrimientos más notables fue el del Plásmido circular de ADN extranuclear, en *Escherichia coli* en los años '70.

Y otro fue el descubrimiento de las Enzimas de Restricción, también bautizadas como "tijeras químicas", de cuya existencia se tuvo noticias cuando se buscaba la manera de sacar segmentos de ADN del "dador" (genes), para introducirlos en un cromosoma del "receptor".

Actualmente ya se tienen catalogadas numerosas Enzimas de Restricción, según el lugar sobre el que actúan.

Una misma Enzima de Restricción, elegida por su corte de algún gen en particular, actúa en el Núcleo y en el Plásmido bacteriano, efectuando el corte en sitios compatibles entre sí, recombinándose los tramos de ADN en forma cruzada.

Estos descubrimientos dieron origen a la Tecnología del ADN Recombinante.

En la Naturaleza existe una bacteria del suelo que puede inyectar su ADN en un cromosoma, también ADN, de una célula vegetal. Se trata de *Agrobacterium tumefaciens*.

Cuando se tuvo conocimiento de los cambios e intercambios que se podían realizar con el ADN, se comenzó a elaborar la teoría según la cual un cambio en el ADN bacteriano podía introducir nueva información, a la célula vegetal.

Pero no fue sino hasta 1983 cuando un gen de resistencia a antibióticos incorporado a *Escherichia coli*, se pudo transferir a una célula vegetal por medio de una bacteria del suelo que actuó como intermediaria.

Se iniciaba así el empleo del sistema *Agrobacterium*, de transferencia de genes.

Para más detalles de lo que comenzó a poderse manejar a partir de esos descubrimientos de 1983 con *Agrobacterium*, se vio la posibilidad de usar las Enzimas de Restricción para incorporar diversos genes, directamente en el Plásmido de la bacteria, y lograr que ésta los introduzca en una célula vegetal.

No obstante, las células genéticamente modificadas todavía tienen que convertirse en plantas enteras.

Esto se logró aprovechando una propiedad de las células vegetales según la cual, cada célula lleva toda la información genética necesaria para convertirse en una planta entera: es la "Totipotencia".

Todo dependerá de los medios de cultivo en los que se vaya poniendo el material modificado, con lo cual se irán formando "callos" ó tejidos no diferenciados primero, y órganos diferenciados (como hojas y raíces) después.

Finalmente, la plántula es colocada en tierra en una maceta, cultivada en invernáculo hasta madurez, cosechadas sus semillas y sembradas para verificar si la progenie mantiene las características introducidas.

5. RESISTENCIA A GLIFOSATO: ALTERACIÓN DEL OBJETIVO DEL HERBICIDA

La resistencia genética al herbicida Roundup, cuyo principio activo es el glifosato, que Monsanto ya ha logrado introducir en cultivos como soja, algodón, tomate, canola y maíz, básicamente se ha obtenido a través de la incorporación de un gen, el gen "RR", al genotipo normal de esos cultivos.

El gen RR codifica la síntesis de una variante especial de la enzima EPSP-sintetasa, que no resulta bloqueada por el glifosato como sucede con la EPSP-sintetasa natural.

Por su parte, la EPSP-sintetasa es una enzima que cataliza la síntesis de 3 aminoácidos esenciales (fenilalanina, tirosina y triptofano) y que, en organismos vegetales naturales, resulta bloqueada por el glifosato, bloqueándose con ello la síntesis de esos 3 aminoácidos (y las proteínas de las que forman parte) determinando así la muerte de la planta.

El gen RR proviene de una mutación del gen original, codificador de la EPSP-sintetasa, que se detectó por primera vez en bacterias del género *Salmonella* que, ante ese cambio, pudieron comenzar a ser cultivadas en medios con glifosato.

6. BIOTECNOLOGÍA EN LA RESISTENCIA A GLIFOSATO: SITUACIÓN ACTUAL

Las conocidas características del glifosato como herbicida pueden tomarse como el primer ejemplo de lo que el control de malezas podría significar en el futuro:

Amplio espectro de malezas controladas con un sólo herbicida, ninguna residualidad limitante para cultivos sucesivos, ninguna volatilidad que pueda causar daños involuntarios a cultivos vecinos, sin riesgo de generar resistencia en malezas, muy baja toxicidad y costo comparativamente reducido.

La resistencia a glifosato lograda en el cultivo de soja, terreno en el que se han producido los desarrollos más importantes de Biotecnología agrícola en la Argentina, y de lanzamiento

comercial más próximo, es total.

Resulta independiente de la dosis y de la etapa del desarrollo de la soja en que se lo aplique.

Por lo tanto, dosis y momento de aplicación dependerán exclusivamente de la ó las malezas que se quieran controlar y no de una variedad específica de soja, ó de un momento particular de su desarrollo.

Las características de las variedades transgénicas de soja resistentes a glifosato son las mismas que tienen las variedades que se han elegido para adicionarles el gen RR.

El gen RR no interactúa con ningún proceso relacionado con el rendimiento de las variedades de soja, en las que se haya introducido.

Por lo tanto, las variedades de soja con el gen RR tienden a rendir lo mismo, ó aún más (considerando el tipo de control de malezas que puede lograrse) que el mismo material, sin el gen RR.

Por otra parte, ninguna de las características de las variedades transgénicas de soja dependen, para su expresión, de la aplicación de glifosato. El herbicida se mantiene como una herramienta que puede no usarse, en caso de que no se lo considere necesario, y no se requiere su aplicación para que el cultivo rinda todo su potencial.

Ese potencial está condicionado por los mismos factores ambientales que pueden afectar a una variedad convencional.

El comienzo de los ensayos de tolerancia y de control de malezas a campo, sobre sojas transgénicas resistentes a glifosato se remonta, en la Argentina, a la campaña 91-92.

El proyecto conjunto de las Compañías Monsanto y Nidera cuenta con la más alta prioridad, y se planea incorporar el gen RR a un amplio plantel de variedades de soja, que se continuará ensanchando a medida que se logren nuevos avances en sus características agronómicas y en su potencial de rendimiento.

HERBICIDE APPLICATION TECHNOLOGY IN THE UNITED STATES: PAST, PRESENT AND FUTURE

Loren E. Bode¹

1. INTRODUCTION

Among the many changes that have occurred in agriculture, few have impacted food production efficiency than those concerning the use of fertilizer and pesticides. At present, approximately 25,000 formulated pesticide products are registered for use in the United States. There are fewer than 750 active ingredients currently in production, with 200 leading active ingredients. The total U.S. annual production is estimated at 1.2 billion kg of active ingredients. Of this amount, 0.7 billion kg represents wood preservatives, disinfectants, and sulfur. The remaining 0.5 billion kg of "conventional pesticides" (herbicides, insecticides, and fungicides) were sold to users at a cost of \$7.4 billion in 1988.

In the conventional pesticide market, agriculture accounts for over two-thirds of pesticide user expenditures and about three-quarters of the volume used annually; the remainder of the market comprises industry, government, and home and uses. Herbicides are the leading type of conventional pesticide, with over 50% of both domestic sales and volume used. EPA estimates that total U.S. farm expenditures on pesticides, \$5.1 billion in 1988, represents approximately 4 percent of total farm production expenditures (\$132 billion in 1989).

Proper application of agricultural chemicals is a key factor in the ecological and economical use of these products for production of food and fiber. Significant changes in techniques and practices for applying agricultural chemicals have occurred during my 30 year career in this area. The purpose of this paper is to document some of the major developments, discuss state-of-the-art technology, and look at future needs for new and improved application technology. The major emphasis will be on herbicide application rather than other pesticides because of the vast amounts of herbicides that are applied to several hundred million hectares each year.

2. BACKGROUND AND HISTORY

Sprayers and granular applicators have been used for many years to apply pesticides in horticultural and row crops. In the mid 1800's plants were washed or wiped with cloths or brushes containing some form of pesticide. The invention of the compressed air sprayer in the early 1900's provided a much improved method of applying chemicals. Traction powered sprayers and dusters enjoyed a brief period of popularity during the early 1900's just prior to the development of small gasoline engines.

Since the development of modern synthetic pesticides in 1939, the need for rapid, precise, and uniform application of these products has created an arsenal of devices available for economical application of pesticides. This equipment has evolved first, from the basic

1. Agricultural Engineering Department. University of Illinois. Urbana. IL 61801.

necessity of atomizing of liquids and transporting and depositing the basic liquid or dry chemicals on soil or plants. Second, machines were required to do this rapidly and effectively; and third, application equipment had to be designed with the knowledge, materials, and most reliable sources that were available at the time. From very simple beginnings, a wide variety of highly efficient equipment for application of agricultural chemicals has been developed.

Following the introduction of 2,4-D in the mid 1940'S, many small companies introduced sprayers into the US machinery market. Prior to that time, most spraying was confined to horticulture crops where high pressures were used to apply fungicides and insecticides at very high spray volumes. The new row crop sprayers were designed for applying volumes of 200 to 500 L/ha. The spray tank often consisted of a pair of standard 210-L oil drums. Little attention was given to the application process in the design of these row crop sprayers. There was much concern about pumps, pressure regulators, screens, hoses, and boom arrangements. In fact, there was such a supply of relatively inexpensive sprayers on the market that many major machinery manufacturers did not offer sprayers in their product line. Many small manufactures simply assembled sprayers from readily available off-the-shelf components.

Part of the lack of design specificity of application equipment can be attributed to large margins of selectivity for the early pesticides. Pesticides were relatively inexpensive and were effective when applied over a wide range of rates. However, in the late 1950's people other than those traditionally in agriculture became concerned about the extensive use of pesticides. By the mid 1960's, pesticide development costs began to increase while specificity also increased. Thus, margins of selectivity decreased and many more people expressed concern about pesticide use. Then in the late 1970's research with low-volume application equipment led to the use of rotary atomizers and electrostatic sprayers. The use of low and ultra-low volumes, coupled with more herbicides designed for the postemergence application market, heightened interest in application processes. Today's new products are formulated for application at very low application rates and requeri precise application.

There has been a renewed interest in improving the accuracy of applying chemicals in recent years. This is due to, not only the development of more selective compounds that are applied at low, but also to increased cost of chemicals, applicator and field-worker exposure concerns, food safety issues, and environmental concerns regarding water quality and spray drift. Despite all the available educacional materials, the large number of training meetings and spray clinics held, the accuracy of applying pesticides has not kept pace with the development of new chemicals. New highly selective pesticides are efficaciours at rates less than one hundred grams per hectare and must be applied with increased precision. Some chemical companies now state that the factor limiting the effectiveness of their products is the accuracy by which they are being applied.

Although a considerable amount of new application technology has been introduced during the past 20 years (ULV, CDA, Electrostatic), the basic method of applying chemicals using hydraulic nozzles has not changed significantly over the past 40 years. This is partially due to the fact that the new technology has not been proven to be consistently efficient in applying the vast array of pesticide compounds available , and it is also due partly to the fact the operators are not using conventional equipment to its maximum efficiency. Before an applicator invests thousands of dollars in new application technology, considerable effort can be made, to improve the application accuracy with existing equipment.

Custom application had it's beginnings with application of dry fertilizers. Trucks and pull-type trailers with either single or twin centrifugal spinners came into use around 1950. Advances were made in metering and spinner design so that by 1960, the spinner spreader

was the most popular machine for broadcast application of dry bulk blended fertilizers. Liquid products expanded the market to include sprayers and with the development of "weed and feed" techniques in the 1960's, custom application has been a major factor in applying farm chemicals. High flotation equipment, including self-propelled units, were introduced in the mid 1960's and quickly achieved a dominant position in the custom application market. Commercial application has increased rapidly and presently over one-half of all herbicides are applied by custom applicators.

3. MODERN DAY DEVELOPMENTS

About 15 years ago there was considerable interest in using **rotary atomizers** as a replacement for hydraulic nozzles on sprayers. These rotary atomizers allowed pesticides to be applied in much lower volumes of diluent than was commonly used with hydraulic nozzles, with spray application rates of 50 L/ha as opposed to the 200 L/ha with conventional nozzles. While rotary atomizers failed to replace hydraulic nozzles, the trend to use lower sprayer application rates has continued.

Electrostatic spray techniques have been under development for many years. While this technology is very successful for the commercial painting industry, it has yet to demonstrate a significant, consistent improvement for applying pesticides in agriculture. The greatest potential for this technology is for the application of insecticides and fungicides on plant foliage for control where coverage is very important.

Many devices for **selective application** of pesticides have become available during the past 15 years. These devices include directed nozzles, shielded nozzles, and recirculating sprayers. Wicks, rollers and other wiping devices have been widely used for topical application of herbicides to plants. Interest in selective application was revived and expanded by the development of the herbicide glyphosate.

The driving force behind many of the modern application technologies is the development of sensors and advancement of **electronic controllers**. Spray controllers are integrated into the spray monitor that has been widely used for years. Controllers not only monitor the application process but also compensate for any changes in application. Controllers are designed to automatically compensate for changes in speed and application rates on-the-go. Some are computer driven which works well with many new application techniques. Computers and controllers work together to place fertilizer and herbicide inputs in the precise position at the prescribed amount.

Direct injection may be the technology that potentially could have the greatest impact on the application industry. With direct injection, spray tanks contain only water or carrier, and pure chemical or special blended materials are injected directly into the spray lines that are applying the carrier. The two systems currently on the market use either a piston pump to inject the chemical into the carrier where it is then combined in an in-line mixer prior to spraying or a series of peristaltic pumps to meter a specific amount of chemical and inject it into the carrier on the inlet side of the carrier pump.

Direct injection systems normally can be set up to accommodate from one to four chemicals at a time. Rates can be accurately controlled by computers to take advantage of site-specific needs requiring precise application. On line printers are available to produce a permanent record of chemical use and job location.

Direct injection eliminates the need to mix chemicals, thus pesticide compatibility

problems are also eliminated. Cleanup of equipment is minimal and with no leftover solutions, proper disposal is not a major concern. Since the chemicals are in returnable containers and are handled in a closed system, the risk of operator exposure is greatly reduced. Because of the added precision and the ability to spot spray only where the pesticides are needed with the direct injection process, a substantial savings to the producer and the environment is also realized.

Another technology that has gained widespread acceptance is **on-board, on-the-go impregnation** of fertilizer and herbicide products. Impregnation, originally accomplished in the fertilizer plant, is now done with air-flow applicators. Units are designed to place herbicide on the fertilizer carrier at the time of the fertilizer application in the field.

Several developments have improved on-the-go impregnation. With the availability of new granular herbicide formulations, application units have been designed to apply fertilizer and granular herbicides at the same time. Co-application has become a popular alternative to the original liquid impregnation process. Several granule herbicide products now on the market are capable of being bulk handled in closed systems and can be either co-applied or applied separately.

The most recent developments with liquid impregnation and co-application involve the concept of prescription application. In response to the need to reduce chemical inputs, equipment manufacturers have developed computer guided systems to place the fertilizer and pesticides products in the exact location and at the precise level needed. This technology is commonly referred to as "variable rate technology (VRT)". Traditional approaches to farming a large field as one unit is becoming obsolete. Since most fields contain different soils and different production capabilities, it is reasonable to add the inputs based on the variable needs within the field. The term site-specific farming is often used to describe this practice.

Currently, two major systems are being used to apply variable rates of fertilizer and herbicides. For one system, the key to applying the fertilizer and pesticide inputs at variable rates is the development for extensive field maps based on soil tests. Grid maps for each field are developed with specific soil information provided to help input level needed. When soil map information is incorporated with on-board computer application equipment, precise timing, placement and rate of fertilizer and herbicide inputs are possible.

A second system uses a soil probe mounted on the front of the applicator unit to analyze the soil organic matter on-the-go. Information from the sensor is analyzed by a computer and fertilizer rates are adjusted immediately to meet field needs.

One new and promising technique to increase spray penetration and coverage on plants while reducing spray drift is to use air to help transport the spray to the target. There are two types of air-assistance systems: **air-assist sprayers and air-assist nozzles**. Air-assist sprayers use air to transport the droplets after they are atomized while air-assist nozzles also use air to help atomize the liquid as well as transport it to the target.

Air-assist sprayers are built like regular sprayers with hydraulic nozzles except that a sleeve with openings is mounted on the boom. High velocity air is emitted from the openings and is accompanied with liquid spray from standard hydraulic nozzles. Although more popular in Europe, air-assist sprayers are being introduced in the US.

Air-assist nozzles, also called twin-fluid nozzles, work very differently from air-assist sprayers. The spray-liquid is atomized by the air inside these nozzles. A conventional sprayer with a standard spray boom is used, but air lines and a compressor are added. Results indicate that air-assist nozzles have the potential to replace some of the required spray volume with air to help atomize the liquid and help transport it to the target plant. With these nozzles it is possible to reduce normal spray volumes, and by selection of the correct operational

parameters, it is possible to change the droplet size spectrum and obtain good results with minimum drift potential.

Several innovations have been made in the design of **commercial application equipment**. During the last 10 years equipment manufacturers have developed machines that apply dry fertilizers similar to liquid sprayers. Commonly referred to as boomed dry spreaders, these applicators have pneumatic or auger-type distribution systems. The auger systems have a metering screw which meters the fertilizer through orifices spaced along the boom. The pneumatic systems meter the material into a manifold that divides and feeds the material into lateral tubes. The tubes are supplied with high speed air from a hydraulically driven blower. The nozzles consist of deflector shields to distribute the product in a uniform pattern. Automatic rate controllers are commonly used on most modern dry spreaders.

Liquid units are available that can vary product rates and treat over one hectare per minute. Boom movement is hydraulically dampened to permit application at high speed. Positive nozzle shut-offs, boom height sensors and reliable marking systems have greatly improved the application efficiency. Custom machines are generally equipped with electronic monitors and controls which automatically adjust to compensate for speed changes.

A major emphasis by chemical companies and equipment manufacturers in recent years has been to find new and innovative ways to make the handling of chemicals more convenient and to reduce exposure for the people who use pesticide products. **Bulk and minibulk liquid handling systems** are good examples of this. Bulk tanks are available to store, transport, and handle liquid and granular pesticides. Commercial and private applicators can now purchase and use pesticide products with reduced exposure and the returnable containers eliminate excessive use of and the disposal problems associated with smaller nonreturnable containers.

4. FUTURE DEVELOPMENTS

Wise use of inputs has always been the goal of production agriculture. Farmers and chemical dealers are becoming more sophisticated, with attitudes that reflect an environmentally conscious mindset. With public scrutiny of chemical use and legislators passing regulation after regulation limiting the use of chemicals in agriculture, it becomes essential that technological developments are forthcoming to safeguard environmental concerns. New technology is becoming available for chemical application that not only will increase application efficiency but will also protect the environment.

Prescription farming is the "hot-topic" regarding new technology for application in the future. Although units are currently in commercial use, more developments will greatly refine the techniques. Major developments in field mapping and computer application controls will be refined. The availability of global positioning system (GPS) technology has helped site-specific farming come together without a lot of hand labor and measuring. "Realtime yield monitors are the final link for prescription farming. Several monitors are coming on the market that have increased accuracy at an economical cost. Another challenge for this technology is to make the entire system compatible. In the near future, researchers expect a small electronic card that can be used to transfer data from the combine to in-home computers.

As scientists continue to narrow in on precise production inputs, the equipment industry will work to improve and develop the equipment needed to achieve a sustainable agriculture. Minutely accurate field positioning and extensive field mapping for chemical needs will provide a very precise system for meeting the application needs of the twenty-first century.

USO DE LA INFORMÁTICA EN MALHERBOLOGÍA

C. ZARAGOZA LARIOS¹

1. INTRODUCCIÓN

No cabe duda que la informática está produciendo una revolución en todas las ciencias y, por supuesto, en la ciencia de las plantas dañinas. El concepto moderno de informática o tecnología de la información comenzó con la expansión de los ordenadores personales (PC) a partir de los años 80. Los sistemas informáticos adquieren datos e información para almacenarlos, procesarlos, comunicarlos y difundirlos. Los resultados nos permiten aprender, enseñar, predecir, tomar decisiones, e incluso, prever las consecuencias de esas decisiones.

Actualmente podríamos diferenciar diferentes campos dentro de las aplicaciones de la tecnología de la información en malherbología:

CAMPO	ALGUNAS APLICACIONES
1- AUTOMÁTICA: EL PROCESO DE DATOS: ESTADÍSTICA:	- ANOVA - REGRESIÓN Y CORRELACIÓN - MODELOS MULTIVARIANTES
2- BASES DE DATOS:	- INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA - RECONOCIMIENTO DE ESPECIES
3- RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES:	- A PEQUEÑA ESCALA - TELEDETECCIÓN
4- EL SOPORTE DE DECISIONES: 4.1. MODELOS DE SIMULACIÓN:	- LA COMPETENCIA CULTIVO-MALEZAS - EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL
4.2. LOS SISTEMAS EXPERTOS:	- DSS Y CBAS
5- LOS SISTEMAS MULTIMEDIA:	- HIPERTEXTOS
6- LAS REDES DE INFORMACIÓN:	- VIDEOTEX - INTERNET

1

1. Dr. Ingeniero Agrónomo. Servicio de Investigación Agraria. Diputación General de Aragón. Apdo. 727. 50080 Zaragoza. España.

A continuación se exponen, de forma resumida, diferentes usos reales y posibilidades, más o menos desarrolladas, de la informática en la ciencia de las malezas, siempre desde el punto de vista de un usuario, especialista en malherbología, no en informática, de un país moderadamente desarrollado, con el objetivo de sugerir y animar a sus colegas a la aplicación de estas extraordinarias herramientas en sus trabajos.

2. LA AUTOMÁTICA

Es la aplicación que resulta más familiar al investigador en malherbología ya que nos permite realizar cálculos estadísticos a gran velocidad. Hace unos 15 años realizar manualmente análisis de varianza (ANOVA), de correlación, o de regresión, resultaba muy laborioso y había que tener un grado universitario para acometerlos. Ahora, con los programas de estadística disponibles, el cálculo y el dibujo o ajuste de curvas, superficies, etc., se resuelve con enorme rapidez, y es en el análisis de los resultados donde hay que aplicar los conocimientos. Para la interpretación de los resultados es necesario tener buenos conocimientos de estadística, y ponerlos al día, ya que esta ciencia, con el cálculo, experimenta una continua evolución.

En la actualidad se disponen de numerosos paquetes estadísticos como, por ejemplo: BMPD, SPSS, SAS, STATGRAPHICS, NCSS⁽¹⁾, SIXTAT⁽²⁾ o SIGMASTAT⁽³⁾. La mayoría de ellos y, particularmente, las últimas versiones pueden operar en sistema DOS y Windows. Pero desde un punto de vista práctico el mejor programa es el que mejor se maneje y responda a nuestros fines. Hay programas muy potentes, capaces de realizar muchas operaciones, pero cuya complicación es tal que nos impide movernos a gusto. Por otra parte, en general, es necesario dedicar mucho tiempo a su aprendizaje.

Para procesar ensayos de herbicidas es importante que el programa estadístico disponga de algún test de normalidad de datos y homogeneidad de varianzas, ya que es frecuente que la distribución de las malas hierbas no sea normal y, por lo tanto, no es correcto obtener conclusiones del ANOVA sin previa transformación de datos.

Los modelos multivariantes se utilizan con frecuencia en estudios de fitosociología (componentes principales, análisis factorial de correspondencias, correlaciones canónicas,...). Los grandes paquetes de estadística citados contienen normalmente estos programas que pueden aplicarse en el estudio de las malas hierbas. Algunas universidades han desarrollado sus propios modelos para el estudio de la relación de las especies arvenses con los factores ambientales (PERFECO, Pírfiles Ecológicos, BIOMECO) y permiten agrupar las especies con las clases de los factores analizados (4).

El ordenador puede ser útil también para mejorar los diseños de los experimentos (5) o para obtener una mayor eficacia en los muestreos de las poblaciones (6).

3. LAS BASES DE DATOS

Consisten en programas capaces de almacenar y distribuir electrónicamente grandes cantidades de datos alfanuméricos y su empleo es ya un clásico en informática (7). Al aumentarse la capacidad de los soportes informáticos (cintas, disquetes o compact-disc (CD)) se han obtenido bases de datos cada vez más potentes.

Hasta ahora el principal uso de las bases de datos ha sido para búsquedas bibliográ-

ficas. Son muy conocidos los Weed Abstracts de CAB (Commonwealth Agricultural Bureau) de Gran Bretaña, disponibles en CD, o los sistemas de información Current Contents (ISI) o AGRIS, en los que la búsqueda de cualquier tema es extraordinariamente rápida y eficaz. Uno de sus inconvenientes es su precio, bastante elevado e inaccesible para bibliotecas pequeñas.

Algunos ejemplos recientes son: INFOHERB; una base de datos realizada en Polonia sobre 400 herbicidas, indicando sus características, cultivos autorizados, malas hierbas sensibles, ocupando sólo 2,5 Mb. Una base de datos similar, realizada en España, es FITOS, que en 7 Mb incluye 4000 productos comerciales fitosanitarios (todos los registrados en España) con 930 herbicidas y sus características; materias activas, cultivos, clasificación toxicológica, dosis y malezas controladas, momento de aplicación, fitotoxicidad, plazo de seguridad, y otras condiciones de uso. PESTBASE es otra base de datos relacional, útil para seleccionar o evaluar alternativas de control a pesticidas particularmente agresivos al medio. Realizada en Holanda, es capaz de describir 93 pesticidas peligrosos, 253 productos alternativos y 457 procedimientos de control no químico (9).

Otras bases más pequeñas también pueden ser útiles a los malherbólogos. Por ejemplo, para reunir información sobre una especie determinada (Por ejemplo, de *Euphorbia esula*, 830 referencias (10)).

El tema de identificación de malas hierbas, como es sabido, es esencial en malherbología y se ha desarrollado también en diferentes bases de datos, más o menos elaboradas. SIEXMAL es un prototipo español para el reconocimiento de especies arvenses (11). WEEDEX, hecho en Dinamarca, sirve para identificar 80 especies en estado de plántula (12). WEEDS (Western Expert Educational Diagnostic System), ha sido realizado en California con fines de enseñanza. Las bases de datos más recientes son sistemas multimedia (ver Apartado 5) que incorporan con profusión dibujos, fotografías, imágenes de video, ya que se trata de facilitar el reconocimiento al usuario, pues en ocasiones (p. ej.: plántulas de gramíneas) es muy difícil y se requiere entrenamiento (14).

4. EL RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES

Cuando se quiere aplicar un método de control de malas hierbas de forma selectiva, protegiendo las plantas del cultivo, tanto si intervenimos con una labor o con un herbicida total, el principal problema es la discriminación de las plantas a destruir. En la actualidad se ha avanzado mucho en los procesos de visión artificial, tanto a corta como a larga distancia.

Inicialmente, y a pequeña escala, la visión artificial se ha aplicado en el aclareo de la remolacha, distinguiéndose entre el suelo, líneas de cultivo y malas hierbas (15). El análisis del color es esencial pero se puede complementar con el de la forma y la textura, pudiéndose diferenciar entre las especies como *Salsola*, *Amaranthus* y *Polygonum* (16). El análisis de la reflectancia es también muy útil (17, 21), incluso ha permitido diferenciar entre especies tan próximas como el *Polygonum persicaria* y el *P. lapathifolium* a nivel de laboratorio (18).

También se ha aplicado el análisis de imágenes en el reconocimiento de semillas como técnica rápida para estudios del banco de semillas del suelo. La visión artificial se puede apoyar en análisis multivariante y discriminante (19). Es posible discriminar entre semillas de cereales distintos y de malas hierbas con precisiones del 98 al 100% (20).

Otra aplicación práctica de la visión artificial a pequeña escala es para el tratamiento espacialmente selectivo de herbicidas en rodales (manchas de malezas en el campo) en

cultivos de cereal. Consiste en la detección del rodal, ubicación y mapeo, y control de la dosis a aplicar. Con ello se consigue usar menos herbicida, pero más eficazmente, reduciendo los costes y el impacto ambiental (22).

La visión artificial a gran escala o "remote sensing" (RS) se ha empleado desde que existe la fotografía aérea, pero ha experimentado un impulso extraordinario con el análisis de imagen y la teledetección desde los satélites artificiales. Los sistemas de información geográfica son bases de datos que manejan información espacial y se han empleado principalmente para estimar distribuciones espaciales de especies leñosas, cuantificación de plagas, enfermedades o catástrofes forestales (24). También se han desarrollado programas para cuantificación y manejo de vegetación accesoria en zonas forestales (25, 26). En la teledetección influyen numerosos aspectos, entre ellos; la reflectancia del cultivo, su arquitectura foliar, su índice de área foliar, la biomasa, los contenidos de agua, clorofila y nitrógeno, y la incidencia de plagas y la flora arvense.

Otros ejemplos de RS aplicados al control de malezas son la detección y cuantificación de las infestaciones de arbustos caducifolios en grandes zonas pastables (27), a base de fotografía aérea o imágenes de vídeo y posterior análisis (P. ej.: *Isocoma* spp. en Texas (28)).

5. EL SOPORTE DE DECISIONES

Es la parte de la informática más desarrollada en protección vegetal y malherbología. Los llamados modelos de simulación pueden servir para predecir pérdidas de rendimiento causadas por una infestación determinada, calcular umbrales en los que resulta rentable intervenir, o los momentos óptimos de intervención. El objetivo final de los sistemas de apoyo a las decisiones (DSS) es ayudar a los que tienen que tomarlas, poniendo a su disposición gran cantidad de información, incluyendo modelos de simulación para predecir resultados según diferentes opciones y escenarios.

Los sistemas expertos (SE) son básicamente DSS muy desarrollados que pueden incluir complejas bases de datos y modelos, ya que se trata de responder la consulta como si lo hiciera un experto en la materia.

5.1. Los modelos de simulación

La competencia entre malas hierbas y cultivos es uno de los temas que ofrece un gran interés para ser simulado con ordenador. Buscando los umbrales de densidad de malas hierbas destaca la escuela de Wageningen (Holanda) con sus modelos mecánicos de simulación dinámica, basados esencialmente en la fotosíntesis y en la curva hiperbólica de rendimiento- densidad (29, 30). En la actualidad se está validando el modelo INTERCOM y ajustando los parámetros para trigo y remolacha en diferentes países de Europa (31).

Los modelos de simulación norteamericanos están muy avanzados y les caracteriza un gran espíritu práctico, destacando los realizados en maíz, WEEDSIM (32) y NTRM (Nitrogen Tillage Residue Management), que se ha utilizado para simular la competencia entre maíz y *Amaranthus retroflexus* (37). Generalmente los modelos de simulación de la competencia se basan en modelos generales de cultivos. Así, INTERCOM está basado en SUCROS (Simple Universal Crop Growth Simulator)

Los modelos más sencillos pueden ser también de gran utilidad. Entre ellos hay que destacar el estudio de los periodos críticos de competencia en cultivos hortícolas (35, 36). Un

modelo basado en el estudio de la transpiración ha podido explicar el crecimiento de árboles frutales en competencia con el césped de cobertura (33). Un modelo sencillo y eficaz es el realizado en cereales por VITTA y FERNANDEZ-QUINTANILLA (34).

Otros ejemplos de modelos aplicados al estudio de las malezas son: el que simula la dinámica de poblaciones de la acuática *Potamogeton pectinatus*, buscando los momentos más eficaces de control (42), el que describe la dinámica de interacciones entre plantas y patógenos en lucha biológica (43) o el que predice si un cultivo transgénico resistente a un herbicida puede transmitir su gen de resistencia a malas hierbas de la misma familia (45).

También existen numerosos modelos que tratan de predecir el comportamiento de los herbicidas en el campo. Son herramientas comparativas útiles para identificar las moléculas que deben examinarse prioritariamente para prevenir efectos adversos. La simulación es una técnica muy empleada para la predicción del impacto ambiental; para estimar los riesgos del empleo de herbicidas (38), simular la degradación y el transporte de los residuos en el agua de escorrentía (39), o para simular el efecto del clima en las pérdidas de herbicidas por evaporación, erosión y lixiviación (EPIC; Erosion Productivity Impact Calculator (40)). DRASTIC es un modelo empleado para predecir la percolación de la atrazina en cinco estados del cinturón del maíz norteamericano, ya que puede causar problemas de contaminación de acuíferos por su movilidad y persistencia (41). HERBISIM se ha empleado para estudiar la degradación hidrolítica del clorsulfuron en suelos ácidos (44). BIOCLIM puede predecir la distribución de especies potencialmente invasoras en Nueva Zelanda (*Parthenium hysterophorus*, *Solanum eleagnifolium* y *Sorghum halepense*) en base a datos bioclimáticos (49).

Los resultados de los modelos de simulación pueden ser espectaculares, pero no hay que olvidar que, siendo simplificaciones de la realidad, su precisión es muy limitada y es por tanto, necesaria su validación exhaustiva en condiciones reales y diferentes escenarios. La interpretación de los resultados ha de ser cuidadosa para llegar a conclusiones válidas.

Los sistemas para ayudar a las decisiones (DSS) suponen un mayor nivel de complejidad, siendo, muchos de ellos, verdaderos sistemas expertos. Algunos se utilizan para mejorar la eficiencia de los herbicidas o del laboreo. Por ejemplo: usando un modelo bioeconómico para determinar estrategias a largo plazo para el control de *Avena fatua* (47), o mediante un modelo danés que permite reducir la dosis necesaria de herbicida en cereales alcanzando controles satisfactorios (48). Existen DSS en muchos cultivos extensivos; en cereales (50), en remolacha (50, 56), en arroz (51), en maíz (52, 55) o en patata (53). En general, consideran el control de malezas como parte del sistema integrado de cultivo. WHEATMAN es un DSS australiano que sirve para elegir la variedad de trigo, el fertilizante y los herbicidas contra *Avena* spp. (54).

Algunos DSS integran restricciones medioambientales a las prácticas habituales de control. Así, SHRUBKILL ayuda a controlar con fuego las malezas arbustivas en la savana australiana (57). Otro sirve para evaluar el potencial contaminante de los herbicidas en Hawái (58). Existe otro DSS que integra datos climáticos y de tratamientos herbicidas para prevenir las derivas (desplazamientos aéreos descontrolados de la pulverización o los vapores) (59).

5.2. Los Sistemas Expertos

Son programas complejos basados en el conocimiento, en general no expresable con fórmulas, pero pueden integrar también programas algorítmicos, basados en ecuaciones matemáticas y bases de datos. Intentan imitar el razonamiento de un experto en un tema determinado. Los SE, utilizados para mejorar el control de malas hierbas y el uso de

herbicidas, pueden: a) ayudar a identificar las especies presentes, b) ayudar a la decisión de tratar o no, c) predecir respuestas a dosis y mezclas, d) seleccionar los herbicidas más económicos, e) optimizar los mojanos o surfactantes, f) variar las dosis según el espectro de malezas, su densidad y las condiciones ambientales (60).

HERBICIDE ADVISER es un CBAS (Computer Based Advisory System, qué se podría traducir como "sistema de consultas ayudadas por ordenador") y consiste en un modelo de simulación del comportamiento herbicida, un generador de datos climáticos y un programa experto que responde de forma interactiva a consultas telefónicas vía ordenador. Se emplea en Australia y puede llegar a usuarios remotos. Es necesario que dispongan de línea telefónica fiable y un PC 80386 (61). En Irlanda también disponen de CBAS para protección vegetal con un programa interactivo sobre control de malezas (62). También existe un SE para el manejo de hierbas acuáticas en África tropical, capaz de valorar su potencial infestante en diferentes situaciones (77).

SOYHERB permite determinar las opciones herbicidas en cultivos de soja según prácticas de laboreo, tipo de suelo, tipo de infestación (especies y densidad), y rotación de cultivo. Genera programas de herbicidas y calcula su coste para una eficacia deseada (elevada o media). Tiene anexos con datos sobre los herbicidas y control de perennes (63).

Uno de los principales inconvenientes de los CBAS es su aceptación. El principal usuario es, hoy en día, el técnico agrícola joven con formación universitaria. En muchos países europeos los agricultores, debido a su edad o educación, no son proclives a utilizar ordenador, por lo que se han buscado sistemas más adaptados a su mentalidad (23). En Dinamarca había 8 sistemas expertos en protección vegetal en 1991 (2 para agricultores sin ordenador que se comunicaban por carta o teléfono) (66). AUDIOTEX es un CBAS telefónico que produce información oral telefónica y tiene la ventaja de dar recomendaciones según la información que comunica el usuario (64).

También se busca que los sistemas sean "friendly user", fáciles de emplear. CALEX/COTTON es un SE elaborado en California para la producción integrada del algodón, muy sencillo para el usuario, incluyendo recomendaciones para el control de plagas, el riego, la fertilización, la siembra y, por supuesto, el control de malas hierbas (68). HERBMAST es un SE inglés, basado en DBIII y ámbito Crystal, que sirve para elegir los herbicidas más económicos en cereales. Calcula el coste/beneficio basándose en las pérdidas de rendimiento potencial y la eficacia previsible del herbicida (69).

También se han realizado programas colaborativos entre las empresas de agroquímicos y la Administración, principalmente para el empleo racional de herbicidas (66). HERBEXPERT es un sistema para elegir herbicidas en cereal realizado por la Hoechst y la Universidad de Bonn (67) en el que intervienen condiciones climáticas, tipo de flora, estados de crecimiento y restricciones ecológicas.

Las condiciones medioambientales pueden jugar un papel importante en los SE. HERBASYS asesora en el control de malezas a través de tres módulos: HERBASEL para seleccionar herbicida, CHEMPROG para estimar la posible contaminación del agua freática y, por último, se realiza una previsión de la persistencia del herbicida en el suelo (70). CALDISC son bases de datos que permiten mejorar el uso de herbicidas minimizando el impacto ambiental (71). El modelo CLMS (Chemical Movement through Layered Soil) combinado con WGEN (generador de datos climáticos) y la base de datos STATSGO (State Soil Geographic) ha servido para valorar el riesgo de contaminación del agua freática por herbicidas en Montana (USA) (75).

6. LOS SISTEMAS MULTIMEDIA

Son grandes paquetes informáticos capaces de integrar textos, datos, imágenes, vídeo y sonido. Tienen muchas posibilidades pedagógicas y de transferencia tecnológica, y están en continua evolución y mejora. Al ocupar mucho espacio de memoria en el ordenador (PC 80486 ó superior) suelen necesitar CD-ROM, 8 Mb de RAM y pantalla en color. Pero hay que tener en cuenta que, si en un disquete caben 1,4 Mb y en un CD caben 770 Mb, ya se han obtenido discos ópticos de 3700 Mb y se busca cómo llegar a los 5000 Mb.

WEED-ONE es un programa de enseñanza asistida por ordenador realizado en España, para reconocimiento visual de malas hierbas en estado de plántula. Incluye una colección de diapositivas y bases de datos multimedia y módulo de autoevaluación. Contiene 150 imágenes de 100 especies distintas que se pretenden duplicar en el futuro (72).

MALHERB es un sistema multimedia realizado en Francia para la identificación de 490 especies de malezas en estado adulto y 230 en plántula, incluyendo perfiles ecológicos (73).

HYPP CD-ROM es una aplicación "hypermedia" que engloba todas las áreas de la protección vegetal en diversos cultivos y es fruto de una colaboración internacional europea. Incluye 600 especies de malezas, 350 plagas y 400 patógenos; 5000 fotografías, 1000 gráficos y 12000 páginas de textos en inglés, francés, alemán, portugués, español e italiano. La versión inicial sólo necesitaba ordenadores 286 ó 386, 1 Mb de RAM y Windows, el CD-ROM es deseable. El modo "guía" sirve para el consultante que parte de cero, necesitando identificar la infestación. El modo "consulta", para usuarios experimentados que necesitan resolver preguntas concretas, y el modo "hipertexto" (con imágenes, música y vídeo digital) para profundizar sobre algunos conceptos en diferentes bases de datos (74).

Aunque no es estrictamente un sistema multimedia, hay que reseñar, por su espectacularidad, un programa japonés capaz de integrar movimiento y visión artificial en tres dimensiones. Se trata de un robot multipropósito consistente en un manipulador, un mecanismo de autopropulsión y un ordenador. Puede localizar las malas hierbas en cultivos hortícolas, procesando imágenes en color, y eliminarlas utilizando una cuchilla especial (76). Verdaderamente, la informática del siglo XXI nos prepara muchas sorpresas...

7. LAS REDES DE INFORMACIÓN

Se trata de la telemática, el conjunto de sistemas capaces de intercambiar información a grandes distancias de manera digital (7). Permiten el acceso a cualquier ordenador desde puntos remotos con un mínimo esfuerzo y eficaces velocidades de conexión, envío y recepción de datos. Una de las principales ventajas para el usuario es poder realizar consultas en bases de datos diferentes y lejanas. Para ello se necesita un PC, un módem de teléfono, y software para comunicar con distintas fuentes, mediante pago de suscripción. Pero no sirve el mismo software para todas las comunicaciones, las consultas se hacen de forma diferente en cada base de datos y para aprender hay que ir a cursos de especialización... Pero existen tecnologías que tratan de uniformar procesos simplificándolos, así han surgido MINITEL en Francia (desde 1974) y VIDEOTEX en otros países, lo que, en principio, suponía el uso de terminales baratos y de fácil uso, interactivos, económicos y fiables (78). Sin embargo, la popularidad en España ha sido reducida, no habiéndose alcanzado el gran público, siendo los usuarios de PC (provistos de tarjeta de comunicaciones) los que más lo utilizan.

Dentro de la red Ibertex (VIDEOTEX español) está el servicio AGRITEL (dedicado al sector agrícola) que ofrece, entre otras áreas de información, acceso al registro oficial de productos fitosanitarios (nombre del producto, casa comercial, distribuidor, materias activas, formulación, cultivos autorizados, etc...). También ofrece un programa para identificar malas hierbas en cereales de invierno (78). El Agritel español se desarrolla muy lentamente ya que cada región autónoma ha montado un servicio paralelo, a veces, en idiomas distintos. El servicio AGRITEL en Bélgica, que ofrecía el programa HERBI (información sobre herbicidas contra malezas específicas en cereales) ha durado sólo desde 1986 a 1989 (79). No obstante, los países en vías de desarrollo al instalar nuevos sistemas de telecomunicaciones pueden superar a países con sistemas más antiguos (80).

E-MAIL es el correo electrónico que está teniendo una gran popularidad entre los usuarios que disponen de PCs con modem. Es un sistema cómodo, una vez que se adquiere la costumbre de utilizarlo, y tendrá cada vez más importancia en el próximo futuro, ya que los menores de 30 años están especialmente acostumbrados a usar el ordenador. Pero lo más interesante de E-MAIL es que es la puerta de INTERNET.

INTERNET es la cadena informal que une por módem los ordenadores de todo el mundo. Tiene enormes posibilidades; de acceso a bases de datos, a programas tomados en préstamo ("shareware"), a información de todo tipo. Conectarse a la red mundial de redes que forman INTERNET puede costar unos 10 dolares mensuales, siendo gratis para las organizaciones gubernamentales, científicas o universitarias. Ofrece varios servicios: conexiones remotas, búsqueda y transferencia de ficheros, búsquedas por palabras en grandes bases de datos, participación en coloquios, acceso a redes de documentos en formato hipertexto (81). El acceso es aún lento y hay que dedicar bastante tiempo. Pero es un mundo informático que se abre también a los malherbólogos, especialmente a los más jóvenes (en USA la edad media de los usuarios de INTERNET es de 23 años). No en balde una de las primeras bases que se han hecho ha sido una bolsa de trabajo, Weedjobs (82), para especialistas en el control de las hierbas dañinas.

8. Referencias bibliográficas

01. HINTZLE J.L. 1989. NCSS, Number Cruncher Statistical System. 865 East 400 North. Kaysville, Utah 84037.
02. WILKINSON L. 1989. SYSTAT: The System for Statistics. Evanston, IL. Systat, Inc.
03. JANDEL SCIENTIFIC. 1994. SIGMASTAT, Statistical Software. Jandel Sci. Schimmelbuschstr. 25, D-40669 Ekrath.
04. FRAGA M.I., MARTINEZ-CORTIZAS A. 1993. PERFECO: Programa informático para el análisis del comportamiento de especies arvenses. Actas Congreso 1993 Soc. Española de Malherbología. Lugo 144-147.
05. ZEDAKER S.M., GREGOIRE T.G., MILLER J.H. 1993. Sample size needs for forestry herbicide trials. Canadian Journ. of Forest Research 23: 10, 2153-2158.
06. LEMIEUX C., CLOUTIER D.C., LEROUX G.D. 1992. Sampling quackgrass (*Elytrigia*

repens) populations. Weed Science 40: 4, 534-541.

07. CONZALEZ-ANDUJAR J.L. 1995 Uso de tecnologías de la información en la transferencia tecnológica. Boletín de la Soc. Española de Malherbología, no. 18, 27. Editor A. Taberner. R. Roure, 177 -25198 Lérida
09. VAN DE BAAN H.E., CUIJPERS T.A., VAN LENTEREN J.C., SABELIS M.W., 1991. PESTBASE: A relational database for the evaluation of alternatives for environmentally harmful pesticides. Danish Journal of Plant and Soil Science, Special Series Report. 85: S 2161, 57-62.
10. LORENZ R.J., LYM R.G. 1993. A chronology of leafy spurge research. Proc. Western Society of Weed Science, Seattle, Washington. Edited by LYM R., WWS, Newark, Cal. 46, 30-35.
11. GONZALEZ-ANDUJAR J.L., RODRIGUEZ J., NAVARRETE L. 1990. Development of a prototype expert system (SIEXMAL) for identification of weeds in cereals. Proc. EWRS Symposium Integrated Weed Management in Cereals. Helsinki 429-434.
12. BALLEGAARD T., HAAS H. 1990. WEEDEX, an expert system for the identification of weed seedlings. Dept. of Agricultural Meteorology, P.O. Box 25, 8830 Tjele, Denmark.
13. OLD R., DOBBINS R., HINE P., DALLIHAN R., NORTHAM F. 1991. WEEDS (Western Expert Educational Diagnostic System). Proc. Western Society of Weed Science, Seattle, Washington. Edited by LYM R., WWS, Newark, Cal. 44, 37-38.
14. FARMANIAN T.W., BARKWORTH M., LIV H. 1989. Trained and untrained individual's ability to identify morphological characters of immature grasses. Agronomy Journal, 18: 6, 918-922.
15. BREIV.V., POGORELYIV.V., OMETOV Y.S. 1991. Efficiency of mechanized establishment of sugar beet plantations. Soviet Agricultural Sciences, 12: 47-51. Weed Abstracts 043-00390.
16. CHAISATTAPAGON C., ZHANG N.Q. 1992. Identifying effective criteria for weed detection using a machine vision. Dept. of Agricultural Engineering, Kansas St. Univ., Manhattan, KS 66506-2906. USA.
17. EVERITT J., RICHESON J., ALANIZ M., ESCOBAR D. 1994. Light reflectance characteristics and remote sensing of big bend loco (*Astragalus mollisimus*) and wooton loco (*A. wootonii*). Weed Science 42: 1, 115-122.
18. PARDO A., SUSO M.L., ECHAVARRI F., LOMAS A. 1993. Discriminación entre pimiento (*Capsicum annuum* L.) y malas hierbas por medio de técnicas de reflectancia. Actas Congreso Soc. Española de Malherbología. Lugo. 268-271.
19. BENOIL D.L., DERKSEN D.A., PANNETON B. 1992. Innovative approaches to seed bank studies. Weed Science, 40: 4, 660-669.

20. CHEN C., CHIANG Y.P., POMERANZ Y. 1989. Image analysis and characterization of cereal grains with a laser range finder and camera contour extractor. *Cereal Chemistry*, 66: 6, 466-470.
21. THOMPSON J.F., STAFFORD J.V., AMBLER B. 1990. Weed detection in cereal crops. Dept. of Agricultural Engineering, Univ. of California, Davis, CA 95616. USA.
22. STAFFORD J.V., MILLER P.C.H. 1993. Spatially selective application of herbicide to cereal crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 9: 3, 217-229.
23. AMON H. 1994. R & D Project "Electronics in outdoor work". Results of the area of software and plant production. *Agricultural Engineering Abstracts*, 019-02929. CAB.
24. ESCOBAR D., EVERITT J., MAYEUX H. 1992. Aerial photography/computer aided counting technique for estimating tree-kill and ant mound densities. Remote Sensing Research Unit. Agriculture Res. Service, USDA. 2413 E. Highway 83, Weslaco, Tx. 78596-8344 USA.
25. EVERITT J., ESCOBAR D., ALANIZ M., VILLARREAL R., DAVIS M. 1992. Distinguishing brush and weeds on rangelands using video remote sensing. *Weed Technology* 6: 4, 913-921.
26. RICHARDSON B. 1993. Vegetation management practices in plantation forests of Australia and New Zealand. *Canadian Journal of Forest Research*, 23: 10, 1989-2005.
27. EVERITT J., ESCOBAR D., VILLARREAL R., ALANIZ M., DAVIS M. 1993. Canopy light reflectance and remote sensing of shin oak (*Quercus havardii*) and associate vegetation. *Weed Science* 41: 2, 291-297.
28. EVERITT J., ALANIZ M., ESCOBAR D., DAVIS M. 1992. Using remote sensing to distinguish common (*Isocoma coronopifolia*) and Drummond goldenweed (*I. drummondii*). *Weed Science*, 40: 4, 621-628.
29. KROPFF M.J., VAN LAAR H. (Editors) 1993. *Modelling Crop-Weed Interactions*. ISBN 0-85198-745-1. Wageningen Agricultural University. The Netherlands. 304 pp.
30. KROPFF M.J., LOTZ L.A.P. 1992. Systems approaches to quantify crop-weed interactions and their application in weed management. *Agricultural System* 40: 1-3.
31. LOTZ L.A.P. 1995. Results of the MSA-Joint experimentation programme. EWRS Group: Crop-Weed interactions. Workshop Report of Dijon Meeting.
32. FORCELLA F., BUHLER D., SWINTON S., KING R., GUNSOLUS J., MAXWELL B. 1993. Field evaluation of a bioeconomic weed management model for the corn belt, USA. 8th EWRS Symposim "Quantitative Approaches in Weed and Herbicide Research". Braunschweig, Vol. 2, 755-760.

33. ANDERSON J.L., BINGHAM G.E., HILL R.W. 1992. Effects of permanent cover crop competition on sour cherry tree evapotranspiration, growth and productivity. *Acta Horticulturae*, 313, 135-142.
34. VITTA J.I., FERNANDEZ-QUINTANILLA C. 1995. A dynamic model to predict weed-crop competition. EWRS Group: Crop-Weed interactions. Workshop Report of Dijon Meeting.
35. PARDO A., SUSO M.L., ZARAGOZA C., CALVO R., PEREZ S. 1990. Competition between weeds and direct seeded onion (*Allium cepa* L.) XXIII International Horticultural Congress. Tome 2, 3217. Firenze.
36. MEDINA J.A., ALONSO S., CAVERO J., ZARAGOZA C. 1994. Critical period of competition between weeds and transplanted or direct sown peppers. EWRS Mediterranean Symposium "Weed Control in Sustainable Agriculture". Perugia. 157-162.
37. BALL D., SHAFFER M.J. 1990. Computer simulation of light, water and nitrogen competition between corn and redroot pigweed. Proc. Western Society Weed Science, 74-76. Newark, Cal.
38. DONIGIAN A.S., CARSEL R.F. 1992. Developing computer simulation models for estimating risks of pesticide use: research vs. user needs. *Weed Technology*, 3, 677-682.
39. BEHL E. 1992. Computer models for fate assesment during the registration process: data needs. *Weed Technology* 6: 3, 696-700.
40. WILLIAMS J., RICHARDSON C., GRIGGS R. 1992. The weather factor: incorporating weather variance into computer simulation. *Weed Technology* 6: 3, 731-735.
41. BARRET M., WILLIAMS W. 1989. The impact of atrazine on ground water in the midwestern United States. Proc. 12th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, n° 2, 587-594. Taipei, Taiwan.
42. VAN VIERSEN W., HOOTSMANS M. 1990. Weed control strategies for *Potamogeton pectinatus* L. based on computer simulations. Proc. EWRS Symp. on Aquatic Weeds, Uppsala. 231-236.
43. YANG X.B., TEBEEST D.O. 1992. The stability of host-pathogen interactions of plant disease in relation to biological weed control. *Biological Control*, 2: 4, 266-271.
44. BLACKLOW W.M. 1992. Movement, persistence and activity of herbicides in soil: developments of a computer simulation model. Proc. 1st International Weed Control Congress. Vol. 2, 89-91. Melbourne.
45. LEFOL E., 1995. Risks of interspecific transfer of a gene from a transgenic oilseedrape. Ph.D.Thesis. Univ. Paris Sud. Abstract in EWRS. Newsletter n° 60, April, pág.: 8.

47. MAXWELL B.D. 1993. A bioeconomic model for determining long term economic optimum wild oat management strategies in barley. Proc. Western Society of Weed Science, Tucson, AZ. 46, 77-79. WSWS, Newark, Cal.
48. RYDAHL P. 1994. Adjustements of PC-Plant Protection. 11 Danish Plant Protection Conference on the side effect of herbicides. SP-Rapport, n° 6, 115-124.
49. PANETTA F.D., MITCHELL N.D. 1991. Bioclimate prediction of the potential distribution of some weed species prohibited entry to New Zealand. New Zealand Journal of Agric. Research. 34: 3, 341-350.
50. MEIJER B., KAMP J., 1991. Development and introduction of crop management systems. Danish Journal of Plant and Soil Science. Special Series Report, 85: 52161; 207-215.
51. BLAIR A., MARTIN T., WALKER A., WELCH S. 1989. Measurement and prediction of chlorsulfuron persistence in soil following autumn and spring application. Proc. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, Vol. 3, 1121-1126.
52. BAADRUP M., BALLEGAARD T. 1990. Advisory computer system for weed control. EWRS Symp. on Integrated Weed Management in Cereals. Helsinki, 443-450.
53. NEUBAUER W., SCHENK M., NORDWIG D. 1988. Possibilities and requirements of computer aided soil and crop management. Institut fur Kartofelforschung Adl., D-2551. Gross Lusewitz. Germany.
54. WOODRUFF D.R. 1992. WHEATMAN: A decision support system for wheat management in subtropical Australia. Australian Journal of Agricultural Research 43: 7, 1483-1499.
55. LYBECKER D., SCHWEIZER E., KING R. 1991. Weed management decisions in corn based on bioeconomic modeling. Weed Science 39: 1, 124-129.
56. EDWARDS-JONES G., MUMFORD J., NORTON G., TURNER R., PROCTOR G., MAY M. 1992. A decision support system to aid weed control in sugar beet. Computers and Electronics in Agriculture, 7: 1, 35-46.
57. LUDWIG J.A. 1990. SHRUBKILL: A decision support system for management burns in Australian savannas. Journal of Biogeography, 17: 4-5, 547-550.
58. NISHIMOTO R., KHAN M., GREEN R., SWADER F. 1991. Herbicides and water quality. Proc. 13th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, 1, 309-329. Taipei, Taiwan.
59. AL-KHATIB K., MINK G., REISENAUER G., PARKER R. 1993. Development of a biologically-based system for detection and tracking of airborne herbicides. Weed Technology 7: 2, 404-410.
60. GREEN J.M. 1991. Maximizing herbicide efficiency with mixtures and expert systems. Weed Technology 5: 4, 894-897.

61. FERRIS I.G., FRECKER T.C., HAIGH B.M., DURRANT S. 1992. HERBICIDE ADVISER: A decision support to optimize atrazine and chlorsulfuron activity and crop safety. Computers and Electronics in Agriculture.
62. DUNNE B., 1991. Ireland: Status of computer based advisory systems. Danish Journal of Plant and Soil Science. Special Series Report, 85: S 2161, 37-40.
63. RENNER K.A., BLACK J.R. 1991. SOYHERB: A computer program for soybean herbicide decision making. Agronomy Journal, 83: 5, 921-925.
64. PARSONS D.J. 1991. Plant and disease models for use in decision support programs for biocide application. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford MK45 4HS, UK.
66. MURALI N.S., SECHER B.J.M. 1991. Status on the computer based plant protection systems in Denmark. Research Center of Plant Protection. Dept. of Pest Managemet. Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby, Denmark.
67. GARVERT V., WAGNER J., KOCHS H.J., HEYLAND K.U., STEETS R. 1990. HERBEXPERT: A computer-aided system for individual herbicide recommendations in cereals. Weed Abstracts 039-0 2423. CAB.
68. GOODELL P., PLANT R., KERBY T., STRAND J., WILSON L., ZELINSKY L., YOUNG J., CORBETT A., HORROCKS R., VARGAS R. 1990. CALEX/COTTON: An integrated expert system for cotton production and management. California Agriculture, 44: 5, 18-21.
69. CUSSANS G.W., ROLPH J. 1990. HERBMAST: A herbicides selection system for winter wheat. Symposium EWRS on Integrated Weed Management in Cereals. Helsinki, 451-457.
70. PESTEMER W., GOTTESBUREN B., WANG K., WISCHNEWSKY M., ZHAO J. 1990. Possible applications of the expert system HERBASYS (Herbicide Advisory System). Weed Abstracts 039-02409. CAB.
71. DEL RE A., CAGNASSI G., ERRERA G. 1993. Advisory systems for weed control and reduced environmental impact. Sez. Vegetale. Istituto de Chimica Agraria ed Ambientale, Fac. di Agraria, UCSC, V. Emilia Parmense 84, I-29100 Piacenza.
72. OLMOS J.M., RECASENS J. 1995. WEED-ONE: Sistema multimedia de EAO para el aprendizaje en el reconocimiento visual de plántulas de malas hierbas. Congreso 1995 de la Soc. Esp. de Malherbología. Huesca (En prensa).
73. LONCHAMP J.F., BARRALIS G., GASQUEZ J., JAUZEIN P., KEURGUELEN N., LÉCLERCH J., MAILLET J. 1991. MALHERB: logiciel de reconnaissance des mauvaises herbes des cultures: approche botanique. Weed Research 31, 4, 237-245.

74. CARRASCAL M., FISHER J., ENGEL T. 1993. HYPP CD-ROM: Plant Protection Supported by Hypermedia. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application". Braunschweig, 2, 863-868.
75. WILSON J.P., INSKEEP W.P., RUNBRIGHT P.R., COOKSEY D. 1993.¹ Coupling geographic information systems and models for weed control and groundwater protection. *Weed Technology* 7:1, 255-264.
76. DOHI M., FUJIURA T., NAKAO S., IWAO T., KOMATSU M. 1993. Multi-purpose robot for vegetable production (Part. 1). Outline of robot and its application to weed control in hill space. *Journ. Japan. Soc. Agric. Machinery* 55: 6, 77-84.
77. HARLEY K.L.S., BOTTOMLEY W., SUTHERST R.W. 1993. The potential role of an expert system in the management of aquatic weeds in Africa. Control of Africa's floating water weeds. *Proceed. of Workshop.* (Edited by Greathead A., De Groot P.). 147-148 Harare, Zimbabwe. CAB International, Ascot, UK.
78. CALVO R., NUÑEZ BUTRAGUEÑO J.A. 1993. ¿Qué es el videotex?. Posibilidades de su uso en el sector agrario. *Hoja Divulgadora* nº 4/92 HD Ministerio de Agricultura P. y A., IRYDA, Madrid. 28 pp.
79. CARLETTI G., CLAUSTRIAUX J.J. 1991. Plant protection by videotex: life and death. *Danish Journ. of Plant and Soil Sci. Special Series Rep.* 85: 52161, 41-43.
80. NEGROPONTE N., 1995. Ordenadores para los pobres. *Tribuna del Diario El Mundo.* Serie Comunicación. Año VII, nº 230, pág. 5.
81. CAMPBELL R.A. 1995. WEEDJOBS, free service for listing weed science jobs. *EWRS Newsletter* nº 60, 4-6.
82. DIEZ J., YRALAGOITIA J. 1995. INTERNET: red de redes. *PCworld*, Enero, 128-139.

EFEITO E MANEJO DE *cyperus rotundus* (TIRIRICA) NA AGRICULTURA BRASILEIRA

ROBERTO A. AREVALO¹

EDNA I. BERTONCINI²

1. INTRODUÇÃO

No Brasil são cultivadas 33 espécies permanentes e 29 temporárias (em uma área total de 51.301.808 milhões de ha) - Tabela 1.

TABELA 1 - Principais espécies cultivadas no Brasil³

CULTURAS	ÁREA (ha)
Abacate	15.975
Abacaxi	36.460
Algodão arbóreo	376.586
Algodão herbáceo	1.495.023
Alho	18.824
Amendoim	89.420
Arroz	4.224.316
Aveia	274.166
Azeitona	10
Banana	497.990
Batata-doce	61.642
Batata inglesa	162.232
Borracha	44.971
Cacau	669.275
Café	2.777.492
Cana-de-açúcar	4.241.352
Caqui	4.062
Castanha-de-caju	645.950

As 6 principais culturas são: milho; soja; feijão ; cana-de-açúcar; arroz; trigo e café,

1. ESTAÇÃO EXPERIMENTAL "DR. JOSÉ VIZIOLI" DE PIRACICABA - IAC.

2. PÓS-GRADUAÇÃO ESALQ-USP - PIRACICABA - SP.

3. ANUARIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. 1993 - Adaptado.

Cebola	77.182
Centeio	5.242
Cevada	97.693
Chá-da-Índia	5.535
Côco-da-Bahia	231.960
Dendê	69.316
Erva-mate	10.226
Ervilha	2.584
Fava	112.492
Feijão	5.679.728
Figo	3.051
Fumo	287.330
Goiaba	7.640
Guaraná	7.400
Juta	3.366
Laranja	984.982
Limão	40.312
Linho	6.941
Maçã	25.794
Malva	14.878
Mamão	18.503
Mamona	245.688
Mandioca	1.968.801
Manga	47.261
Maracujá	30.897
Marmelo	1.875
Melancia	71.956
Melão	9.645
Milho	13.580.647
Noz	7.951
Pêra	2.207
Pêssego	19.236
Rami	5.559
Soja	9.667.626
Sorgo-gramífero	188.958
Tomate	61.039
Trigo	2.064.561
TOTAL	51.301.808

em ordem decrescente.

GARCIA & AREVALO (1986) estimam que 50% dos solos agrícolas do Brasil estão infestados com CYPRO ou seja ao redor de 25.000.000 de hectares.

LORENZI (1991) informou que CYPRO é a matospecie mais difundida no território brasileiro, só estando ausente nos Estados do Amapá e Roraima (Figura 1).

No Brasil infesta praticamente todos os habitat, nas diversas classes de solos, climas e culturas.

Como exemplo podemos citar a Fazenda Experimental Santa Rita (EPAMIG - MG) onde a matospecie citada está presente em várzeas, acompanhando outras 80 matospecies de 21 outras famílias. (MASCARENHAS, *et al.*, 1988). Em Piracicaba - SP, acompanha 50 matospecies de maior ocorrência (DARIO & DARIO, 1988).

No Estado de São Paulo, em várzeas de 6 regiões foi realizado um estudo da matoflora típica, indicando CYPRO como uma das matospecies perenes mais agressivas (ARANHA, *et al.*, 1980).

LORENZI (*op. cit.*) considera esta matospecie problema de segurança nacional, devido à sua agressividade, pelo manejo problemático e de difícil e onerosa erradicação.

Afeta culturas pela competição por fatores ecofisiológicos essenciais, como a água, luz e nutrientes quando estes são escassos no ambiente.

Afeta também as culturas pelos efeitos alelopáticos, causado por compostos aleloquímicos que inibem o crescimento das plantas.

De acordo com RAMIREZ & BENDIX (1982) CYPRO é hospedeiro de 26 espécies de artrópodos e 22 espécies de nematóides parasitos de culturas.

De acordo com HOLM *et al.*, (1977) é também hospedeiro de agentes fitopatogênicos como *Fusarium sp.*; *Puccinia canalicula* (Schw.) Lagh. e o vírus do mosaico de abacá (bananeira têxtil).

O presente trabalho informa sobre os efeitos e o manejo de CYPRO na agricultura brasileira.

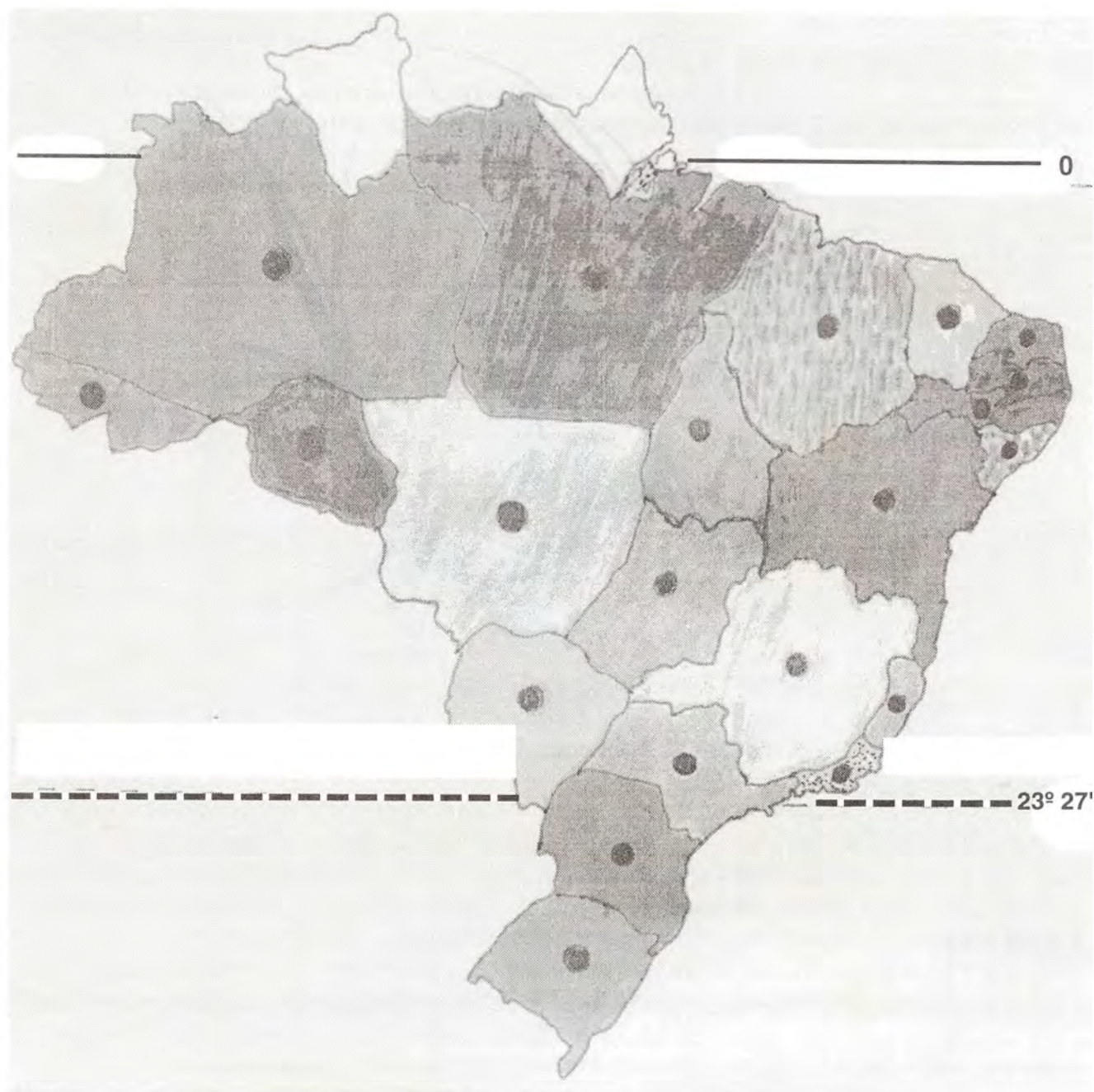


Figura 1 - Distribuição de CYPRO no Brasil (segundo Lorenzi, 1991. Com autorização escrita do autor).

2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

A planta de CYPRO tem as seguintes características morfológicas (Figura 2). Normalmente é possível encontrar ligada a planta mãe uma ou mais plantas filhas. Isto é denominado de complexo de plantas.

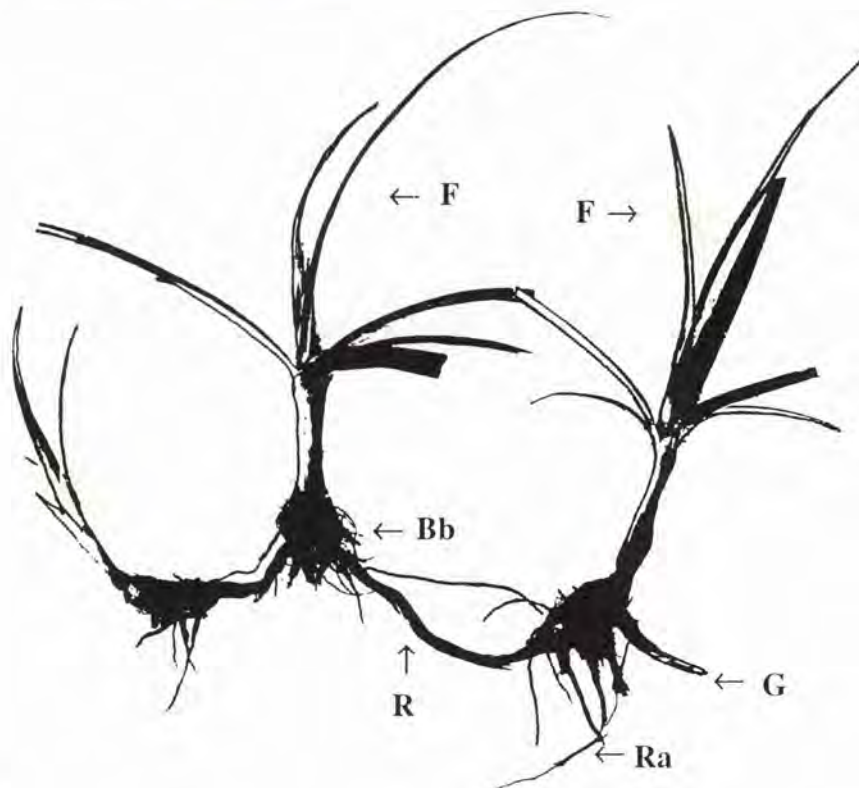


Figura 2 - Aspecto morfológico de um complexo de plantas de CYPRO, cujas partes morfológicas são: Bb-bulbo basal; R-rizoma; Ra-raízes adventícias; G-gema e F-filodiol (AREVALO & BERTONCINI, 1995).

2.1. PLANTA

Planta perene herbácea de 10 - 60 cm de altura. Em habitat excessivamente úmido e fértil podem atingir até 100 cm de altura. Na Índia, onde é seu centro de origem, atinge 1,0 m de altura.

Planta ereta, com aspecto poaciforme, folhagem verde escura e brilhante, devido a cerosidade da cutícula. Com filódios de filotaxis 3-tica. A planta adulta possui escapo floral e inflorescência em antela.

As unidades da antela são as espiguetas, de 15 - 20 por inflorescência. As unidades das espiguetas são as flores, em número de 5 - 60 por espiguetas. As flores não possuem perianto (cálice e corola), em seu lugar existem 2 glumas. Estas com 7 - 9 nervuras, sendo o dorso 3-nervado, verde na parte média e castanho-avermelhado lateralmente e com margem branco hialino.

2.2. FLOR

Flor hermafrodita, sendo o androceu constituído de 3 estames. Gineceu 3-carpelar. Ovário súpero, ortotrópico. Placentação axilar. Óvulo anatrópico, ereto. A parte superior do estilo, juntamente com o estigma 3-fido, lanceolado, sinuoso e cor violeta.

2.3. FRUTO

Fruto aquênio, 3-gano, oblongo, ovóide, brevemente apiculado.

A superfície externa do aquênio é finamente reticulada. Externamente de cor marrom grisalho ou verde oliva e pericarpo duro.

O tamanho do fruto é de 1,1 - 1,5 mm de comprimento X 0,5 - 0,7 mm de largura (Figura 3).



FIGURA 3 - Aspecto geral do fruto de CYPRO

2.4. SEMENTE

Semente albuminada ou com tecido de reserva, denominado albume. De acordo com CREW por sua semelhança com a clara de ovo. Mas o termo endosperma possui um sentido mais anatômico, do grego "endon", dentro e Gr. "sperma", semente (QUER, 1953).

De acordo com esta denominação é semente com endosperma.

Em anatomia é denominado de endosperma, ao tecido de reserva, sobrando do alimento ao embrião quando este atinge o estado adulto.

O endosperma contém uma capa periférica oleaginosa e tecido amiláceo para alimento do embrião. Na base do endosperma está o embrião lenticular, globoso ou ovóide que dará origem a plântula procedente de reprodução sexuada.

3. REPRODUÇÃO E MULTIPLICAÇÃO

As plantas de CYPRO se reproduzem e se multiplicam.

Reproduzir é termo clássico, do prefixo "re", repetição e do latim "productio - onis", produzir. Significa voltar a produzir um novo ser.

Na reprodução há renovação pela produção de um novo organismo, através da recombinação genética.

Na multiplicação o organismo não se renova. O termo latino "multiplicatio - onis" significa multiplicar sem o auxílio do sexo.

As plantas de CYPRO reproduzem-se sexualmente e multiplicam-se por bulbos basais, tubérculos, rizomas e perfilhos.

Os termos bulbos basais e tubérculos tem a mesma origem morfo-fisiológica da gema apical do rizoma (a única gema que possui o rizoma de CYPRO).

Atualmente existe controvérsia na literatura sobre a reprodução sexuada de CYPRO.

LEINHER *et al.*, 1982; HAMMERTON & ANDERSON, 1974 informam que a reprodução de CYPRO é de pouca importância ou desconhecida no mundo.

HOLM *et al.*, 1977 em sua excelente revisão mundial de CYPRO, conclui que a reprodução sexuada é menos de 5%.

Também informa HOLM, *et al.* (*op. cit.*) que a semente armazenada por mais de 7 - 12 anos ou escarificada com $[H_2SO_4]$ por 15 min quebra a dormência.

AREVALO & BERTONCINI (1995) obtiveram 50 - 70% de germinação com sementes de CYPRO, com ecotipo Piracicaba, com uma semana após colhidas e tratadas com $[H_2SO_4]$ por 15 min.

4. EFEITOS NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Como consequência da convivência de populações de CYPRO com as culturas, existe uma resposta diferencial bem marcada que traduz-se em perdas do rendimento potencial da cultura.

As plantas de CYPRO além de atuarem no sistema como competidoras dos fatores escassos (matocompetição), apresentam efeitos alelopáticos, ou sejam, excretam compostos que podem prejudicar a germinação e o desenvolvimento de outras culturas de interesse econômico.

Na prática é difícil a separação de efeitos alelopáticos e efeitos devido à matocompetição.

Esses efeitos são descritos em seguida.

4.1. Alelopatia

Mais propriamente matoalelopatia, são os efeitos alelopáticos provocados por matos, neste caso por CYPRO.

O termo alelopatia foi usado primeiramente pelo fisiologista alemão MOLISCH (1937) e significa do grego "alelos", semelhante, igual + Gr. "pathos", sofrimento. Designa o fenômeno de inibição da germinação ou brotação dos disseminulos da planta mãe, pela exudação de compostos orgânicos excretados pelas plantas de CYPRO.

De acordo com o conceito de MOLISCH (*op. cit.*) a alelopatia, abrange todo e qualquer interação bioquímica entre plantas e microrganismos, incluindo efeitos estimulantes ou inibitórios, embora alelopatia signifique inibição. RICE (1974, 1984) compartilha deste ponto de vista.

Na realidade, é difícil separar alelopatia de competição, pois alelopatia é um caráter de fitoagressividade que possui CYPRO e outras matospecies, que permitem maior

eficiência na matocompetição.

O conceito de alelopatia nas plantas é muito antiga. Já DEMOCRITO (500 AC) observou este fenômeno, na Grécia. Posteriormente, THEOPHRASTUS (300 a.C) confirmou estas observações. PLINIUS SEGUNDO (1 d.C) reportou que *Hordeum vulgare* (cevada); *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) e *Vicida ervilia* (ervilhaca) semeadas em campos de milho sofrem queimaduras.

Plantas de noz, *Juglans regia*, exalam compostos que provocam dor de cabeça no homem e injúrias às plantas vizinhas. Plantas de *Pinus*, também matam Poaceas (Plinius, **op. cit.**, citado por RICE, 1984). Outros autores também são citados por RICE, **op. cit.**

A matospécie CYPRO possui uma forte fitoagressividade alelopática, inibindo o crescimento de várias culturas, como: tomate (CASTRO, **et al.**, 1983); *Pennisetum tryphoides* var S530; *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Nº 1; *Sorghum vulgare* var. J.S.163; *Zea mays* L. Híbrido Ganga 101; *Phaseolus mungo* var 1-1; *Gossypium hirsutum* H-14; *Oryza sativa* L.; *Sesamum indicum* L.; *Crotalaria juncea* L. e *Arachis hypogaea* L. (SING, 1967).

Na cana-de-açúcar ocorre resposta diferencial dos cultivares, aos efeitos alelopáticos de CYPRO. Em experimento com dois cultivares de cana NA 56-79 e L 60-25, irrigado com extrato aquoso de 50 g.L⁻¹ de disseminulos de CYPRO, em água destilada obteve-se aos 30 dias, 5% de brotação no cv. NA 56-79 e 28% no cv. L 60-25, respectivamente.

Também em cana-de-açúcar, LORENZI (1983), informou que o número de perfilhos de cana é reduzido em até 30% pela ação alelopática de CYPRO (Tabela 2).

Tabela 2 - Efeito de CYPRO no perfilhamento da cana, na usina São Luiz*

TRATAMENTOS	PLANTAS DE CANA POR 10 M DE SULCO	
	NA 56-79	SP 71-799
	(nº)	(nº)
Infestado de CYPRO	117b	43 a
Desinfestado de CYPRO	155a	62 a
Redução	25	31

(*) LORENZI, H. 1983.

Tabela 3 - Efeito de CYPRO no perfilhamento da cana-de açúcar de SP 70-1143, na usina Porto Feliz.

TRATAMENTOS	PLANTAS DE CANA POR 10 M DE SULCO	
	(nº)	
Infestado com CYPRO	102b	
Desinfestado de CYPRO	155a	
Redução	34	

(*) LORENZI, H., 1983.

Nos dois locais e nos 3 cultivares há uma redução de 30% no número de perfilhos.

A emergência da brotação da cana-de-açúcar é afetada significativamente a partir de 1,0 Kg de disseminulos de CYPRO m⁻². BACCHI *et al.* (1984) informam que a brotação é afetada a partir de 1,0 Kg m⁻² de bulbos basais.

A presença de populações de CYPRO quando tem densidades superiores a 500 plantas m⁻² não permitem o crescimento de outras matospecies, pois excretam altas concentrações de aleloquímicos, que inibem o crescimento.

Porém a presença de algumas espécies da família *fabaceae* inibem o crescimento de populações de CYPRO.

Canavalia ensiformis D.C. (feijão-de-porco) inibe o crescimento de plantas de CYPRO (NEME, 1960; NEME *et al.*, 1954), fato este também confirmado por MAGALHÃES & FRANCO (1962).

LORENZI (1984, 1988) informa que *Mucuna aterrima* Merr. (mucuna-preta); *Canavalia ensiformis* D.C.; *Glycine max* (L.) Merrill (soja) e *Arachis hypogaea* L. inibem populações de CYPRO e limpam os solos infestados.

4.2. Competição

A competição é definida como a ação simultânea das fitoagressividades de dois ou mais fitotoxons, no sentido da conservação da espécie de cada um deles, quando os recursos do habitat são insuficientes para prover a todos (CAMARGO & AREVALO, 1995).

O objetivo biológico da fitocompetição é a sobrevivência dos taxons, que confrontam suas bioagressividades para manter a descendência da população estável, e não a simples retirada física de recursos ecofisiológico do habitat, exclusivamente para a sobrevivência dos competidores, individualmente como expressara CLEMENT *et al.*, (1929).

Na matoconvivência com as populações das culturas, normalmente as matospecies estão melhor preparadas que as culturas, por sua matoagressividade natural; pois a seleção de novos cultivares desenvolvidos em um ambiente artificial, as culturas perdem sua fitoagressividade.

As plantas de CYPRO apresentam uma fitoagressividade maior que a maioria das culturas e em convivência com as culturas ocasionam perdas no rendimento potencial das mesmas (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeitos causados pela convivência de população de CYPPO com as culturas*

CULTURAS	PERDAS	AUTORES
	(%)	
Algodão herbáceo cv. IAC 17	48,6 - 80,0	BLANCO et al, 1986
Alho cv Mineiro	89,0 - 100,0	WILLIAM & WARREN, 1975; MASCARENHA, 1982
Arroz de Sequeiro	96,0	BURGA & TOZANI, 1980
Cana-de açúcar cvs 56-795 SP 71-799 e SP 70-443	25,0 - 31,0	LORENZI, 1991, 1983
Cenoura cv Kuroda	39,0	WILLIAM & WARREN, 1975
Cenoura cv Nante	50,0	WILLIAM & WARREN, 1975
Couve-flor cv Botrytes	21,0	TERÃO et al. 1981
Feijão (agua, seca)	50,0 - 80,0	WILLIAM, 1973
Feijão vagens cv Top crop	41,0	WILLIAM & WARREN, 1975
Quiabo cv UFV 1152	62,0	WILLIAM & WARREN, 1975
Pepino cv Aodai	43,0	WILLIAM & WARREN, 1975
Repolho Var. capitata cv louco	35,0	WILLIAM & WARREN, 1975
Tomate cv. Santa Rita	53,0	WILLIAM & WARREN, 1975

(*) AREVALO, R.A. & BERTONCINI, E.L. 1995.

Observa-se um comportamento diferenciado na convivência de CYPPO, com diferentes culturas. Sendo as mais susceptíveis alho, algodão, arroz e feijão de sequeiro. As culturas mais tolerantes foram cana-de-açúcar, couve-flor; cenoura cv. Kuroda, feijão-vagem, pepino e repolho.

5. MANEJO

Matospécie de manejo problemático e oneroso (AREVALO & BERTONCINI, 1995). No manejo de CYPPO na agricultura brasileira, é necessário considerar os diversos métodos de controle conhecidos como uma unidade funcional, para evitar perdas econômicas na cultura (AREVALO, 1992).

O manejo de CYPPO é uma estratégia no sistema de produção sustentável (AKUBUNDU, 1998).

- f) resíduos de colheita;
- g) animais;
- h) água de chuva, irrigação e vinhaça;
- i) mudas de plantas procedentes de locais infestados com CYPPO;
- j) redistribuição no campo de resíduos industriais, como bagaço, torta de filtro, etc. depositados em locais infestados com CYPPO;

Todos estes agentes disseminatórios contribuíram para que CYPPO infestem hoje 100 países que produzem cana-de-açúcar (AREVALO & BERTONCINI, *op. cit.*).

5.2. Método de matocontrole Cultural (C)

O matocontrole cultural aproveita as características da própria cultura tornando-a mais agressiva à convivência com CYPPO.

Como as populações de CYPPO são sensíveis à sombra (Tabela 5), culturas que "fecham" rápido as entrelinhas, em alta densidade, que não permitem a entrada de luz no solo, são apropriadas para ser cultivadas em solos infestados.

Tabela 5 - Efeitos do sombreamento na produção de tubérculos de CYPPO, produzidos aos 139 dias a partir de um tubérculo original*

SOMBRA	TUBÉRCULOS
(%)	(nº)
0	101,5a**
44	78,5b
55	82,3b
62	77,5,b
67	80,6b
80	60,4c
87	40,4d
90	14,5e
100	0,0f

(*)SENDOYA, F.G. & DOLL, J. 1976 (com autorização escrita do CIAT.

(**) Os números com a mesma letra não são significativos (DUNCAN, 5%).

Consegue-se sombreamento rápido quando:

1) semeados espécies e cultivares apropriados à infestação de CYPPO, como: soja, amendoim, feijão-de-porco, mucuna-preta, *Crotalaria juncea* e cana-de-açúcar cvs. CB 41-76; RB 78-5148, etc;

2) semeados espécies e cultivares adaptados às condições agro-ecológicas, de acordo com zoneamento ecológico local;

- 3) cultivam-se espécies e cultivares de rápido crescimento e eficiente sombreamento;
- 4) realizam-se práticas culturais apropriadas e oportunas;
- 5) plantio de acordo com a dinâmica da população de CYPPO. Planta-se quando o solo apresenta a mínima população de CYPPO;

- 6) densidade de plantio adequada para a cultura, na linha e entrelinha.

Por exemplo, em cana-de-açúcar é recomendado 1,0 - 1,4 m entrelinhas e densidade mínima de 2 - 4 toceiras m⁻²;

- 7) em irrigado por inundação utilizar-se malhas nos canais para evitar dispersão de disseminulos de CYPPO;

- 8) ocorre rotação de culturas com **Fabaceae**, se a cultura não for desta família. Em caso afirmativo, rotação com espécies da família **Poaceae**.

5.3. Método de matocontrole mecânico (M)

O método de matocontrole mecânico de CYPPO é realizado com arado e grade, aplicado na época fria e seca, para eliminar os disseminulos por desidratação (Tabela 6).

A aração e gradeação deve ser realizada semanalmente para expor os disseminulos às intempéries.

Tabela 6 - Efeito da exposição ao sol sobre viabilidade de tuberculos de CYPPO*

EXPOSIÇÃO AO SOL	VIABILIDADE
(DIAS)	(%)
0	100
4	56
7	7
13	6
20	0

(*) LEIHNER, D.E., 1979 (com autorização escrita do CIAT).

Existe concordância na literatura, que os disseminulos de CYPPO morrem, quando o conteúdo de umidade dos mesmos cai abaixo de 15%. Isto acontece com 7 - 14 dias de exposição ao sol (HOLM, **et al.**, **op. cit.**).

O laboreo do solo deverá ser repetido por 3 - 5 vezes para reduzir significativamente a população potencial de disseminulos (AREVALO, 1992).

Similares tratamentos podem ser aplicados para exposição ao frio, expondo os disseminulos semanalmente na superfície do solo.

UEKI (1969) em Japão submeteu a -2°C tubérculos de CYPPO e nenhum sobreviveu mais de 2 horas. Nos Estados Unidos, SMITH & FICK (1937) trataram tubérculos de CYPPO a -4°C por 8 horas e todos perderam a viabilidade.

5.4. Método de matocontrole químico (Q)

Uma ampla revisão sobre o controle químico de CYPPO em cana-de-açúcar foi realizado por AREVALO & BERTONCINI (1995).

O primeiro herbicida não seletivo para o manejo de CYPPO foi o Brometo de metila, descoberto por GUBIL (1932).

O brometo de metila é um esterilizante de solo, que mata CYPPO e outros organismos prejudiciais e benéficos (KLINGMAN, 1961).

O brometo de metila é utilizado nos países onde ainda não é proibido, em hortaliças, em canteiros destinados a sementes sexuais de cana-de-açúcar, viveiros de florestas, frutas e ornamentais.

Atualmente seu uso é proibido em países desenvolvidos, por ser altamente tóxico, de difícil manejo e altamente oneroso para ser aplicado em áreas extensas.

No tratamento de canteiro, o mesmo é preparado e coberto com uma lona plástica por 48 horas, sob a qual é aplicado o herbicida, e após este período pode ser semeada a cultura.

BLANCO (1988) aplicou brometo de metila 30 e 50 cm³ m⁻² de produto comercial 3,97 g L a 20°C em solo infestado com CYPPO. Após 7 dias semeou-se tomate cv. Angela Gigante I-5100.

Aos 90 dias foi determinado 100% de morte de disseminulos de CYPPO e não foi afetada a germinação e o crescimento do tomate.

No mundo, os estudos mais intensivos do controle de CYPPO foram realizados por PARKER *et al.* (1969), em Oxford, Inglaterra. Em 10 anos de pesquisa foram experimentados 174 herbicidas em 50 experimentos.

Os resultados desses estudos permitem afirmar que brometo de metila liquefeito sob pressão, aplicado ao solo erradica CYPPO.

Herbicidas do grupo da uréia, uracilas e triazinas em altas doses, realizam um controle persistente de CYPPO, mas os resíduos no solo podem injuriar as culturas e inutilizar o solo por longos períodos (AREVALO & BERTONCINI, 1995).

Em Citrus, é utilizado bromacila (bromacil) só ou misturado com diurona (diuron) em doses de 3 - 5,5 Kg ha⁻¹ (KLINGMAN & ASHTON, 1975).

AREVALO (1976) obteve bom controle de CYPPO em cana-de-açúcar por 50 dias com 2,4-D 632 g + Paraquat 400 g i.a. ha⁻¹ + surfactante não iônico 0,1%, aplicados em pós-emergência em plantas de 20 - 30 dias de idade, em pré-escuridão imediata. Este tratamento aplicado à luz, à população de CYPPO recupera-se após 20 dias.

Na cultura da cana-de-açúcar são registrados no Brasil 50 ingredientes ativos de herbicidas (AREVALO & BERTONCINI, *op. cit.*). Somente paraquat, glifosato, EPTC, 2,4-D conseguem controle relativo de CYPPO.

No meio local (São Paulo), para o manejo de CYPPO em cana-de-açúcar recomenda-se realizar aração e gradeações periódicas (15 - 30 dias), LORENZI (1986); de 7 dias (AREVALO & BERTONCINI, 1995) e HOLM, *et al.* (*op. cit.*) consideram necessário 5 - 10 dias de exposição ao sol. Os disseminulos morrem quando perdem mais de 75% de umidade.

O método mecânico do manejo de CYPPO deve ser complementado com o método químico.

Usa-se o método mecânico no período seco ou frio (com geadas) 2 - 5 passadas, complementadas de grade + arado, com o método químico aplicado na época úmida e quente (LORENZI, 1986; DURIGAN, 1991).

Entre os herbicidas mais utilizados merecem citar-se EPTC (720 CE) nas doses de 3,0 - 7,0 Kg i.a. ha⁻¹ incorporado ao solo em pré-plantio.

O herbicida EPTC é recomendado para culturas de cana-de-açúcar 5,0 - 7,0 Kg i.a.; alfafa 3,2 Kg i.a.; batata 3,6 Kg i.a.; feijão 3,6 Kg i.a. ha⁻¹.

Eficiente controle de CYPPO com EPTC 5,65 - 7,20 Kg i.a. ha⁻¹ obteve CRUZ *et al.*, (1988). LACA BUENDIA & LARA (1988) determinaram (EPAMIG - MG) controle ineficiente de CYPPO com o herbicida citado, aos 60 dias.

O herbicida EPTC inibe a brotação dos disseminulos por 30 - 60 dias após a aplicação, variando com as condições ambientais reinantes (RINCON & WARREN, 1978).

Um herbicida do grupo das Imidazolinonas, o Imazapira, (imazapyr) foi recomendado pela Companhia Cyanamida, em pré-plantio da cana-de-açúcar aplicado em pós-emergência das plantas de CYPPO. A cultura da cana só pode ser implantada 60 dias após aplicar o herbicida, para evitar injúrias às plantas.

Tratamentos de pós-emergência em plantas adultas de CYPPO podem ser realizadas, também, com glifosato 1,0 - 1,5 Kg i.a. ha⁻¹, aplicados em solos sem culturas, pois este é um produto altamente fitotóxico.

Nas Usinas de Salta e Jujuy (Argentina), estão sendo aplicadas doses de glifosato em CYPPO, em pós-emergência, na cultura da cana-de-açúcar quando esta atinge 0,5 m de altura (Folha + 1 KUIJPER, 1915).

A aplicação mecanizada de glifosato é realizada com máquina autopropelida, denominada popularmente de "aranha". Esta máquina realiza um eficiente trabalho, sem injuriar a cultura (AREVALO, 1992).

Os tratamentos com glifosato requerem ser repetidos 2 a 3 vezes, e não tem efeito residual, pois o solo o inativa pela adsorção coloidal (AREVALO, 1979).

6. AVALIAÇÃO DE NOVOS HERBICIDAS PARA O MANEJO DE CYPPO

Nos últimos 10 anos a indústria química sintetizou alguns novos produtos da Sulfonil-uréias (Nicosulfuron; Halosulfuron; Flazasulfuron); Metansulfonamida (Sulfentrazone) e Imidazolinona (Imazapyr) etc. para o controle de CYPPO em cana-de-açúcar, milho, soja.

Estes novos produtos, encontram-se em estágios experimentais, fase de registros e até registrados, como o Halosulfuron da Monsanto.

No programa Cana do Instituto Agrônomo de Campinas, estão sendo estudados os herbicidas Halosulfuron (Sempra) e o Sulfentrazone (Boral 500 SC) da Companhia FMC.

Ambos estão sendo estudados no controle de CYPPO e na seletividade nas principais cultivares de cana-de-açúcar.

O herbicida Sempra há 2 meses que entrou no programa, e o herbicida Boral 500 SC, tem sido estudado nos últimos 3 anos.

Quanto ao controle de CYPPO, Boral é um excelente herbicida e altamente seletivo para a cultura da cana-de-açúcar (Tabela 7).

TABELA 7 - Cultivares de cana-de-açúcar tratados com sulfentrazone, sintomas de injúria*. Média de 4 repetições.

TRATAMENTOS	DOSES (L ha ⁻¹)	CULTIVARES	INJÚRIA DIAS	
			30	60
TESTEMUNHA	-	IAC 82-3092	0	0
BORAL 500 SC	1,6	IAC 82-3092	0	0
TESTEMUNHA	-	IAC 77-192	0	0
BORAL 500 SC	1,6	IAC 77-192	0	0
TESTEMUNHA	-	IAC 83-4583	0	0
BORAL 500 SC	1,6	IAC 83-4583	0	0
TESTEMUNHA	-	IAC 83-4551	0	0
BORAL 500 SC	1,6	IAC 83-4551	0	0
TESTEMUNHA	-	IAC 82-3258	0	0
BORAL 500 SC	1,6	IAC 82-3258	0	0
TESTEMUNHA	-	IAC 83-4157	0	0
BORAL 500 SC	1,6	IAC 83-4157	0	0
TESTEMUNHA	-	IAC 82-2045	0	0
BORAL 500 SC	1,6	IAC 82-2045	0	0
TESTEMUNHA	-	IAC 77-51	0	0
BORAL 500 SC	1,6	IAC 77-51	0	0
TESTEMUNHA	-	SP 70-1078	0	0
BORAL 500 SC	1,6	SP 70-1078	0	0

(*) Segundo escala de FRANS **et al.**, 1986.

Como pode ser observado na Tabela 7 nenhum sintoma de injúria foi registrado 30 e 60 dias após de tratar com herbicida BORAL 500 SC, quando aplicado 04/05/95 nas folhas da cana.

Para avaliar sintomas de injúria, qualitativamente, foi utilizado a escala de FRANS, **et al.**, 1986 (Tabela 8).

Tabela 8- Escala de 0 a 100 para avaliar qualitativamente sintomas de injúrias nas plantas*

ESCALA	EFEITOS	INJÚRIAS
0	nenhum	nenhuma
10	leve	descoloração
20	leve	alguma descoloração
30	leve	mais monunciada porém não permanente
40	moderado	geralmente recupera-se
50	moderado	duradoura, recuperação lenta
60	moderado	permanente, não recuperável
70	severo	grandes perdas na densidade
80	severo	quase destruída
90	severo	sobrevivem algumas plantas
100	total	morte total da cultura

(*) FRANS, R. ; TALBERT, R. ; MARX, D. & CROWLEY, H., 1986

A seletividade na cultura foi também determinada na medição do crescimento (Tabela 9).

Tabela 9 - Efeitos no crescimento (em altura, m), de três doses de Boral 500 SC. Média de 10 colmos, aos 60 dias, de 5 cultivares de cana-de-açúcar.

TRATAMENTOS	DOSES (L ha ⁻¹)	CULTIVARES	ALTURA, N(m)
BORAL 500SC	1,6	IAC 67-112	0,120
BORAL 500 SC	3,2	IAC 67-112	0,110
BORAL 500 SC	4,8	IAC 67-112	0,116
TESTEMUNHA	-	IAC 67-112	0,083
BORAL 500 SC	1,6	RB 72-454	0,115
BORAL 500 SC	3,2	RB 72-454	0,122
BORAL 500 SC	4,8	RB 72-454	0,108
TESTEMUNHA	-	RB 72-454	0,103
BORAL 500 SC	1,6	RB 76-5418	0,128
BORAL 500 SC	3,2	RB76-5418	0,146
BORAL 500 SC	4,8	RB 76-5418	0,140
TESTEMUNHA	-	RB 76-5418	0,116
BORAL 500 SC	1,6	RB 78-5148	0,134
BORAL 500 SC	3,2	RB 78-5148	0,141
BORAL 500 SC	4,8	RB 78-5148	0,131
TESTEMUNHA	-	RB 78-5148	0,123
BORAL 500 SC	1,6	SP 70-1143	0,116
BORAL 500 SC	3,2	SP 70-1143	0,137
BORAL 500 SC	4,8	SP 70-1143	0,099
TESTEMUNHA	-	SP 70-1143	0,099

(*) AREVALO, R.1. & BERTONCINI, E. I., 1995

A máxima prova de seletividade foi obtida quando o herbicida foi aplicado molhando-se os toletes de 4 cultivares de cana (Tabela 10). Nenhum cultivar mostrou sintomas de injúria e o número de plântulas emergidas foram normais.

Tabela 10- Efeito de três doses de Boral 500 SC, aplicado nos toletes na brotação de 4 cultivares decana-de-açúcar. Média de 10 repetições*

TRATAMENTOS	DOSES	CULTIVARES	PLÂNTULAS
	L ha ⁻¹		Nº
BORAL 500 SC	1,2	IAC 67-112	7
BORAL 500 SC	1,2	RB 76-5418	7
BORAL 500 SC	1,2	RB 78-5148	9
BORAL 500 SC	1,2	RB 72-454	7
BORAL 500 SC	2,4	IAC 67-112	9
BORAL 500 SC	2,4	RB 76-5418	10
BORAL 500 SC	2,4	RB 78-5148	7
BORAL 500 SC	2,4	RB 72-454	7
BORAL 500 SC	3,6	IAC 67-112	8
BORAL 500 SC	3,6	RB 76-5418	6
BORAL 500 SC	3,6	RB 78-5148	7
BORAL 500 SC	3,6	RB 72-454	8
TESTEMUNHA	-	IAC 67-112	6
TESTEMUNHA	-	RB 76-5418	5
TESTEMUNHA	-	RB 78-5148	8
TESTEMUNHA	-	RB 72-454	7

(*) AREVALO, R.A. & BERTONCINI, E.I. 1995.

Na cultura da cana não afeta a produção de cana; pol %; Brix; porcentagem de fibra (ORSI JUNIOR, 1995).

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARANHA, C.; LEITÃO FILHO, H.F.; PIO, R.M. 1980. Plantas invasoras de várzeas no Estado de São Paulo. Planta Daninha, Campinas, SP. 3: 85-5.

- AKUBUNDU, I.O. 1988. Weed Science in the tropics. Principles and practices. Chechester. John Wiley. 521p.
- AREVALO, R.A. & BERTONCINI, E.I. 1995 Biologia, manejo e evolução de *Cyperus rotundus* em *Saccharum* spp. (cana-de-açúcar). In: SEMINÁRIO TÉCNICO DE TIRIRICA (*Cyperus rotundus*), 1., Brasília - DF. Anais (no prêlo).
- AREVALO, R.A. 1992. Manejo de matospécies (malezas) em *Saccharum* spp. (Cana-de-açúcar) en el mundo. Evolución, situacion actual y perspectivas. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL MANEJO DE LA MALEZA: SITUACION ACTUAL Y PESPETIVAS, 1., Chapingo - México. Universidad Autónoma Chapingo. Memoria p. 1-87.
- AREVALO, R.A. 1979. Herbicida glifosato N-(fosfometil) glicina para cana-de-açúcar. In: REUNIÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS MONSANTO., Campinas - SP. 17 de agosto. Palestra. 17p.
- AREVALO, R.A. 1976. Evaluación de los avances en los estudios de matologia de la caña de azúcar en la Republica Argentina. Miscelania Faz-UNT (56). 35p.
- BACCHI, O.O.S.; ROLIM, J.C. & CHRISTOFFOLETI, P.J. 1984 Efeito da tiririca (*Cyperus rotundus*, L.) sobre a brotação da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Saccharum APC*, São Paulo, 7(32): 44-8.
- BLANCO, F.M.G. 1988. Efeito do brometo de metila sobre *Cyperus rotundus* (tiririca) e ação residual em tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17., Piracicaba - SP. Resumos. SBHPD. p.335-6.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A. & AREVALO, R.A. 1986. Estudo da influência competitiva da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). V. Linhas de regressões de desenvolvimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em função de densidades populacionais de tiririca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16., Campo Grande, MS. 1986. Resumos. SBHED, 1986. p.18.
- BURGA, C.A. & TOZANI, R. 1980. Competição de plantas daninhas com a cultura de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.). Agronomia. Rio de Janeiro, 33: 23-9.
- CLEMENT, F.E.; WEAVER, J.E. & HANSON, H.C. 1929. Plant competition - an analysis of comnrunity function. **Publication Carnegie Institute**, Wash., DC. (398). 340p.
- CAMARGO, P.N. & AREVALO, R.A. 1995. Revisão do conceito de matocompetição. No prêlo.
- CASTRO, P.R.C.; RODRIGUES, J.D.; MORAES, M.A. & CARVALHO, V.L.M. 1983. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Santa Cruz). *Planta Daninha*, 6(2): 79-85.
- CRUZ, L.S.P.; FAHL, J.I.; CHRISTOFOLETE, F. & PAGHI, I.D. 1988. Efeito do EPTC em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) quando empregado para o controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLAN-

TAS DANINHAS, 17., Piracicaba, SP. Resumos SBHPD. p.84-5.

DARIO, G.J.A. & DARIO, P.W. 1988. Levantamento de plantas daninhas em área de várzea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17., Piracicaba, SP. 1988. Resumos. SBHPD. p. 18-9.

DURIGAN, J.C. 1991. Potencial de reinfestação da tiririca (*Cyperus rotundus*) em áreas tratadas com o herbicida glyphosate, EPTC e 2,4-D. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18., Brasília, DF. 1991. Resumos. SBHPD, p.123-4.

FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D. & CROWLEY, H. 1986. Experimental design and techniques for measuring and analysing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N.D. (Ed.) RESEARCH METHODS IN WEED SCIENCE, third ed. USA. Southern Weed Science Society. p. 29-46.

GARCIA, H.B. & AREVALO, R.A. 1986. Influencia de competencia de *Cyperus rotundus* (tiririca) sobre algunos cultivos brasileños. In: CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DE LA MALEZA, 7 & CONGRESO DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS - ALAM, 8., Guadalajara, Mexico. Universidad Autónoma. Resúmenes. p. 33-4.

GUBIL, P. 1932. Methyl bromide. Rev. Pathology Veg. Entomol. Agric. Fr., 19: 169.

HAMMERTON, J.L. & HENDERSON, T.H. 1974. The biology and control of nutgrass. Extension Bull. Trinidad (10): 1-11.

HOLM, L. G.; DLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V. & HERBERGER, J.P. 1977. The worlds worst weeds. Distribution and biology. Honolulu. The east-west center by the University Press of Hawaii, 609p.

KLINGMAN, G.C. & ASHTON, F.M. 1975. Weed Science: principles and practices. New York. John Wiley. 431p.

KLINGMAN, G.C. 1961. Weed control as a science. New York. John Wiley, 421p.

KUIJPER, J. 1915. De groei van bladschijf, bladscheede en stengel van het suikerriet. Archief Suikerind. Ned - Indie, 23: 528-56.

LACA-BUENDIA, J.P. & LARA, J.F.R. 1988. Controle químico de *Cyperus rotundus* em área densamente infestada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17., Piracicaba, SP. Resumos. SBHPD. p.332-3.

LEIHNER, D.; DOLL, J.; FUENTES DE PIEDRA HITA, C.L.; CAMPO, J.H. & DE LA CRUZ, R. 1982. El coquito (*Cyperus rotundus* L.) Biología y control. Guía de estudio. Cali, Colombia. CIAT. Serie 04 SC-02.06. 55p.

LEIHNER, D.E. 1979. El coquito (*Cyperus rotundus* L.): sus características y posibilidad de control. CIAT. Cali, Colombia. SE-08-79.

- LORENZI, H. 1991. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais, 2ª ed. Harri horezni - Nova Odessa, SP. Plantarum. p.156.
- LORENZI, H. 1988. Efeito do rotação soja, amendoim X cana-de-açúcar na infestação de tiririca (*Cyperus rotundus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17. Piracicaba, SP. 1988. Resumos. SBHPD. p.334.
- LORENZI, H. 1986. Tiririca - uma séria ameaça aos canaviais. Bol. Téc. COPERSUCAR 35/86 p.1-10.
- LORENZI, H. 1984. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: PLANTIO DIRETO NO BRASIL. Campinas. Fundação Cargill, p.13-46.
- LORENZI, H. 1983. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA COPERSUCAR: PRAGAS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR. Piracicaba. COPERSUCAR. p.59-73.
- MAGALHÃES, A.C.N. & FRANCO, C.M. 1962. Toxicidade de feijão-de-porco sobre a tiririca. Bragantia, 21(9): 53-8.
- MASCARENHA, M.H.T.; LACA-BUENDIA, J.P.; BRANDÃO, M.; CUNHA, L.H.S. & BATISTA, J.S. 1988. Levantamento das plantas daninhas de uma várzea irrigada na região metalúrgica de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17., Piracicaba, SP. 1988. Resumos. SBHPD. p.17-8.
- MOLISCH, H. 1937. Der einfluss einer pflanze auf die andere-allelopathie. Fischer, Jena.
- NEME, N.A. 1960. Combate à tiririca. Agrônômico, 12: 5-6.
- NEME, N.A.; MIRANDA, H.S. & FORSTER, R. 1954. A ação da cultura de feijão-de-porco no combate à tiririca. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE AGRONOMIA, 2., Piracicaba, SP. Anais. p.261-2.
- ORSI JUNIOR, F. 1995. Avaliação da eficiência do herbicida sulfentrazone no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*) na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). In: SEMINÁRIO SOBRE SHOW ROOM DE APRESENTAÇÃO DE TECNOLOGIA - STAB. Águas de São Pedro, SP. p.1-15.
- PARKER, C.; HOLLY, K. & HOCOMBE, S.D. 1969. Herbicies for nutgrass control - conclusions from ten years of testing at Oxford. Pans, 15: 54-3.
- QUER, F.P. 1953. Diccionario de botánica. Barcelona. Labor. 1244p.
- RAMIREZ, S.A. & BENDIXEN, L.E. 1982. Especies de *Cyperus* como hospedeiros de artropodos y nematodos destructivos de cultivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 14 & CONGRESO DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 6., Campinas, SP. 1982. Resumos. SBHED. p.13.
- RICE, E.L. 1984. Allelopathy. 2ª ed. Orlando. Academic Press. 422p.

- RICE, E.L. 1974. Allelopathy. New York. Academic Press. 353p.
- RINCON, D.J. & WARREN, G.F. 1978. Effect of five thiocarbamate herbicides on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*, L.). Weed Science, 26: 127-31.
- SENDOYA, F.G. & DOLL, J. 1976. Efecto de la sombra sobre el crecimiento y desarrollo del coquito (*Cyperus rotundus* L.). Revista Comalfi, 3: 114-23.
- SINGH, S.P. 1967. Presence of a growth inhibitor in the tubers of nutgrass (*Cyperus rotundus* L.). Proc. Ind. Acad. Sci. B. 62: 18-25.
- SMITH, W. & FICK, G. 1937. Nutgrass eradication studies. 1. Relation of the life history of nutgrass *Cyperus rotundus* L., to possible methods of control. Journ. Amer. Soc. Agronomy, 29: 1007-13.
- TERAO, D.; PASSINI, T.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; PERECIN, M.A.; FONSECA, S.M.; MINAMI, K. & VICTORIA FILHO R. 1981. Competição de plantas daninhas com a cultura de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. Botrytis). O solo. Piracicaba. Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", 73: 35-3.
- UEKI, K. 1969. Studies on control on nutsedge (*Cyperus rotundus* L.): on the germination of the tuber. In ASIAN PACIFIC WEED CONTROL INTERCHANGE. Philippines. Los Baños. Proc. 2: 355-70.
- WILLIAM, R.D. & WARREN, G.F. 1975. Competition between purple nutsedge and vegetables. Weed Science, 23: 317-23.
- WILLIAM, R.D. 1973. Competição entre a tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev. Ceres, 20: 423-32.

TENDÊNCIAS E ESTRATÉGIAS NA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

José Ruedell¹

Para se obter sucesso no controle químico de invasoras, necessita-se de herbicidas eficientes, equipamentos e condições de ambiente adequados. Muitos são os trabalhos desenvolvidos para avaliar herbicidas. No entanto, comparativamente, poucas são as pesquisas preocupadas com as condições de ambiente e o equipamento utilizado nas pulverizações.

Com os herbicidas atualmente disponíveis no mercado, praticamente tem-se a solução para o controle químico da maioria das plantas daninhas ocorrentes. Na prática, os resultados tem sido, às vezes, menos satisfatórios, em função do desconhecimento sobre técnicas e equipamentos de aplicação e por desconsideração para com as condições de ambiente (temperatura, umidade do ar e solo, ventos, orvalho e horários).

Trabalhos de pesquisa em andamento mostram que a umidade relativa do ar é provavelmente o fator do meio ambiente que mais influencia a eficiência dos herbicidas principalmente os que tem como alvo as plantas daninhas emergidas.

No sul do Brasil, normalmente, a umidade relativa do ar é deficiente nos meses de outubro a fevereiro, entre as 10h da manhã e às 18h, embora 1 a 2 dias após as chuvas, a umidade possa se manter alta por um período maior durante o dia. No entanto, esta certeza dos dias e o período do dia com umidade igual ou superior a 55% (o ideal seria maior que 70%) só será conhecida através do acompanhamento de leituras realizadas em aparelhos específicos. Para este caso, são mais sensíveis em captar a mudança de umidade relativa do ar aqueles aparelhos que se baseiam em tabelas elaboradas a partir da diferença das temperaturas do termômetro de bulbo seco em relação ao de bulbo úmido.

Quando a umidade relativa do ar é inferior a 55%, as plantas desenvolvem mecanismos de defesa para evitar perdas de água, tais como: fechamentos dos estômatos e formação de uma película mais densa de "cera" sobre a superfície foliar, com prolongamento desta para as células das camadas mais internas, principalmente quando ocorre um período maior de dias com déficit hídrico. Se estes mecanismos se desenvolvem para diminuir a perda de água (transpiração), por sua vez também dificultam a entrada de produtos (herbicidas), que vão aplicados utilizando-se a água com veículo. Neste caso, em condições de baixa umidade relativa do ar, os herbicidas têm dificuldades de serem absorvidos pelas plantas. Em consequência, o efeito dos herbicidas é diminuído em tal nível que um aumento da dose não consegue compensar o decréscimo da absorção.

Estes mesmos mecanismos de defesa são ativados pelas plantas quando ocorrerem falta de água no solo, temperatura e luminosidade altas por muitos dias consecutivos.

Para melhorar o contato entre a superfície foliar e a calda aplicada, pode-se utilizar os adjuvantes (óleos minerais ou vegetais e surfactantes). Estes produtos têm a função de tirar a tensão que existe entre a cera da superfície foliar e a calda pulverizada, espalhando-a sobre a área foliar, e conseqüentemente, aumentando a velocidade de absorção. Durante a absorção os adjuvantes participam de outras reações ainda não bem explicados que facilitam

1. Eng. agr., M.Sc., FUNDACEP - FECOTRIGO. CRUZ ALTA-RS.

a penetração dos herbicidas. A utilização de adjuvantes pode ser encarada como um seguro de aplicação. O efeito fica mais evidenciado quando as condições de ambiente desfavorecem a absorção. No entanto, deve-se conhecer a reação dos herbicidas quando da utilização de adjuvantes. Alguns herbicidas aumentam de tal forma a velocidade de absorção, que a sua seletividade com cultura poderá ser prejudicada. Por outro lado, este aumento na velocidade de absorção pode diminuir os riscos de uma lavagem dos produtos por chuvas que ocorram após a aplicação. Por isso, deve-se seguir as recomendações técnicas de cada produto.

A luminosidade também necessita estar presente no momento da aplicação ou algumas horas após. Normalmente, aplicações realizadas em dias sombrios ou à noite, após as quais se segue uma chuva, são de baixa eficiência no controle de invasoras. Desta forma, aplicações sem luminosidade adequada só seriam recomendáveis na certeza da ocorrência da mesma nas próximas horas.

Outra questão a ser considerada é a ocorrência de orvalho. Nas manhãs em que se notar muito orvalho, é preferível que se realize as aplicações de herbicidas um pouco mais tarde, pois o excesso dilui os produtos, o que é prejudicial para a maioria, além de facilitar o escorrimento da calda aplicada.

Embora em termos experimentais vários tipos de pontas (bicos) tenham performance semelhante, a nível de campo, pelo conhecimento existente e por suas vantagens práticas, os bicos com jato em forma de leque têm sido os mais utilizados. Para estes, existe outro aspecto no qual a umidade relativa do ar se torna muito importante, é quanto a vida útil das gotas de pulverização. Nas aplicações convencionais, 25 a 30% do volume é formado por gotas com diâmetro menor que 100 micras. As gotas com este diâmetro têm uma duração de poucos segundos em condições de baixa umidade relativa do ar. Sabe-se também que as gotas menores de 50 micras, mesmo em condições de umidade relativa do ar alta, têm poucos segundos de vida. Estas formam aproximadamente 10% do volume de calda. Além do mais, a quantidade de gotas pequenas aumenta à medida que se aumenta a pressão de aplicação. Desta forma é possível que 10 a 15% do herbicida pulverizado não atinja sequer o alvo. Uma das formas de diminuir o volume de aplicação formado por gotas menores de 100 micras é reduzindo a pressão da aplicação. Atualmente, existem bicos leque no mercado que podem ser utilizados com a pressão entre 7 a 20 libras/pol², sem perderem o ângulo da abertura indicada de sua fabricação. A grande vantagem de se trabalhar a baixas pressões é de se obter a diminuição do percentual do volume de calda formado pelas gotas pequenas (menores que 100 micras) de 25 a 30% para 10%, aumentando-se, desta forma, a quantidade de gotas e volume de calda que atinge o alvo.

Outra possibilidade que se apresenta a partir da diminuição da pressão para 7 a 20 libras/pol², é da utilização de bicos de jato em forma de leque que forneçam vazões de 30 a 80 litros de calda por hectare, em vez das tradicionais vazões de 200 a 400 litros por hectare. O número de gotas que atingem as plantas com estas vazões baixas, tem sido entre 40 a 50cm², dependendo da área foliar, cujo número é suficiente para realizar uma boa distribuição do herbicida. As vazões mais baixas, obtidas a partir de bicos leque tipo 110 01 ou 110 02, diminuem o diâmetro médio das gotas. No entanto, parte desta redução é compensada exatamente pela utilização de baixas pressões (7 a 20 libras/pol²) e adjuvantes que aumentam a densidade da calda.

As vazões de 30 a 80 litros/ha com baixas pressões reduzem os custos operacionais, principalmente em termos de maior área aplicada por jornada de trabalho, e provocam menor desgaste dos equipamentos. Estudos em andamento têm mostrado, também, uma melhoria da eficiência de alguns herbicidas, com possibilidade de redução das doses usualmente empregadas ou garantindo um melhor nível de controle.

O pH da água também pode influenciar o comportamento de herbicidas. Muitos produtos têm a sua atividade melhorada se a calda em que forem aplicados é ácida, ou seja em torno de pH 4,0. A adição do adubo nitrogenado sulfato de amônia, tem demonstrado capacidade em reduzir o pH da calda, neutralizar a incompatibilidade de algumas misturas, principalmente com o efeito somatório de outros adjuvantes e aumentando a absorção de herbicidas. São necessários mais estudos para se obter o comportamento de cada herbicida frente a esta condição.

A tecnologia da baixa vazão terá sucesso se a aplicação do herbicida for realizada em ambiente com umidade relativa do ar maior que 55% e presença de luz. Além disso, deve-se empregar água limpa e trabalhar com pressão de aplicação baixa (7 a 20 libras/pol²), com os bicos e filtros adequados para esta condição.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO AO APLICADOR DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

LUIZ CARLOS CASTANHEIRA¹

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da Lei Federal 7.802, de 11/07/1989 (conhecida como Lei dos Agrotóxicos), regulamentada pelo Decreto Federal 98.816, de 11/01/1990, os Engenheiros Agrônomos e Florestais, que são os profissionais competentes para emitir a Receita Agronômica, ficaram com uma incumbência até certo ponto difícil, que é a de prescrever, no campo do Receituário, as recomendações referentes à proteção do trabalhador que prepara e aplica produtos químicos.

Acontece que aqueles profissionais não receberam nas universidades informações suficientes sobre esse assunto, uma vez que não é ministrada a cadeira de Segurança e Higiene do trabalho nos cursos de graduação.

Dessa maneira, além de não terem conhecimentos suficientes para fazer uma recomendação tecnicamente correta, o profissional ainda corre o risco de ser responsabilizado civil e criminalmente caso ocorra algum acidente com o trabalhador rural.

Para contornar o problema a maioria dos formulários de Receitas Agrotóxicas já contém, impressas no verso, instruções padronizadas contendo pictogramas, que visam orientar o profissional a indicar, de acordo com a classe toxicológica do produto, os E.P.I.s (Equipamentos de Proteção Individual) a serem utilizados.

O grande problema existente é que essas instruções padronizadas pecam pela generalização, uma vez não levam em conta a real situação de exposição do trabalhador ao produto, o que faz com que sejam recomendados equipamentos de proteção desnecessários ou inadequados, e que às vezes, ao invés de proteger, ajudam a aumentar o risco existente.

O objetivo do presente trabalho é trazer, de maneira sucinta, algumas informações que possam facilitar ao Engenheiro Agrônomo ou Florestal o trabalho de recomendar a proteção correta para cada caso em particular, além de permitir que o agricultor possa se proteger com equipamentos mais confortáveis, baratos e fáceis de usar, sem que com isso seja perdida sua eficiência.

2. REVISÃO DOS ARTIGOS DA LEI 7.802, DE 11/07/89 E DO D.F. 98.816, DE 11/01/90 QUE TRATAM DA PROTEÇÃO DO TRABALHADOR

Lei 7.802:

Art. 14 - as responsabilidades administrativas, civil e penal, pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando a produção, a comercialização, a utilização e o transporte não cumprirem o disposto nesta Lei, na sua regulamentação e nas legislações estaduais e municipais, cabem:

1. ENG. AGRÔNOMO E DE SEGURANÇA DO TRABALHO.

- a) ao profissional, quando comprovada receita errada, displicente ou indevida;...
- b) ao usuário ou prestador de serviços, quando em desacordo com o Receituário;...
- c) ao empregador, quando não fornecer e não fizer manutenção dos equipamentos adequados à proteção da saúde dos trabalhadores,...

Art. 16 - O empregador, profissional responsável ou o prestador de serviços que deixar de promover as medidas de proteção à saúde e ao meio ambiente, estará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além de multa de 100 (cem) a 1000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além de multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.

DF 98.816:

Cap. IV - Seção I - Da embalagem e da rotulagem:

Art. 38 - "Deverão constar do rótulo de agrotóxicos e afins...

I - m - os dizeres: É obrigatório o uso de equipamentos de segurança. Proteja-se.

Art. 41 - "deverão constar necessariamente do folheto ou bula...

I - i - Informações sobre equipamentos de proteção individual a serem utilizados, conforme normas regulamentadoras vigentes.

Nota: As Normas regulamentadoras vigentes são as de num. 4 e 5, de acordo com a Portaria 3.067, de 12 de abril de 1988, que aprova Normas Regulamentadoras Rurais - NRR, do art. 13 da Lei 5.899, de 05 de junho de 1973, relativas à Segurança e Higiene do Trabalho Rural.

A Norma nº 4 lista os Equipamentos de Proteção Individual - EPI, enquanto a Norma nº 5 dispõe sobre produtos químicos.

Cap. VI - Do Receituário

Art. 53 - A Receita deverá ser específica para cada problema e deverá conter, no mínimo:

IV - m - Orientação quanto a utilização de Equipamento de Proteção Individual - E.P.I.

CAP. VIII -

Seção I - Das Infrações

Art. 72 - As responsabilidades administrativas, civil e penal, nos casos previstos na Lei, recairão sobre:

V - O empregador que não fornecer ou não fizer a manutenção dos equipamentos de proteção individual do trabalhador ou não...

Art. 73 - São infrações:

VIII - Utilizar inadequadamente agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como não utilizar equipamentos de proteção da saúde do trabalhador.

XV - Não fornecer ou não fazer a manutenção dos equipamentos de proteção do trabalhador.

É importante lembrar que, em todos os casos em que haja acidentes com empregados rurais, além de ser um problema da Lei dos Agrotóxicos, passa a ser também um problema trabalhista.

3. MEDIDAS DE PROTEÇÃO AO TRABALHADOR RURAL QUE PREPARA E APLICA PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

Vários fatores contribuem para que o trabalhador, ao produzir, manusear, transportar, armazenar e aplicar produtos fitossanitários, se exponha demasiadamente a esses produtos e se intoxique com frequência.

De acordo com o Cadastro de Acidentes do Trabalho Rural nº 9/88 da Fundacentro, item 5 - Quanto às causas de acidentes no campo - (Vide gráfico nº 1 em anexo), verifica-se que os acidentes com agrotóxicos representam apenas 1% do universo de acidentes.

Também de acordo com a Fundação Osvaldo Cruz, do Ministério da Saúde, que analisou os casos de envenenamento no Brasil (Vide gráfico nº 2 - Porcentagem dos casos registrados de intoxicação e envenenamento humano, 1991), os agrotóxicos representaram 14% dos envenenamentos ocorridos no Brasil naquele ano.

É importante lembrar que o agricultor lida com diversos produtos químicos: solventes, tintas, lubrificantes, produtos para limpeza e desinfecção de estábulos, produtos de uso zoo e fitossanitário, e que em todos os casos há um risco potencial de intoxicação. Os produtos destinados a uso veterinário (para controlar moscas, carrapatos, bernes, etc.), usualmente contém os mesmos ingredientes ativos e são formulados de maneira semelhante àqueles destinados ao uso fitossanitário, o que faz com que as recomendações de proteção ao trabalhador, quando do uso desses produtos, sejam exatamente as mesmas.

Há várias providências a se tomar no sentido de dar ao trabalhador as condições necessárias a um trabalho seguro:

- Treinamento
- Uso de Equipamento de Proteção Individual
- Medidas gerais de higiene
- Exames médicos
- Outras medidas de ordem geral

3.1. Treinamento

Não se pode aceitar que um trabalhador use produtos potencialmente perigosos sem que antes passe por treinamento, com o objetivo de adquirir conhecimentos relativos ao produto, aos equipamentos de aplicação, ao uso de roupas de proteção, aos cuidados com as pessoas e ao meio-ambiente, etc.

Durante o treinamento, o trabalhador deve ser orientado a verificar rótulo e bula, conhecer o que significam as cores que representam as classes toxicológicas, e quando não saiba ler, ser instruído a procurar orientação de alguém.

Durante o seu trabalho, o aplicador se depara com situações diferentes, e deverá estar preparado para conhecer cada etapa desse trabalho. Deverá portanto ter conhecimento sobre preparo da calda, aplicação do produto no campo, transporte de produtos, armazenamento de produtos, além de cuidados com relação a intervalo de segurança e reentrada na área tratada.

Durante o treinamento deverão ser fornecidas ao trabalhador todas as informações sobre uso seguro do produto, tais como não pulverizar contra o vento, não desentupir bicos com a boca, não derramar o produto em cursos d'água, etc., que não são objeto do presente trabalho.

O empregador, por sua vez, deve se cercar de certos cuidados, para evitar futuros problemas. Cada vez que um novo empregado for admitido para aplicação de produtos fito ou zoosanitários, deverá ser oferecido treinamento e serem entregues a ele os equipamentos de proteção necessários. Neste caso é importante que tudo fique documentado, de modo a deixar claro que o empregado recebeu instrução e os materiais de proteção, para que, no caso de um acidente durante o trabalho, o empregador tenha meios de provar que cumpriu sua

parte.

3.2. Uso de Equipamentos de Proteção Individual

A proteção ao aplicador através do uso de vestimentas protetoras parte da premissa de que um produto somente poderá manifestar qualquer ação tóxica, se conseguir penetrar no organismo do trabalhador. A função da roupa protetora, portanto, é a de impedir a penetração do produto.

São três as vias de entrada de produtos químicos no organismo humano:

- Cutânea (dérmica) - absorção do produto através da pele, sendo que neste caso a penetração poderá ser facilitada pela presença de cortes ou abrasões nela existentes.

- respiratória

- digestiva (oral, anal)

A via **cutânea** é a via mais importante de penetração no caso do uso de produtos fitossanitários (Vide gráficos - anexos 3 e 4). Investigações realizadas em várias centenas de aplicadores, em trabalhos realizados em diversos países, inclusive no Brasil, indicaram que 97 a 99,9% do produto aplicado, são depositados sobre a pele, principalmente nos casos de pulverização. Tese de Doutorado do Prof. Joaquim Gonçalves Machado Neto, da Faculdade de Agronomia de Jaboticabal-SP, revela que em 99% dos casos em que agricultores aplicavam produtos fitossanitários em tomate, a penetração se dava pela via cutânea.

A via **respiratória** é a segunda em ordem de importância. Em todas as aplicações em que se tem o produto sob a forma de gás ou vapor, ou quando se tem partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar, há a probabilidade de penetração do produto pela via respiratória.

A via **digestiva** é a que menos perigo oferece ao aplicador. A contaminação só ocorre quando o trabalhador ingere alimentos contaminados com produtos químicos, ou quando come ou fuma com as mãos contaminadas.

Feitas as considerações acima, é necessário analisar, para cada via de penetração, que tipo de equipamento de proteção deverá ser usado. As técnicas de proteção em geral adotadas pelos agricultores, e que normalmente são recomendadas por engenheiros agrônomos e florestais, muitas vezes induzem a erros, primeiro porque as roupas protetoras, sendo desconfortáveis e inadequadas para as nossas condições de clima, quase não são usadas, e segundo porque as recomendações existentes nos rótulos dos produtos, feitas para atender às exigências da legislação, podem, em alguns casos, serem mais prejudiciais do que se o trabalhador não usasse roupa nenhuma para sua proteção.

Alguns anos atrás, quando o conhecimento a respeito de proteção ao trabalhador ainda era pequeno, a recomendação mais comum era no sentido de se indicar a proteção total, isto é, máscaras, botas, luvas, aventais, macacões, etc., baseando-se na premissa de que, estando o trabalhador impermeabilizado, seria difícil a penetração de qualquer agente tóxico em seu organismo.

Foram necessários alguns anos de observação e estudos para que esses conceitos comesçassem a ser previstos. Vários fatores contribuíram para isso:

- a) A falta de especificidade dos equipamentos existentes para o trabalho rural: usualmente os equipamentos usados ou recomendados se prestam à proteção do trabalhador urbano, e a utilização dos mesmos pelos trabalhadores rurais, em situações diversas de exposição, se constitui em uma improvisação.

A indústria de equipamentos de proteção, por razões diversas, pouco tem se interessado

em explorar esse mercado, que tem características completamente diferentes, e que portanto exige que se desenvolvam produtos específicos. Atualmente esse quadro começa a se alterar, com o aparecimento de alguns fabricantes de roupas protetoras para uso na agricultura. Essas roupas necessitam ainda de muito estudo e pesquisa para que possam ser consideradas ideais.

b) A má qualidade dos equipamentos existentes no mercado. Via de regra, os equipamentos de proteção existentes à venda não são de boa qualidade, sendo muito comum se encontrar equipamentos que não vedam adequadamente, que se rasgam com facilidade, que ferem a pele do trabalhador, etc. Quando o trabalhador consegue encontrar um produto melhor, o seu custo é proibitivo.

c) O total desconhecimento a respeito do tipo de equipamento a ser adquirido: nas recomendações sobre equipamentos de proteção é normal que se mande comprar luvas, botas, máscaras, etc., sem especificar que **tipo** de luvas, que **tipo** de botas, que **tipo** de máscara deverá ser adquirido. Considerando que o agricultor não é um técnico no assunto, fica difícil para ele adquirir o equipamento correto. O uso de equipamento inadequado, além de não proteger convenientemente o trabalhador, ainda pode se constituir em uma fonte adicional de risco. Outro fato digno de nota é que, à exceção dos grandes centros, não se encontra no comércio os equipamentos de proteção normalmente recomendados, o que faz com que o agricultor, mesmo querendo trabalhar devidamente equipado, não o faça por não encontrar à venda em sua região os equipamentos adequados.

d) O preço elevado dos equipamentos existentes: o preço se constitui em um fator de desestímulo ao uso de equipamentos de proteção, uma vez que muitas vezes o preço de uma simples máscara é maior que o valor do salário mensal do trabalhador. Em grandes propriedades, onde há muitos trabalhadores, a compra e a manutenção dos equipamentos representa um ônus que nem sempre o agricultor é capaz de suportar.

e) A total inadequação dos equipamentos disponíveis às condições de clima existentes em nosso país, considerando-se que o trabalho no meio rural é realizado ao ar livre, normalmente sob sol intenso e a temperaturas elevadas: nessas condições, o fato de o trabalhador usar roupas pesadas e impermeáveis faz com que ele não possa perder calor através da evaporação do suor, e tenha uma “sobrecarga térmica”. Isto torna o trabalho impraticável, e é a principal razão porque os trabalhadores não aceitam as vestimentas protetoras. Nesta situação particular, estando o trabalhador “plastificado”, estará trabalhando em condições de insalubridade, não pelo fato de estar lidando com produtos químicos, mas sim pelo excesso de temperatura a que está submetido, em condições que ultrapassam os limites de tolerância estabelecidos pela legislação vigente.

É importante salientar que os problemas acima citados não são exclusivos de nosso país, e que hoje em várias partes do mundo se questiona qual seria a vestimenta adequada para o trabalho de preparo e aplicação de produtos químicos na agricultura.

Como base legal para iniciarmos a discussão sobre o assunto, temos a legislação já citada no capítulo 1 deste trabalho.

Preocupados com o problema, vários grupos de profissionais vêm realizando no Brasil estudos no sentido de se poder recomendar uma proteção que seja ao mesmo tempo eficiente e bem aceita pelos trabalhadores, destacando-se os trabalhos realizados por técnicos da CATI, órgão da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, da Faculdade de Agronomia de Jaboticabal - SP e da FUNDACENTRO, órgão ligado ao Ministério do Trabalho, além de empresas privadas.

A tônica desses trabalhos é a de recomendar roupas desenvolvidas especificamente para o trabalho de aplicação de produtos fitossanitários, fugindo das improvisações e

adaptações. Essas roupas devem ser leves, baratas, fáceis de usar e limpar, e ao mesmo tempo garantir uma proteção eficaz.

Dentro desses novos critérios, deixa de ser feita a recomendação de proteção total do corpo do trabalhador, passando a proteção a ser recomendada a partir do estudo da real exposição do trabalhador ao produto químico.

Uma preocupação que os técnicos (Eng. Agrônomos e Florestais) sempre têm, é se há amparo legal para esse tipo de recomendação. A Lei do Agrotóxicos (7.802) determina que o trabalhador use proteção, porém não determina como deve ser feita essa proteção. A C.L.T. também exige que o trabalhador use proteção, e neste caso podemos fazer uma analogia: Se no ambiente de trabalho existe ruído em excesso, recomenda-se a proteção auricular. Se as medições mostrarem que não há ruído no local, é evidente que essa proteção não será necessária. Do mesmo modo, no caso do trabalhador rural, deve-se então fazer um estudo da possível exposição do trabalhador ao produto químico, e aí então proteger as partes do corpo que realmente estejam expostas. Se o estudo de exposição revelar que não há contato do trabalhador com o produto, também nesse caso a proteção será desnecessária.

4. ESTUDOS DE EXPOSIÇÃO

Vários fatores tem que ser considerados para se verificar o tipo de exposição:

a) **tipo de produto:** (herbicida, fungicida, inseticida, nematicida, etc.). Dentre esses, sabe-se que os inseticidas apresentam mais problemas de intoxicação.

b) **uso de produtos menos tóxicos:** Um critério de segurança a ser seguido é a preferência por produtos menos tóxicos. Os produtos fitossanitários encontram-se no mercado identificados por 4 Classes Toxicológicas:

I - Faixa Vermelha - Extremamente tóxicos

II - Faixa Amarela - Altamente tóxicos

III - Faixa Azul - Medianamente tóxicos

IV - Faixa Verde - Pouco tóxicos

Como as classes toxicológicas se referem à toxicidade do produto para o homem, e não para a praga, doença ou erva daninha, na maioria dos casos é possível selecionar produtos que sejam menos tóxicos ao homem, mas que mantenham o seu poder de controle sobre o problema fitossanitário.

c) **porte da cultura:** As culturas podem ser de porte baixo (hortaliças), médio (café, tomate) e alto (citrus, coco, seringueira). Em função da altura, o jato do produto pode ser dirigido para baixo, para a frente ou para o alto, fazendo com que a exposição do trabalhador ao produto seja diferente em cada uma dessas situações. Há que se considerar também as condições de adensamento do plantio. Culturas como cacau, banana ou tomate estaqueado, bastante "fechadas", criam um ambiente saturado do produto, onde o aplicador é obrigado a permanecer.

d) **tipo de equipamento de aplicação:** Os equipamentos de aplicação poderão ser os mais diferentes possíveis: costal, tratorizado, aéreo, etc.). Para cada tipo de equipamento de aplicação, há uma situação de exposição diferente, seja considerando a parte do corpo do trabalhador que entra em contato com o produto, seja considerando pessoas próximas aos locais de aplicação.

Se considerarmos um mesmo produto sendo aplicado na mesma cultura, com o mesmo porte, a exposição e conseqüentemente o risco envolvido, será diferente se usarmos equipamento costal, tratorizado ou aéreo para a aplicação.

No trabalho com equipamento costal se espera que as pernas do trabalhador fiquem molhadas pelo fato dele caminhar entre as linhas tratadas, bem como as costas (devido a vazamentos na tampa) e as mãos (devido a vazamentos na válvula que libera o jato do produto). Assim, estas partes do corpo deverão receber proteção especial. A mesma cultura sendo pulverizado com equipamento tratorizado, fará com que o tratorista (que é o aplicador), tenha uma exposição diferente, o que já evidencia que as roupas dos dois trabalhadores deverão ser diferentes. Se a aplicação dessa mesma cultura for por via aérea, não só a exposição do piloto como a dos “bandeirinhas” serão diferentes. Dentro dessa linha de raciocínio, há neste exemplo quatro tipos de exposição, e neste caso é necessário que cada um desses trabalhadores se proteja de maneira diferente.

Considerando que a proteção só é necessária desde que haja exposição, haverá situações em que o trabalhador aplica produtos de classe I - Extremamente Tóxicos, sem necessitar de proteção alguma. Exemplos desses caso são aplicação de herbicidas com barras protegidas com “saías” para evitar a deriva, ou nos equipamentos que aplicam granulados no solo. Nesse caso o equipamento abre um sulco no solo, injeta o produto, e cobre o sulco com terra. O tratorista, que no caso é o aplicador do produto, não tem nenhum contato com o produto, e portanto não necessita de roupa protetora.

e) **tipo de formulário:** É importante considerar que, em função do tipo de formulação, produtos com um mesmo ingrediente ativo, mas com formulações diferentes, poderão pertencer a classes toxicológicas também diferentes. O tipo de formulação (pó, gás, concentrado emulsionável, isca, grânulo, etc.) define o tipo de equipamento de aplicação a ser utilizado, além de dar uma idéia sobre a possível via de penetração do produto no corpo do trabalhador. Assim, deve-se supor que um produto formulado como isca atrativa (pellets), não penetrará pela via respiratória, que por outro lado deverá ser a principal via de penetração de um gás.

Dentro dessa análise, o único E.P.I. a ser recomendado a um trabalhador que usa gás (ex.: brometo de metila) será o protetor respiratório (máscara), assim como o aplicador de iscas granuladas deverá apenas usar luvas, uma vez que as outras partes do corpo não estarão expostas ao produto.

f) **diluição empregada:** Quanto maior a diluição usada, menor será o risco de intoxicação. O momento crítico em termos de risco é o preparo da “calda”. Nesta situação o produto está puro, com alta concentração, além de estar veiculado na maioria das vezes em solventes que facilitam a penetração do ativo na pele do trabalhador. Como as situações de exposição ao produto são diferentes, a vestimenta protetora para as operações de preparo de calda e enchimento de tanque deverá ser diferente daquela a ser recomendada para a aplicação do produto no campo.

g) **tipo de operação:** para cada tipo de operação executada pelo agricultor, haverá um tipo de exposição diferente. Assim, nas operações de transporte, armazenamento, enchimento de tanques (deve-se ainda considerar se trata de tanque de avião, trator, equipamento costal, etc.), aplicação propriamente dita, lavagem do tanque, lavagem das embalagens vazias, descarte de embalagens, partes diferentes do corpo do trabalhador são expostas, o que faz com que se devam recomendar as vestimentas protetoras de acordo com a avaliação da exposição a ser feita no momento da operação.

As recomendações acima, aparentemente complexas, visam, isto sim, simplificar a proteção do trabalhador, sendo possível, sem contrariar a Legislação, proteger apenas a parte do corpo onde haverá a possível penetração do produto.

5. RECOMENDAÇÕES GERAIS DE PROTEÇÃO PARA AS DIFERENTES PARTES DO CORPO DO TRABALHADOR

a) **Cabeça:** Em situações normais de aplicação, um simples chapéu de palha já é suficiente para proteger esta parte do corpo, uma vez que consegue reter os respingos ou partículas de pó provenientes das aplicações. Não é necessário impermeabilizar o chapéu, ao contrário, é interessante que tenha porosidade para dar mais conforto ao trabalhador. No caso de aplicação com equipamento costal (tipo mochila), recomenda-se o uso de um boné com abas laterais, para evitar que um possível vazamento do produto molhe o pescoço do trabalhador. Se a aplicação for em culturas de porte alto, justifica-se a recomendação de uso de um chapéu de abas largas. Se as culturas forem de porte médio ou baixo, não há sentido nessa recomendação.

b) **Proteção dos olhos e da face:**

b.1. Preparo da calda: durante o preparo da calda lida-se com o produto concentrado e em situação de exposição frontal ao produto. Neste caso recomenda-se o uso de uma viseira protetora que proteja o rosto, e principalmente os olhos, de respingos do produto. Não é necessário o uso de máscara se o trabalho estiver sendo realizado a céu aberto.

A proteção das vias respiratórias é um assunto bastante controverso. Há uma idéia errônea entre as pessoas, de que, estando um trabalhador com máscara, já estaria protegido. Todas as manchetes de revistas ou jornais que tratam do assunto agrotóxicos, mostram um trabalhador usando máscara, induzindo as pessoas mais desinformadas a imaginar que a principal proteção seria esse tipo de equipamento. É necessário que se faça um trabalho no sentido de se desmitificar o uso de máscaras protetoras, da maneira como elas vem sendo recomendadas.

A nossa experiência tem demonstrado, reforçada com as informações obtidas da pesquisa, que as máscaras somente devem ser utilizadas nas operações de expurgo e fumigação, onde se usam gases e vapores, e em ambientes fechados, do tipo casas-de-vegetação e "green houses" (estufas). Nos trabalhos a céu aberto, a recomendação de uso do protetores respiratórios deve ser abolida, por ser desnecessário, e também porque o uso incorreto desse tipo de proteção pode aumentar o risco do trabalhador. Pode-se adiantar que todas as máscaras existentes no mercado, mesmo aquelas com filtros especiais para pesticidas, deixam muito a desejar.

As máscaras são caras, incômodas e difíceis de se encontrar no interior do país. Exigem esforço respiratório excessivo, aumentando o cansaço do trabalhador. O filtro dessas máscaras normalmente não é substituído, o que torna esses equipamentos ineficazes.

Em função desses aspectos, em trabalho por nós realizado no Sul do país, optamos por indicar protetores respiratórios descartáveis, contendo carvão ativado. Também esses protetores se mostraram ineficazes, primeiro porque com o suor ficavam molhados e cheirando mal, segundo porque o trabalhador, exposto ao sol e ao pó, freqüentemente se coçava por baixo do respirador com as mãos contaminadas, fazendo com que o mesmo, ao invés de proteger, passasse a ser, ele próprio, um fator de contaminação.

O trabalhador tem a falsa crença de que o produto é tanto mais tóxico quanto mais cheiro tem, o que o faz supor que haja uma relação entre cheiro forte e toxicidade. Isto não é verdadeiro, tanto que há produtos classe I que quase não apresentam cheiro (ex. carbofuran). Cheirando muito ou pouco, a verdade é que a dose do produto que penetra através da via respiratória, na maioria das vezes é insuficiente para causar intoxicação.

Durante o preparo da calda, foram introduzidos protetores faciais (viseiras) confeccionadas de folhas de acetato transparentes, que servem para impedir que gotículas do produto

atinjam o rosto, e principalmente os olhos.

c) **Proteção das mãos:** Os estudos de exposição mostram claramente que as mãos são a parte crítica em termos de exposição. Sendo assim, as luvas são sem sombra de dúvida o principal equipamento de proteção. O uso de luvas é importante, principalmente nas operações de preparo de calda, enchimento do tanque, e em equipamentos costais, onde há sempre vazamento do produto nas mãos.

Há diferentes tipos de luvas no mercado, devendo ser escolhidas aquelas que não sejam muito finas, e se rasguem com facilidade, e que não sejam muito grossas, porque dificultam o movimento dos dedos. As luvas devem ser impermeáveis aos solventes orgânicos que veiculam os ingredientes ativos, e nesse caso, principalmente no preparo da calda, em que estes solventes estão presentes, as luvas devem ser de nitrila ou neoprene, por serem impermeáveis a esses solventes. Luvas de látex somente são impermeáveis à água, e seu uso apenas se recomenda durante aplicação do produto já diluído. Testes feitos em luvas mostram que as de látex ou polietileno permitem a passagem dos solventes com os ingredientes ativos, o que poderá causar intoxicação no agricultor, mesmo estando ele protegido. No caso de as luvas de nitrila ou neoprene não serem encontradas no comércio, poderão ser usadas as luvas de látex, que neste caso deverão ser lavadas em solução alcalina, e descartadas após o máximo de 5 vezes de uso, pois já estarão impregnadas com o produto. Luvas rasgadas ou danificadas pela ação dos solventes devem ser descartadas. Lembre-se que o agricultor normalmente se intoxica pelas mãos.

d) **Proteção do tronco, braços e pernas:** O conceito de proteção do tronco, braços e pernas evoluiu de maneira significativa. Antigamente se recomendava roupas totalmente impermeáveis que, se por um lado impediam a entrada do produto no corpo do trabalhador, por outro o impediam de trabalhar devido ao desconforto que esta vestimenta causava. Trabalho realizado pela GIFAP (entidade que congrega as empresas fabricantes de produtos fitossanitários a nível mundial), na Malásia, país de clima semelhante ao nosso, comparou diversos materiais para a confecção de roupas protetoras, tendo sido constatado que o algodão levou nítida vantagem quando comparado com materiais sintéticos. Considerando-se que a idéia de proteção que tem hoje é evitar a impermeabilização do trabalhador, esse fato foi muito importante, uma vez que as roupas de algodão são relativamente baratas e fáceis de se obter.

Em nosso país, primeiramente surgiram roupas confeccionadas com fibras de polietileno (Tivek) e polipropileno (Kleengard), porém além das mesmas ou serem impermeáveis, caso da primeira, ou pouco absorventes do suor, caso da segunda, ainda apresentam como desvantagem o fato de se rasgarem facilmente ou serem muito caras.

Surgiu então a possibilidade de se tratar roupas de algodão com um produto repelente à água à base de Teflon (marca registrada da Du Pont), chamado aqui de Óleo Fobol. As roupas tratadas com esse produto não permitem que as gotículas de produto molhem o tecido, ao mesmo tempo que são bastante confortáveis e relativamente baratas. Já há vários fabricantes distribuindo essas roupas (vide relação de endereços em anexo).

A roupa protetora deverá ter mangas compridas, calças também compridas, sendo, no caso de aplicações com equipamento costal, protegidas com um material impermeável até a altura da perna onde se verifique que esteja sendo molhada pela calda. Isso depende da altura da cultura que está sendo pulverizada.

Durante o preparo da calda o agricultor deverá usar um avental impermeável, uma vez que a exposição ao produto é frontal.

e) **Proteção para os pés:** botas impermeáveis são recomendadas durante o preparo da calda e aplicação do produto. Deverão ser de material impermeável, totalmente vedadas, sem

laços ou fechos. As calças deverão ficar do lado de fora das botas e não enfiadas dentro delas. Deverão ser regularmente inspecionadas para se eliminar aquelas que estejam com furos ou cortes. Nos climas quentes, é recomendável o uso de meias de algodão. No caso de derramamento accidental do produto dentro das botas, estas deverão ser tiradas imediatamente, e só reutilizadas depois de bem lavadas ou secas.

6. RESUMO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL A SEREM UTILIZADOS PELO TRABALHADOR

A) No preparo da calda e enchimento de tanque:

- Boné ou chapéu
- "Viseira" de acetato para proteção do rosto e principalmente dos olhos
- Luvas de nitrila ou neoprene (impermeáveis aos solventes usados para veicular os ingredientes ativos)

Nota: as luvas são o mais importante equipamento de proteção!

- Roupas de algodão (calças compridas e camisas de mangas compridas)
- Botas de borracha
- Avental impermeável

B) Na aplicação do produto:

B1). Com equipamento costal, ou operador de equipamento tratorizado que não seja o tratorista:

- Roupas de manga comprida e calças compridas
- Luvas (neste caso, como o principal componente da calda é a água, tolera-se as luvas de látex, polietileno ou PVC)
- Chapéu (de abas largas se a cultura for de porte alto). Boné com abas laterais para evitar que os ombros de molhem.
- Botas de borracha.
- Para previr que possível vazamento da tampa do tanque molhe as costas do trabalhador, impermeabilize os ombros e as costas com uma folha de plástico.

B.2. Com equipamento tratorizado - tratorista:

- Camisa de manga comprida e calças compridas
- Botas (ou sapatos de couro impermeabilizados com sebo ou graxa)
- Boné ou chapéu comum de palha (em culturas de porte alto, use chapéus de abas largas)

Nota: As luvas devem ser usadas no enchimento do tanque e na regulagem de vazão e desentupimento de bicos.

B.3. Na aplicação aérea:

Para o piloto: No carregamento da aeronave, as roupas citadas no item A (Preparo de calda e enchimento de tanque). Durante o voo, macacão de algodão, tratado preferencialmente com repelente à água.

Para o bandeirinha: Chapéu de abas largas, botas, camisa de mangas compridas e calças compridas.

B.4. Na aplicação de gases ou fumigação:

- Máscara (protetor respiratório) com filtro específico para pesticidas (de acordo com a recomendação do fabricante)
- Roupas bastante ventiladas

B.5. Em estufas:

- As roupas recomendadas para aplicação costal, mais protetor respiratório, conforme

B.4

7. OBSERVAÇÕES FINAIS

- 1) Todas as roupas, luvas, viseiras, etc., deverão ser lavados após o uso.
- 2) O operador deve tomar banho após o trabalho.
- 3) Quando da reentrada na cultura tratada, ou quando manusear os equipamentos de aplicação (calibração, limpeza, etc. use também as roupas protetoras, principalmente as luvas).

8. RELAÇÃO DE EMPRESAS FABRICANTES DE NOVOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PARA USO NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

- 1) ENGESEL - Fabricante de roupas tratadas com material hidro-repelente (C.A. 4979)
Rua Manoel Fernandes Dias, 126
Jardim Campos Elíseos
13058-210 - Campinas, SP
Fone (0192) 47-9844
- 2) VEST-PROF - Fabricante de roupas tratadas com material hidro-repelente
Rua Antonio Carvalho Miranda, 566
Jardim São Bento
13034-030 - Campinas, SP
Fone/Fax (0192) 32-2103
- 3) AZEREDO & CIA. - Fabricante de roupas tratadas com material hidro-repelente e viseiras para proteção facial
Rua Liliana Novais de Carvalho Pinto, 99
Parque da Figueira
13990-000 - Espírito Santo do Pinhal, SP
Fone (0196) 51-2460
- 4) 3M DO BRASIL - Fabricante de protetores respiratórios (máscaras), inclusive descartáveis com e sem carvão ativado
Caixa Postal, 123
Campinas, SP
- 5) LUMAC - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDUSTRIAL LTDA. - Revendedores de luvas de nitrila, neoprene e silver-shield
Rua Itiúba, 207 - Vila Prudente
São Paulo, SP
Fone (011) 965-3800 - Fax (011) 965-3317

6) HAND BORR - COMERCIAL INTERNACIONAL LTDA. - Revendedores de luvas de nitrila, silver-shield e neoprene
Rua Voluntários da Pátria, 2.505 - Casa 9
Santana
02401-000 - São Paulo, SP
Fone (011) 299-7740 - Fax (011) 267-2921

9. BIBLIOTECA

01. BRITISH AGROCHEMICALS ASSOCIATION - Spray Operator Safety Study - Summary and Recommendations, London, 1987.
02. CASTANHEIRA, Luiz Carlos - Discussão Sobre o Uso de Equipamentos de Proteção Individual para a Aplicação de Pesticidas no Meio Rural - Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Olericultura. Belo Horizonte, 1991.
03. CATI - Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - Agrotóxicos, Esclareça Suas dúvidas - Diversos autores, Campinas, 1990.
04. CONCEIÇÃO, Marçal Zuppi e Luiz Carlos Castanheira - Uso Adequado de Defensivos Agrícolas - ABEAS - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Viçosa, MG, 1994.
05. FUNDACENTRO - Equipamentos de Proteção Individual para o Trabalho Rural; Série Técnica nº 10. São Paulo, 1990.
06. GELMINI, Gerson Augusto - Agrotóxicos, Legislação, Receituário Agrônomo - CATI, Secr. Abast. do Est. São Paulo, Manual nº 29, 1991.
07. GUIMARÃES SANTOS, Heraldo Nelson - Avaliação Qualitativa da Exposição dos Aplicadores de Pesticidas em Diversas Culturas - Fundacentro, SP, 1989.
08. LUNDEHN, Jörg-Rainer et al - Uniform Principles for Safeguarding the Health of Applicators of Plant Protection Products (Uniform Principles for Operator Protection), Berlin, 1992.
09. GIFAP - Field Evaluation of Protective Clothing Materials in a Tropical Climate, Thailand, 1989.
10. MACHADO NETO, Joaquim Gonçalves. Quantificação e Controle da Exposição Dérmica de Aplicadores de Agrotóxicos em Cultura Estaqueada de Tomate na Região de Cravinhos - Tese de Doutorado, Jaboticabal, SP, 1990.
11. MEIRELLES, Clovis Eduardo et al. Agrotóxicos, Riscos e Prevenção - Manual de Treinamento - Fundacentro, SP, 1991.
12. SHELL International Chemical Company, Ltd. Pesticides, A Safety Guide, London, s/ data.

WEED SCIENCE IN SUSTAINABLE AGRICULTURE

Robert L. Zimdahl¹

Many voices are encouraging farmers to consider and adopt lowcost, resource conserving, environmentally-sound farming methods. Questions are being raised about modern farming's dependence on nonrenewable production inputs, adverse impact on soil and water and other natural resources, and growing dependence on agricultural chemicals (28). How should farmers farm? "From time immemorial", Wojcik (25) tells us in his 1989 book - *The Arguments of Agriculture*, "there has really been only one answer. Farmers should farm so they can farm again tomorrow."

Weed science, a sub-discipline of agriculture, hears the voices and questions and weed scientists are struggling to find acceptable answers. Some of the struggle arises from the science's creation coincident with the development of herbicides that have dominated thought and action. There is also a fundamental belief that controlling weeds is essential to agricultural productivity if food is to be produced for all in sustainable agricultural systems.

Producing enough food locally and worldwide is an egalitarian, agricultural ideal shared by many scientists and institutions. The ideal, often cited as the creed of the U.S. land grant university system, is presented frequently in the words of the king of Broddingnag to Capt. Lemuel Gulliver in Jonathan Swift's, *Gulliver's Travels*: "He gave it as his opinion, that whoever could make two ears of corn or two blades of grass grow upon a spot of ground where only one grew before, would deserve better of rankind, and do more essential service to his country than the whole race of politicians put together." (21)

The king's words are used to justify the mission of land grant agricultural universities but now we must ask (2) if the mission may be outdated in high-income societies that have almost no need for more food and where food safety and environmental quality are becoming important. Many suggest agricultural research should shift direction to emphasize production of the highest quality consumer goods, more nutritious food, and assurance of environmental quality.

Weed scientists have accepted and contributed to the land grant mission. We have not examined the fundamental assumptions of the mission or those that drive the science. I discussed some of these assumptions in 1991 (29) and was guided then and now by my feeling that weed science is good but can be better. Weed scientists do not often discuss the goodness of their science because they know producing food is a worthy goal. They don't assume anything is wrong with their science, with the production goal, or the means of achieving it. My thinking about weed science has led me to five ideas about the nature of weed science and its future. Today I want to present and briefly explore my ideas and I hope you will discuss them with me.

First the five ideas:

1. Weed science has been an economically dominated, technical specialty within the land grant system divorced from its basic support sciences.
2. Weed science might have been more properly called herbicide science and reliance

1. Professor, Weed Research Laboratory. Dept. of Plant Pathology and Weed Science, Colorado State University. Fort Collins, CO 80523.

on herbicides has become too great (22, 27).

3. Weed management will benefit as truly integrated, sustainable weed management systems are developed and that can be done best by studying weed biology and the ecological principles that support sustainable management systems.

4. The increasing emphasis on population biology and ecology will be good for weed science.

5. Weed science will benefit as an ethical foundation is developed and debated.

1. WEED SCIENCE AND ITS SUPPORTING SCIENCES

Agricultural science has been looked down on by older academic disciplines because the work is regarded as too practical and applied. Agriculturalists widened the gap by creating their own disciplines rather than working within the established disciplines of botany and zoology (5, 14). Weed science a sub-discipline, had an easy birth and successful adolescence but is experiencing problems with its image as it matures. Weed scientists grew up in a divorced household and conversation with their scientific parents is just beginning. "The lack of a strong continuum of expertise and cooperation between the basic and applied aspects of weed science has been a major factor in preventing weed science from gaining the stature of" (8) other pest control disciplines.

U.S. agricultural scientists have been comfortable and secure with the mission of the U.S. land grant university system that had withdrawn into itself. They ignored founding sciences, academic colleagues, and public criticism that was regarded as unreasonable (5). But that system is questioned now as never before (2). The land grant model, adopted by many other nations and based on the value of production, was appropriate (15); but is not as appropriate as it once was.

Weed scientists, divorced from their founding disciplines, risk separation from the mainstream of their institution's intellectual life or, as agriculture loses its uniqueness in the academy, they risk entering the mainstream without the required navigational skills. Weed Science is regarded by some of its most devoted adherents as a step child (3). Weed scientists must be actively involved in shaping their future or their mission and identity will be determined by others.

2. Weed Science and Herbicides

Some argue that weed science is not dominated by herbicides and reliance on them is not too great. Others argue that the history of weed science is similar to the well-known story of the drunk who lost his house key in the dark near home but was searching for it under a streetlight because "the light is better here." Herbicides were a new technology that worked so well that most research became an effort to elaborate the technology. Herbicides directed research. The work was dynamic, rewarding, optimistic, and backed with administrative support (7). There is nothing surprising in the tendency of any scientific community to exploit success. That is how progress is made. Weed scientists would have been negligent if they ignored or quickly tired of the dramatic successes created by herbicides. Narrowing of attention frequently leads to progress (7) and weed science progressed. One can critique subsequent organizations and scientists that advocated and used herbicides without questioning

their goals or the means of achieving them.

For the reasons mentioned above (7), weed science concentrated 'where the light was better' - on exploration and development of herbicides. The important question for each nation's weed scientists is not what has weed science been doing but what should it do and become? Most weed scientists do not advocate abandoning herbicides that are effective, cheap, reliable, and safe to humans and the environment. Few irreconcilable questions arise about the efficacy or cost of herbicides but serious debate ensues about their reliability and safety. Many questions arise outside the weed science community and involve the most basic aspects of reliability and safety. Safe for whom? Reliable for how long? Who gets decide and what criteria will be used? Who is responsible? There are many who now believe, because of the widely recognized problems with chemical technology, that the balance needs to be shifted away from herbicides. The light has improved in other places!

Two problems worthy of mention here are herbicide resistance and groundwater contamination by herbicides. Both are serious problems in many places and each is worthy of a lengthy discussion. I cannot discuss them in depth and so I will try to illustrate their dimensions within the context of my topic.

In the 50 years that have passed since pesticide use became widespread, the problem of weed resistance to herbicides did not appear until recently (1960s). At least 113 weed species are now resistant to one or more herbicides. More than 500 insects and mite species are immune to one or more insecticides and about 150 plant pathogens are resistant to fungicides. The problem is growing and seems to occur most readily where the same pesticides are used regularly in a monocultural cropping system. Many recommend that part of the solution to this problem is a shift of management strategies away from reliance on chemical control of pests to an integrated approach that does not rely on a single technology.

Pesticides, including herbicides, have been detected in ground, surface, and drinking water samples across the U.S. Most of the herbicide detections involve a few herbicides that are widely used in soybeans and corn (23). The total number of detections is small and the concentrations are small fractions of the levels believed to be harmful to humans and aquatic life. However, fish kills have been reported and pesticide concentrations that exceed human health based drinking water standards have been found in the U.S. corn belt states (23). Agriculture wherever it is practiced causes major environmental change. A new ecosystem is created and it must be maintained by artificial (non-natural) means including herbicides. Most of the world's countries have large regulatory and scientific research systems to manage agricultural systems and reduce their inevitable adverse effects. An underlying premise of these systems is that herbicides and other pesticides may be introduced into the environment only if, for every use of each chemical, estimated risks are not unreasonable and are balanced by benefits that must extend beyond agricultural pest control (23). Thus, groundwater contamination is a problem that has occurred and is likely to continue to occur in many places. It is widely regarded by non-agricultural people as a bad thing. The risks exceed the benefits. Weed science must respond to this challenge with good data and reasonable arguments. Presentation of the traditional and expected defense that herbicides are essential production tools, which they are will harm our reputation for objectivity and lead to loss of many herbicides.

I suspect most weed scientists agree that weed control should avoid or eliminate techniques that have a high potential to harm others or to contaminate the environment. Aldo Leopold, the great U.S. conservationist, (12) offered the fundamental ecological principle that "a thing is right when it tends to preserve the integrity, stability, and beauty of the biotic community. It is wrong when it tends otherwise." Herbicides and other weed management

techniques bend nature to human will and, in doing so, may harm it, not preserve it. They, in Leopold's terms, may tend to be wrong. Changing research emphasis away from herbicides requires informed debate about the criteria for reliability and safety of weed management techniques and about the direction weed science should take.

3. INTEGRATED WEED MANAGEMENT TECHNIQUES

The economic or profit orientation of agriculture led to the quest to maximize short term yield, which is often not sustainable. The quest was created, in large part, by government policies that determine what farmers can do and grant programs that determine what research is done. Many argue that U.S. farm-price and farm-income support programs contribute to environmental degradation by encouraging farmers to produce more of some crops (2). These policies also encourage farmers to use more pesticides, farm or graze fragile land, exploit aquifers, and not rotate crops. The policies support research on methods of weed control that may contribute to environmental degradation.

Scientists must be aware of but need not be directed, exclusively, by political and economic agendas. Weed scientists routinely discuss research ideas but availability of research funds frequently restricts the ability to pursue some ideas. For example, is the proper research goal maximum short-term yield, maximum sustainable yield or maximum yield stability (9, 14), and what weed science techniques are required to achieve the chosen goal? "How should farmers farm (25)?"

Weed science is moving toward integrated, sustainable weed management systems. To develop these systems the botany and ecology of weeds must be studied. Present technology, especially chemical technology, cannot be relied upon for all solutions. Many weed scientists are eager to learn what botany, population biology, and ecology can contribute to the development of weed management systems. These disciplines have not contributed much to weed management or modern agriculture because there has been little funding for joint research (24) and because there is little scientific interaction. Plant population biology and the design of agroecosystems are not a usual concern of weed scientists who have not looked to them to solve weed problems (24). Other disciplines, often critical of agricultural practice, have not been eager to understand and cooperatively solve the weed management problems they perceive.

4. POPULATION BIOLOGY AND ECOLOGY

Agricultural practice has changed almost oblivious to ecological concerns. In the world's developed countries, production problems were solved by adding (often in excess) fertilizer, water, and pesticides, or by reshaping the land itself (26) and this created ecological problems. Cheap energy has been the panacea that made it possible to maximize yields and replace any natural plant community with one of several crops or cattle and do so profitably. In earlier times, things were expensive and labor was cheap (26) and sound ecological practices were often the way things were done. As technology advanced, things became cheap and labor became expensive, and weed and other agricultural scientists neglected ecology, evolution, carrying capacity, limiting resources, and limits to growth. Technology reigned supreme and weed scientists knew their technology was:

- a) socially beneficial because food production increased and
- b) environmentally beneficial because there was no obvious harm,
- c) or, at the very least, the technology was benign.

They were wrong because technology is never neutral and it induces social change. One should not blame the technology and perhaps not even its developers and users. Early weed scientists wanted to solve weed problems and when the magic of chemical technology appeared they seized it to replace human and animal energy for weeding and it worked well.

Weed scientists were first reminded about limits by Rachel Carson (4) whose 1962 book (*Silent Spring*) was dismissed by many, I suspect, without reading it. Her profoundly moral statement tried to convince the reader that life is a miracle beyond comprehension, and we should reverence it even when have to struggle against nature. Chemical control of pests was part of Carson's permissible struggle but she saw it as a misguided, nonecological attempt to control nature. Pesticides were not her first line of defense.

The key to sustainable management of annual weeds is prevention of seed production (11). It is also true that the life cycle of an annual weed includes seed germination, seedling survival, growth, flowering, seed production and shed, seed predation, and mortality. The effects of microorganisms on weed seed viability has been reviewed (11) and suggests their action could be integrated with other seed management techniques. Weed science has concentrated on control of viable seedlings (Where the light is better!) and too little is known about the rest of the life cycle. Because it is not known it is impossible to say how such biological knowledge will be integrated into or help create now, sustainable management systems and reduce reliance on herbicides. Weed suppressive systems will be developed when research on weed population dynamic and crop-weed interference is integrated with systematic manipulation of each component of cropping systems to isolate and improve specific factors that affect weeds (13). The emerging literature on weed population biology and ecology will be the necessary foundation to create sustainable, integrated weed management systems that reduce herbicide use.

5. ETHICS

Rachel Carson (4) never proposed abandoning pesticides. She proposed accommodation between pests and people and ethics were the means to that end. Weed scientists need to develop an ethical base to support the need for weed management in sustainable agricultural production and the need for a protected environment. Weed scientists want to include ecological thought and guidance in the quest for sustainable weed management systems that accommodate equally valuable and divergent needs.

I suggest the ethical base for weed science, its technology, and its systems must also include consideration of effects often deemed external such as the disappearance of small family farms, the decline of rural communities, reduced water quality, and effects on non-target species. Weed science is part of agricultural science and it will succeed or fail with all of agriculture. Agriculture is part of human culture and must function as part of a shared, sustainable system rather than striving for domination.

I suggest weed science should develop an ethical stance that reflects equivalent care for a productive and protected environment. Weed scientists have solidly based values and ethical views but our conception of ethics needs to be broadened as we work to create the future. I think our conception of ethics is similar to that held by most agriculturalists. We were

not educated to discuss or be concerned about ethical matters. We wonder why we should be concerned about ethics because we have been behaving ethically by helping to feed the world. We are engaged in the world's most important industry, food and fiber production. How could the value of these be questioned? We don't cheat, are honest, work hard to earn our pay, participate in community affairs, and we are morally correct.

Ethics is more than behavior and demands that we question our solutions to problems, our definition of problems, our methods, and our most fundamental assumptions about what we do. Our science is not value free and neutrality on the day's great questions does not equal objectivity. Agriculturalists often think they can't speak on some issues because they won't be regarded as objective and they must be. This reinforces the status quo and that is what needs to be thought about, discussed, and perhaps challenged.

The careers of many of today's weed scientists developed while the agricultural research system was moving from being a "revered institution, as little questioned as apple pie or motherhood, to an embattled giant assailed by enemies from without and undermined by critics from within (5)." We are witnessing, if we look, the unraveling of the social consensus that progress is always good and science is always beneficial (5).

A frequent response to critics of the benefits of herbicides and chemically based weed sciences has been an appeal to the neutrality of objective scientific knowledge. A common theme is: If the public was aware of the extensive safety testing herbicides must undergo and if they understood scientific research they would recognize the need for herbicides and their safety (6). The rationale is that "although chemical pest control is hazardous, it is realistic to accept the minimal degree of risk it presents, since absolute safety is unattainable in any sector of life. (13)" The argument recognizes that risks and benefits must be balanced while incorrectly assuming that the acceptability of any pesticide is only a matter of risk magnitude or physical danger. It ignores risk distribution and the involuntary nature of many risks (19).

The response can be regarded as a defense of the status quo. Many critics of herbicides are competent scientists. Most intelligent critics espouse a different risk preference. A response that cites the unquestioned correctness of science is dismissed if it is uttered. Science deals with facts and objective truth, but scientists cannot stop with that defense. What the public perceives is that once scientists have the objective facts, nothing else is required, no other listening is needed. "The facts, after all, ate the facts. All that remains is to bring others into conformity with the objective truth (17)."

A response that reflects a desire to cooperatively understand (to listen) would be better. Weed scientists value, promote, and defend their role in production but have not listened carefully or responded well to the social and ethical arguments central to environmental protection (6).

6. FUTURE QUESTIONS AND THOUGHTS

Weed scientists have developed ways to control weeds and will continue to do so. Many weed scientists now believe weed "control" should not dominate and alternative weed 'management' methods are widely discussed. Within weed science it is unusual to ask if agriculture can be done successfully without controlling weeds (20). Can farmers work with weeds rather than against them? The evidence from studies of crop rotation and intercropping (13) living mulches, cover crops, tillage systems (16), and allelopathy indicates the answer is yes for many cropping systems. Pursuing the practice of agriculture by managing rather than

controlling weeds should shift weed science's emphasis toward economically and environmentally sound, integrated, sustainable, weed management systems.

Some argue that weed science cannot continue to insist on a fight to the last weed but many weed scientists and farmers disagree. The goal of 100% control made possible by herbicides is questioned in most cropping systems. Most crop scientists however acknowledge that the need for weed management will never end. Weeds will always be with us but weed scientists and farmers should not work against but with them (6, 9). In the future, weeds won't just be controlled, they will be managed.

Weed science, with emphasis on control, has been very successful - most weeds can be controlled in most places. In fact, there is much about weed science that must be praised. Weed scientist's achievements in basic science (8) and their contributions to agricultural production and productivity worldwide are incontestable. The discipline however, has not been integrated into a holistic view of agriculture and our world and lacks a sustainable ethical base. Weed science has worked with a spotlight not a floodlight. The work has not been illuminated much by associated disciplines nor has it enlightened them and the contribution to agriculture has been truncated by intensive specialization and narrow expertise. Mayer and Mayer (14) accused agriculture of being a "vast, wealthy, powerful intellectual and institutional island empire." Weed scientists are residents of a technologically rich domain in that empire.

The public is well aware that technological problems multiply and remedies don't exist or don't work. Technology is often perceived as something that brings vast resources to solve problems, lots of experts and new policies, but few solutions for the problems it creates. Weed science is identified, rightly or wrongly, as a discipline based on chemical technology. When the tools and techniques of chemical technology were chosen, dreams and values were also chosen. Weed scientists need to discuss whether the dominant technology has served their dreams and helped them create appropriate, enduring values or if it has made some of them unobtainable. The public image created by dependence on herbicides is a concern to many and a source of frustration and discouragement to others. Because of the public's image of pesticides, the entire pest control community often feels under siege. Too often the news includes an example of another pesticide issue that affects all involved in pest management.

For example recent U.S. reports (1) reveal that 86% of Americans think that pesticide residues on food are a serious issue, 84% are concerned about health hazards of pesticides to farmers and other users, 86% believe that water pollution from chemical runoff is a serious environmental issue, 84% cite pesticide use on farms as an environmental concern, and 62% think chemical soil contamination is a serious problem.

I suspect similar data could be found in many countries.

Weed scientists are virtually defenseless against accusations about herbicide reliability or safety when so many people are concerned. If the validity of the concern is denied then those who deny it risk becoming identified as advocates of potentially dangerous chemical technology. If the implications of the concern are affirmed then one wonders why practice doesn't change and why herbicide use doesn't decrease. Scientists may be accused of not understanding where agriculture must go, being poor environmental stewards, and being insufficiently accountable for their science and its technology or accountable to the wrong sectors of society. Weed scientists frequently respond with arguments that emphasize the value and importance of productivity and object when they think politics rather than science determines what happens. There will inevitably be political decisions that take place in the midst of a philosophical reassessment that is coupled with ecological and moral concerns, about how humans should value nature and what techniques should be used to produce food and fiber.

These are not just simple scientific matters. They are inherently political matters "entwined with reforming world views (18)."

Moderns, objective, reductionistic weed science has the capacity to look inward and change. Weed scientists are part of a belief community shaped by its members, their purposes, and the available technology. The justifiable pride in scientific objectivity and rationality should be tempered to include and validate the subjective role of each scientist as it is informed by the community and its commitments. Knowledge is not subjective or objective but a transcendence of both.

Weed scientists should begin to tell the public and themselves that the quality, not just the quantity of the American food supply is a high priority. A protected and a productive environment are equally important. Weed scientists may not know all the changes needed in their community, but enough is known to get started. Some criticism of weed science is unfair and ill-informed-but that's not new. Most people don't understand agriculture or weed science.

As weed scientists make changes in their goals and methods they would do well to heed Yale University history professor Paul Kennedy's advice for the future (10). Speaking of education, he said what is needed is "a deep understanding of why our world is changing, of how other people and cultures feel about those changes, of what we all have in common, as well as of what divides cultures, classes, and nations." The "process of inquiry ought if possible to be tolerant" but it "cannot be value-free. Because we are all members of a world citizenry, we also need to equip ourselves with a system of ethics, a sense of fairness, and a sense of proportion as we consider the various ways in which, collectively or individually, we can better prepare for the twenty-first century (10)."

The work weed scientists most proud of and that is easiest to communicate is often not the work the public understands easily or appreciates. The average citizen does not even have a view of what weed scientists do. They are confused by scientific language, and increasingly uncertain about who is right about the technology of weed science. Scientists are often viewed with suspicion and distrust. People react predictably by accepting whatever view fits common sense and their bias. This reaction, while personally rational, is often regarded as illogical and emotional. It frustrates, but does not preclude, thought and wisdom. Weed scientists, like most people, are wary of change, especially when imposed. The science is changing but some changes may be perceived by others as an alteration of form, not content. Weed scientists have always claimed that no weed control technique has ever been abandoned, but it must be asked if new weed management methods can be developed from old ways. New methods will rely on new knowledge derived from different questions about weed-crop relationships.

Weed scientists must begin to debate their science and its technology as they establish an ethical foundation for the science. Through public presentation and debate, ideas will be tested and refined so weed science will continue to contribute to agriculture and society.

7. REFERÊNCIAS

01. Anonymous, Roper Reports published by the Roper organization between 1989 and 1992. Cited in The Bottom Line. 1992. DowElanco, Indianapolis, IN. p. 3.
02. Browne, W.P.; J.R. Skees, L.B. Swanson, P.B. Thompson, and L. Unnevehr, 1992. Sacred Cows and Hot Potatoes: Agrarian myths in agricultural policy. Westview Press. Boulder, CO. p.5-16, 59-60.

03. Burnside, Orvin. 1993. Weed science - the step child. *Weed Technol.* 7:315-518.
04. Carson, R. 1962, *Silent Spring*. Houghton-Mifflin & Co. Boston. 368p.
05. Danbom, David B. 1992. Research and agriculture: Challenging the public system. *Amer. J. Alt. Agric.* 7:99-104
06. Doering, O.C. 1992. The social and ethical context of agriculture: Is it there and can we teach it? p.237-244. In: *Agriculture and the Undergraduate*. Nat. Res. Counc., Nat. Acad. Press, Washington, DC.
07. Dundon, S.J. 1982. Hidden obstacles to creativity of agricultural science. p.836-868. In: R. Haynes and R. Lanier eds. *Agriculture, Change, and Human Values - A multidisciplinary Conference*, Univ. of Fl., Gainesville.
08. Duke, Stephen O. 1992. Weed Science - The need and the reality. *Phytoparasitica* 20:183-186.
09. Jackson, W. 1984. Toward a unifying concept for an ecological agriculture. In: R. Lowrence and G.J. House. eds. *Agric. Ecosystems*. J. Wiley, NY. p.209-221.
10. Kennedy, Paul. 1993. page 341, in. *Preparing for the Twenty-first Century*. Random House, NY.
11. Kremer, Robert J. 1993. Management of weed hanks with microorganisms. *Ecological Applications* 3:42-52.
12. Leopold, Aldo. 1949. *A Sand Country Almanac*. Ballantine Books 1970 ed. N.Y. p.262.
13. Liebman, M. and E. Dyck. 1993. Crop rotation and interpropping strategies for weed management. *Ecological Applications* 3:92-112.
14. Mayer, A. And J. Mayer. 1974. Agriculture, the island empire. *Daedalus* 103:83-95.
15. Meyer, James H. 1993. Stalemate in food and agricultural research, teaching, and extersion. *Science* 260:881 and 1007.
16. Mohler, C.L. 1993. A model of the effects of tillage on emergence of weed seedlings. *Ecological Applications*. 3:53-73.
17. Palmer, Parker J. 1993. *To Know as we are Known: Education as a spiritual journey*. Harper Collins, Pub., NY pp 28-29 and 68.
18. Rolstor, Holmes. 1990. Wildlife and wildlands: A Christian perspective. *Church and Society* 30(4): 16-40.
19. Shader-Frechette, Kristin. 1991. Pesticide policy and ethics. p.426-433. In: C.V. Blatz, ed.

Ethics and Agriculture. Univ. of Idaho Press.

20. Soule, J., D. Carre and W. Jackson. 1990. Ecological impact of modern agriculture. p.165-188. In: C.R. Carroll, J.H. Vanderneer and P.M. Rossett. eds. Agroecology. McGraw-Hill Publishing Company, NY.
21. Swift, Jonathan. 1726 - Gulliver's Travels. Pocket Books, NY. 1972. p.129.
22. Thill, D.C., J.M. Lish, R.H. Callihan and E.J. Bechinski. 1991. Integrated weed management - A component of integrated pest management: A critical review. Weed Technol. 5:648-656.
23. Wauchope, R.D., D.B. Baker, K. Balu, and H. Nelson. 1994. Pesticides in surface and ground water. Council Agric. Sci. Tech. Issua paper No. 2. 8 pages.
24. Weiner, J. 1990. Plant population ecology in agriculture. p.235-262. In: C.R. Carroll, J.H. Vanderneer and P.M. Rossett. eds. Agroecology. McGraw-Hill Publishing Company, NY.
25. Wojcik, Jan. 1989. Page x, in. The Arguments of Agriculture. Purdue Univ. Press. West Lafayette, IN.
26. Woodwell, G.M. 1979. Address of the past president. Bull. Ecol. Soc. Amer. Aug. 190-195.
27. Wyse, Donald L. 1992. Future of weed science research. Weed Technol. 6:162-165.
28. Youngberg, Garth. 1986. Why another journal? Amer. J. Alt. Agric. 1:2.
29. Zimdahl, R.L. 1991. Weed Science - A plea for thought. Cooperative State Res. Serv., U.S. Dept. Agric., Washington, D.C. 34p.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO

Marco Antonio Reigota Brito¹

1. RESUMO

Este trabalho apresenta um breve histórico da silvicultura no Brasil, destacando a importância do setor de base florestal na economia nacional. São abordados aspectos relativos ao manejo de plantas daninhas em áreas reflorestadas, destacando sua importância para a atividade silvicultural e enfocando alguns aspectos operacionais de controle.

Palavras-chave: reflorestamento, plantas daninhas, produtividade, sistemas de controle, competição.

2. ABSTRACT

This presentation describes a brief history of silviculture in Brazil, emphasizing the importance of forestry sector on the national economy. The advantages of competition control, effects on forestry productivity, and some aspects of operational methods are discussed.

Key Words: reforestation, weed competition, productivity, systems of competition control.

3. INTRODUÇÃO

Desde o início da colonização as florestas naturais do país vêm sendo destruídas pela ação antrópica, visando a obtenção de matérias primas e energia para consumo doméstico e industrial, e expansão das fronteiras agrícolas. Uma das primeiras iniciativas de reversão desse quadro meramente extrativista, aconteceu no início do século com o trabalho do engenheiro Navarro de Andrade, a serviço da Companhia Paulista de estradas de Ferro.

É somente nas décadas de 60 e 70 que a atividade silvicultural, com a edição da lei dos incentivos fiscais (Lei 5.106 de 02.09.1966), ganha um impulso significativo. A partir do então, inicia-se um processo de definição técnico-social da silvicultura que, a médio e longo prazos, se traduziram no aumento da oferta de madeira plantada, com conseqüente redução da pressão sobre as florestas nativas, contribuindo dessa forma para o incremento do setor de base florestal brasileiro.

4. IMPORTÂNCIA DO SETOR DE BASE FLORESTAL BRASILEIRO

Atualmente, o setor gera em todo o país cerca de 1,2 milhões de empregos diretos,

1. Rigesa, Celulose, Papel e Embalagens Ltda, Avenida Rigesa, 2.929. Três Barras, SC.

produz 4% do PIB nacional, fatura em torno de 15 bilhões de dólares por ano e exporta anualmente 2 bilhões de dólares. A base florestal é representada por 6,0 milhões de hectares reflorestados, com plantio de 250 mil hectares ano.

No Estado de Santa Catarina, o setor emprega 116 mil trabalhadores, foi responsável por 14% do ICMS arrecadado no Estado em 1993 e exportou 231 milhões de dólares em 1991. A base florestal é composta por 450 mil hectares de florestas plantadas, insuficiente entretanto, para atender a uma demanda de 17,5 milhões de metros cúbicos de madeira para uso industrial e energético.

Apesar de tal magnitude, deve-se salientar que para garantir sua sustentabilidade e competitividade, o setor depende, entre outros fatores, de uma base florestal por plantios que atendam a padrões cada vez mais exigentes em termos de qualidade e produtividade, o que conduz ao efetivo investimento em pesquisa e adoção de práticas silviculturais adequadas a esta realidade.

5. O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS COMO FATOR DE PRODUTIVIDADE E PROTEÇÃO FLORESTAL

Nas últimas décadas os especialistas vêm estudando os efeitos da competição das plantas daninhas sobre o crescimento das espécies cultivadas. Conclusões de trabalhos científicos e a constatação prática, demonstram a grande importância do controle destas espécies para o sucesso dos empreendimentos florestais.

Deve-se levar em conta, não somente a perda da produtividade nos primeiros anos após a implantação, devido à competição pelos fatores de crescimento (água, luz, nutrientes) e efeito alelopático, como também a importância do controle de plantas daninhas nos aspectos de proteção florestal, tanto pela redução de material combustível nos aceiros e no interior dos trabalhos, como também pela diminuição do potencial de inóculo de pragas e moléstias.

Igualmente importante, é o controle de plantas invasoras para facilitar as operações de manejo e colheita florestal.

6. SISTEMAS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM REFLORESTAMENTOS

De um modo geral, os sistemas de controle de plantas daninhas em reflorestamentos dependem de vários fatores, tais como: histórico da área, gênero/espécie cultivada, idade do plantio, características morfofisiológicas e taxa de colonização da vegetação invasora, topografia do terreno e outros.

A combinação desses fatores deve determinar o sistema mais adequado de controle, que pode variar desde a utilização de sistemas manuais como capina/roçada manual em área total ou coroamento, capina/roçada mecanizada, controle com produtos químicos herbicidas, uso de fogo sob a forma controlada, combinações de sistemas, etc.

Diversas estratégias têm sido empregadas por diferentes empresas nas várias regiões do país. A formação de grupos cooperativos, a exemplo do Grupo Técnico de Desenvolvimento de Herbicidas em Silvicultura (GTDHS), composto por representantes de empresas florestais e fabricantes de herbicidas, vêm oferecendo soluções técnicas e gerando novas tecnologias para o atendimento do setor.

Deve-se salientar, entretanto, que o sucesso de um programa de controle, tanto do ponto de vista econômico como operacional, se baseia em um eficiente sistema de monitoramento, que deve determinar a necessidade, o tipo e o momento das intervenções de controle.

7. MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA RIGESA

A Rigesa, Celulose, Papel e Embalagens Ltda., localiza-se no município de Três Barras, na região do Planalto Norte Catarinense, e conta atualmente com uma área plantada de 36.000ha de florestas de pinus e eucalipto distribuídas em 13 municípios. O programa florestal se baseia no plantio de 1.300ha/ano de pinus e 300ha/ano de eucalipto em áreas de reforma. A topografia da região varia de plano ondulado a ondulado, o que facilita a mecanização das operações florestais.

Atualmente o controle de plantas daninhas se baseia no seguinte esquema operacional:

1. No preparo de solo (Pinus e eucalipto):

- Uma aplicação de herbicida pós-emergente em área total.

2. No plantio (pinus e eucalipto):

- Uma aplicação de herbicida pré-emergente na linha de plantio.

3. Manutenções:

a) Plantios de pinus

1º ano:

- Uma aplicação de herbicida pós-emergente na entre-linha de plantio no período de crescimento de pinus.

- Uma aplicação de herbicida pós-emergente na linha de plantio durante o período de dormência do pinus.

2º ano:

- Uma aplicação de herbicida pós-emergente na entre-linha de plantio durante o 2º período de crescimento.

3º ano (eventual):

- Uma roçada mecanizada na entre-linha de plantio com complemento manual na linha.

b) Plantios de eucalipto

1º ano:

- Uma aplicação de herbicida pós-emergente na entre-linha de plantio.

Todas as operações de controle de plantas daninhas são orientadas por um sistema de monitoramento, desenvolvido para as condições da companhia. Ao mesmo tempo, vêm sendo desenvolvidos e testados novos sistemas e produtos buscando a melhoria contínua das atividades.

8. CONTROLE DE INVASORAS EM ACEIROS (PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS FLORESTAIS)

Anualmente executa-se a limpeza de aceiros utilizando-se equipamentos mecanizados (tratores + grade aradora e patrôla) de acordo com o programa de prevenção de incêndios florestais.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, a maioria das empresas florestais vem substituindo as práticas manuais e mecanizadas de controle de ervas daninhas pela utilização de herbicidas. Tal tendência vem gerando novas tecnologias e produtos cada vez mais eficientes e seguros. Entretanto, cabe lembrar que o uso adequado, com pessoal devidamente treinado e educado, é o que garante a eficácia dos sistemas de controle, tanto do ponto de vista operacional e econômico quanto ambiental.

